

PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO
EN SALUD ANIMAL PARA AMERICA LATINA

Vigilancia
epidemiológica
VOLUMEN 1



ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD



ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

Organización Panamericana de la Salud, 1988

ISBN: 92 75 32009 8

Las publicaciones de la Organización Panamericana de la Salud están acogidas a la protección prevista por las disposiciones del Protocolo 2 de la Convención Universal de Derechos de Autor. Las entidades interesadas en reproducir o traducir en todo o en parte alguna publicación de la OPS deberán solicitar la oportuna autorización del Servicio Editorial, Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C. La Organización dará a estas solicitudes consideración muy favorable.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de la Organización Panamericana de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o del nombre comercial de ciertos productos no implica que la Organización Panamericana de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos.

De las opiniones expresadas en la presente publicación responden únicamente los autores.

PREFACIO

Al establecer la meta de "Salud para Todos en el Año 2000", la Organización Mundial de la Salud y en particular la Organización Panamericana de la Salud y los países de la región americana adquirieron el compromiso de propiciar las condiciones para que todos los hombres y mujeres alcancen un grado de salud que les permita llevar una vida social y económicamente productiva. Esta meta no solamente involucra el fortalecimiento y promoción de los servicios de salud, sino que además es indispensable para la integración con otros sectores, a fin de alcanzar los objetivos de aliviar la pobreza de los pueblos del continente.

Las actividades de salud animal están íntimamente ligadas con la salud humana porque comparten las metas de proteger, fomentar y mejorar la salud para el bienestar de los seres humanos.

Esta estrecha relación se deriva de los sufrimientos humanos y de la mortalidad causadas por las principales zoonosis (las enfermedades que los animales transmiten a los seres humanos) incluyendo la Fiebre aftosa, y las pérdidas económicas y sociales ocasionadas por estas enfermedades. Además, el hombre depende del animal para su desarrollo socioeconómico.

La industria pecuaria, entonces, adquiere una relevante importancia en nuestros países. Esto se deriva del hecho de que ella proporciona una fuente de proteína, como la carne y la leche, indispensables para la nutrición de la población que cada vez está más consciente de estas necesidades. Asimismo, su importancia radica en el gran potencial que tiene para proporcionar oportunidades de trabajo a diversos niveles. También, a través de la comercialización de los productos ganaderos, se obtendrán fuentes económicas adicionales de ingreso, necesarios para el desarrollo integral de los países.

Se está observando que la creciente población del mundo consume cada vez más proteína a un ritmo más acelerado que el de su producción, creándose así una crisis proteica que requiere una pronta atención por parte de los organismos de salud y agricultura de los gobiernos.

En el transcurso de los años, los Gobiernos Miembros de la Organización Panamericana de la Salud han reconocido la estrecha vinculación entre salud animal y salud humana incorporando la salud pública veterinaria en sus programas generales de cooperación técnica en las Américas, mediante la colaboración especial del sector salud y del agrícola.

América Latina posee un extraordinario potencial para el desarrollo de la ganadería, afirmándose que existen más de 500 millones de hectáreas de tierras aptas para su producción. Sin embargo, existen múltiples factores que limitan la producción y productividad de los rebaños y el uso adecuado de la tierra productiva. En este sentido, la capacitación de recursos humanos para administrar el potencial pecuario se torna en una inminente necesidad. Así, la Organización Panamericana de la Salud y el Banco Interamericano de Desarrollo, a través de un Programa de Adiestramiento en Salud Animal para América Latina (PROASA), dieron inicio a este proceso mediante la capacitación de profesionales, que una vez debidamente capacitados, constituirán la masa crítica para instrumentalizar un proceso continuo de capacitación en sus países.

Este proceso se complementa ahora con estos manuales de referencia, basados en los materiales didácticos utilizados para los cursos que se realizaron durante el programa. La información en ellos contenida es sumamente importante, debido a ser muy limitada su disponibilidad en el idioma español y por incluir información de los propios países. La finalidad promordial de estos manuales es facilitar el proceso de institucionalización de la capacitación en los diferentes países, y así lograr una mayor amplitud en la transferencia de tecnología que este Programa se ha propuesto.

Por estos motivos, tengo el agrado de hacer la presentación de esta serie de manuales que representan el acopio de conocimientos y experiencias profesionales latinoamericanas en el campo de la comunicación social, cuarentena, administración de programas, epidemiología e inmunización contra la Fiebre aftosa. Espero que dichos manuales repercutan positivamente en la búsqueda de soluciones para los problemas de la salud pública veterinaria y salud animal, contribuyendo así a la salud y bienestar de los habitantes de las Américas.

Carlyle Guerra de Macedo
Director

PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO EN SALUD ANIMAL PARA AMERICA LATINA (PROASA)

Antecedentes

La ganadería en las Américas constituye un importante sector de la economía agropecuaria, no sólo como fuente de alimento para la población, sino que también representa para muchos países una de las principales fuentes de divisas, debido a los grandes volúmenes de carne y subproductos de la misma que se exportan. Si bien existen muchos factores que limitan la producción de alimentos de origen animal, se considera que las enfermedades constituyen uno de los principales obstáculos para incrementar la producción ganadera por unidad, especialmente cuando se trabaja con razas especializadas y de buen caudal genético. A pesar de los esfuerzos realizados por países e instituciones regionales e internacionales en el campo de la sanidad agropecuaria en América Latina, la magnitud del problema y el tiempo que se requiere para obtener mejores rendimientos hacen que la situación deba ser atendida con prioridad, con base en los estudios y evaluaciones que han señalado las principales insuficiencias en los servicios veterinarios de los países.

La significación económica y social de los problemas vinculados a la Sanidad Animal en América Latina ha originado acciones de cierta amplitud en el campo de la cooperación financiera y técnica a la región, principalmente por parte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) que han sido pioneros en este campo. Estos esfuerzos se encaminan hacia cuatro objetivos principales: a) prevenir la introducción de enfermedades exóticas a sus territorios; b) controlar aquellas enfermedades que son de carácter endémico en los países; c) erradicar aquellas enfermedades para las cuales la tecnología moderna haya encontrado los medios adecuados para su eliminación; y d) mejorar el nivel del manejo higiénico-sanitario de los hatos.

En 1976, los Ministros de Agricultura y de Salud de Colombia presentaron una solicitud para un Proyecto Subregional en Salud Pública y Salud Animal para los países del Grupo Andino. Durante la Segunda

Reunión de Ministros de Agricultura del Grupo Andino se recomendó a la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) que coordinara la reformulación del proyecto. En octubre de 1978, la JUNAC convocó la Primera Reunión de Expertos Gubernamentales sobre Sanidad Animal con el fin de reformular el proyecto el cual fue presentado al Banco por conducto del Ministro de Agricultura del Ecuador. Separadamente en febrero de 1975, el Director del OIRSA envió al Banco una solicitud de cooperación técnica para la ejecución de un Programa de Adiestramiento de Inspectores de Cuarentena Agropecuaria en los países que geográficamente forman el OIRSA. En forma separada de las dos solicitudes mencionadas, en junio de 1978 el Director de la OPS envió para la consideración del Banco un "Proyecto sobre la Transmisión Tecnológica y Evaluación de la Aplicación Masiva de Vacuna de Coadyuvante Oleoso contra la Fiebre aftosa". En octubre de 1979, dada la importancia del problema de la sanidad animal para el desarrollo de la región, la Administración del Banco decidió atender estas solicitudes e incluir las propuestas en un programa único.

El programa abarcaría dos subprogramas de adiestramiento: (1) uno para profesionales y (2) otro para técnicos y paratécnicos. El primero cubriría el adiestramiento en (a) vacuna antiaftosa en adyuvante oleoso, (b) administración de programas de salud animal, (c) vigilancia epidemiológica, (d) comunicación social y (e) cuarentena animal. El segundo subprograma consistiría en cursos de carácter subregional para inspectores de cuarentena agropecuaria a nivel de puertos, aeropuertos y fronteras.

El Subprograma 1 de adiestramiento de profesionales sería ejecutado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Subprograma 2 de adiestramiento de técnicos y paratécnicos sería efectuado por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).

Objetivos

Los objetivos generales del Programa de Adiestramiento de Salud Animal para América Latina (PROASA) eran:

1. Fortalecer la capacidad y eficiencia de los recursos humanos necesarios para complementar los programas de salud animal a mediano y largo plazo de los países miembros.

2. Fortalecer el funcionamiento de las estructuras de defensa sanitaria en la región, de manera que se pueda llevar a cabo el desarrollo de sistemas de salud animal en los países miembros concordantes con la política de integración de la región.

3. Contribuir a la consolidación de las unidades permanentes de adiestramiento técnico-profesional en la región, que permitan actualizar la capacitación de los recursos humanos en forma continua.

Los objetivos específicos incluían lo siguiente:

A. El adiestramiento de personal profesional de los Países Beneficiarios que lo requieran, a fin de:

(1) Transferir la tecnología de la producción, control de calidad y aplicación sistemática de la vacuna antiaftosa de adyuvante oleoso a profesionales involucrados en actividades de vacunación, y

(2) Mejorar la capacidad de dicho personal en la administración de campañas sanitarias, sistemas de vigilancia epidemiológica, comunicación social y cuarentena animal.

B. El fortalecimiento de las instituciones de enseñanza existentes en la región, a través del desarrollo de los eventos de adiestramiento, para asegurar la capacitación en forma permanente y continua de los recursos humanos.

Descripción del programa

El Programa de Adiestramiento en Salud Animal para América Latina, denominado PROASA, fue de carácter regional, ejecutado por la Organización Panamericana de la Salud, la Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud para las Américas (OPS/OMS), con la participación del Banco Interamericano de Desarrollo, y de los Países Beneficiarios.

El Presidente del Banco y el Director de la OPS firmaron un convenio en el día 24 de septiembre de 1981 sobre la utilización de recursos no reembolsables de cooperación técnica del Banco para la realización del Programa. El monto de la contribución del Banco fue de EUA \$ 1 860.000.

La organización, dirección, coordinación, administración y supervisión de las actividades estuvieron a cargo del Programa de Salud Pública Veterinaria de la OPS. A fin de orientar, programar y evaluar las actividades del programa se constituyó un Comité de Programación y Evaluación (CPE), integrado por el Banco, la OPS y el OIRSA. La OPS hizo los arreglos necesarios con los Países Beneficiarios a fin de que éstos participaran activamente en las actividades de adiestramiento. Con aquellos países seleccionados como sedes de los cursos, la OPS firmó los acuerdos correspondientes basados en los términos de referencia señalados en el Convenio entre el Banco y la OPS, detallando específicamente los aportes de recursos humanos, instalaciones, equipo, etc., que brindaría el respectivo país; de esta manera se procuró asegurar la ins-

titucionalización y continuación de la capacitación en forma continua en esos países.

Con la contribución del Banco se contrataron tres (3) consultores a tiempo completo (equivalente a 106 meses/hombre) como Directores Regionales del Programa: uno con sede en Lima, Perú; uno con sede en México; y otro con sede en Río de Janeiro.

Participaron en el programa 35 funcionarios del Programa de Salud Pública Veterinaria, incluyendo los de sus dos Centros especializados (Centro Panamericano de Fiebre Aftosa en Río de Janeiro, Brazil y Centro Panamericano de Zoonosis en Buenos Aires, Argentina) equivalente a 209.0 meses/especialistas, en la coordinación e instrucción de los cursos y seminarios. También se contrataron con la contribución del Banco, 17 consultores a corto plazo, equivalente a 12.3 meses/hombre, para preparar materiales didácticos y actuar como instructores.

La ejecución del Programa consistió en lo siguiente: actividades preparatorias (del 24 de septiembre de 1981 hasta el 24 de enero de 1982), realización de los cursos y seminarios (del 24 de enero de 1982 hasta el 30 de junio de 1985), y elaboración e impresión de los manuales (del 1 de julio de 1985 hasta el 24 de septiembre de 1986).

Actividades del programa

Durante la ejecución del Programa se realizaron un total de 30 cursos y 2 seminarios en 13 países. El Cuadro 1 muestra los temas de adiestramiento, número de cursos realizados y duración de cada uno. La duración total de los eventos fue equivalente a 154 semanas/cursos (38.5 meses/cursos), ejecutados dentro del plazo de 36 meses. En el Cuadro 2 aparece el cronograma de los cursos y seminarios.

Se adiestró un total de 772 profesionales, la mayoría médicos veterinarios, procedentes de 21 países de América Latina. En el Cuadro 3 se resume el número de profesionales adiestrados por país y área de especialidad. El número actual de participantes en los cursos excedió cerca del 29 por ciento de lo programado en el Convenio, el que era de 600. Los participantes adicionales fueron costeados por la OPS. Este incremento fue posible debido a la utilización óptima de los recursos disponibles y no perjudicó la buena marcha de los cursos.

Una de las actividades más significativas del Programa ha sido la preparación de material didáctico. Algunos de los temas del adiestramiento fueron expuestos por primera vez en forma práctica y aplicada, utilizando para tal fin datos e información existentes en los países de América Latina. Se produjo este material no solamente para las ayudas

audiovisuales, que apoyaron el adiestramiento, sino que además se elaboraron fascículos y módulos que facilitaron el aprendizaje auto-tutorial. De este modo los participantes adiestrados en los cursos pueden llevar a cabo en sus instituciones nacionales el adiestramiento de otros profesionales. En esta forma se ha estado instrumentando el efecto multiplicador del programa y la institucionalización de las actividades de adiestramiento.

Estos materiales se editaron con el objeto de constituir la presente serie de manuales. La serie de manuales consiste en 9 tomos, cubriendo los siguientes temas:

- A. Cuarentena Animal
- B. Vigilancia Epidemiológica
- C. Administración de Programas de Salud Animal
- D. Comunicación Social
- E. Producción y Control de Vacuna en Adyuvante Oleoso

Se espera que estos manuales sirvan como texto de referencia en cursos similares.

Programa de Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud
Washington, D.C.
24 de Abril de 1986

CUADRO 1

Temas de adiestramiento, número de cursos y seminarios realizados y duración de cada uno de ellos

Tema	Número de cursos realizados	Duración por curso (semana)
I. <i>Adiestramiento en producción, control de calidad y aplicación de la vacuna antiaftosa en adyuvante oleoso.</i>		
a. Seminario de divulgación de los mecanismos técnicos y operativos de la vacuna.	1	(1)
b. Adiestramiento en servicio de producción y control de la vacuna.	2	(6)
c. Cursos nacionales de vacunación extensiva.	12	(3)
d. Seminario de evaluación de los programas de aplicación sistemática con la vacuna.	1	(1)
II. <i>Adiestramiento en administración de programas de sanidad animal</i>	4	(6)
III. <i>Adiestramiento en vigilancia epidemiológica</i>	5	(7)
IV. <i>Adiestramiento en comunicación social</i>	4	(8)
V. <i>Adiestramiento en cuarentena animal</i>	3	(4)
Total	32	

CUADRO 2

Cronograma de los seminarios/cursos PROASA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1982					SEM JEFES PANAFITOSA 4 May.-4 Jun.		CUR NAC VEN 12-30 Jul.	CUR NAC COL 6 Ago.-3 Sep.		I CUR PRO/CON VAC PANAFITOSA 18 Oct.-30 Nov.	I CUR VIG. EPID. PAN 25 Nov.-11 Dic.	
1983	CUR NAC URU 24 Ene.-2 Feb.	I CUR ADM COR 14 Feb.-26 Mar.	CUR NAC ARG (1) 9-27 Mar.	I CUR CUAREN VEN 11 Abr.-17 May.	II CUR VIG. EPID PAR 2 May.-17 Jun.		II CUR ADMIN MEX 18 Jul.-26 Ago.	CUR NAC ECU 15 Ago.-2 Sep.	I CUR COM SOC MEX 5 Sept.-26 Oct.		II CUR CUAREN MEX 7 Nov.-2 Dic.	
1984		III CUR VIG. EPID. ECU 18 Feb.-30 Mar.	II CUR COM SOC CHI 19-Mar.-11 May	SEM. EVAL PANAFITOSA 2-11 May.	II CUR ADMIN URU 7 May.-15 Jun.	CUR NAC BOL 13-30 Jun.	CUR NAC BRA (2) 4-23 Jul.	CUR NAC PER 5-22 Sep.	CUR NAC PER 5-22 Sep.	II CUR PRO/CON VAC PANAFITOSA 17 Oct.-20 Nov.		
1985			III CUR CUAREN BRA 22 Abr.-17 May.	IV CUR ADMIN PER 20 May.-28 Jun.			IV CUR VIG. EPID. BRA 30 Jul.-15 Sep.			IV CUR VIG. EPID. ARG 8 Oct.-23 Nov.	IV CUR COM SOC BRA 8 Oct.-30 Nov.	

CUADRO 3

Número de participantes programados y adiestrados por país y área de especialidad

PAIS	CURSOS A*								TOTAL
	COMUNICACION SOCIAL	ADMINISTRACION	VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA	CUARENTENA ANIMAL	PRODUCCION Y CONTROL VACUNA OLEOSA	VACUNACION SISTEMATICA	SUB-TOTAL	SEMINARIO EVALUACION	
Argentina	5	8	20	3	3	46	85	3	88
	5	5	14	3	1	40	68	3	71
Bolivia	6	3	3	3	0	25	40	3	43
	4	4	3	3	1	20	35	2	37
Brasil	20	2	22	8	2	86	140	5	145
	20	0	20	10	1	60	111	4	115
Chile	6	5	7	3	0	2	23	2	25
	5	5	5	3	0	0	18	2	20
Colombia	13	5	4	3	1	24	50	3	53
	4	4	2	3	1	20	34	2	36
Costa Rica	0	11	3	3	0	0	17	0	17
	0	3	3	2	0	0	8	0	8
Cuba	0	1	0	0	0	0	1	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecuador	4	4	17	3	2	29	59	3	62
	4	4	8	3	2	20	41	2	43
El Salvador	0	3	5	2	0	0	10	0	10
	0	3	3	2	0	0	8	0	8
Guyana	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Guatemala	1	2	5	2	0	0	10	0	10
	0	3	3	2	0	0	8	0	8

Haití	1	0	0	1	0	0	2	0	2
	1	1	1	1	0	0	4	0	4
Honduras	0	3	3	2	0	0	8	0	8
	0	3	3	2	0	0	8	0	8
México	16	19	11	4	0	0	50	0	50
	17	17	8	6	0	0	48	0	48
Nicaragua	0	3	5	2	0	0	10	0	10
	0	3	3	2	0	0	8	0	8
Panamá	0	5	10	2	0	0	17	0	17
	0	5	5	2	0	0	12	0	12
Paraguay	5	5	10	4	1	25	50	4	54
	5	5	8	2	1	20	41	2	43
Perú	5	14	6	3	3	25	56	3	59
	4	4	4	3	2	20	37	2	39
Rep. Dominicana	2	4	2	2	0	0	8	0	8
	2	2	2	2	0	0	8	0	8
Uruguay	4	11	4	1	2	31	53	3	56
	5	5	4	2	1	20	37	2	39
Venezuela	1	1	5	14	3	26	50	3	53
	4	4	3	8	2	20	41	2	43
Total	89	109	142	65	17	319	739	33	772
	80	80	102	61	12	240	575	25	600

A* = Adiestrados
P = Programados

**PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO EN SALUD ANIMAL
PARA AMERICA LATINA (PROASA)**

Coordinación general

DR. MARIO V. FERNANDES
Coordinador, Programa de Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la
Salud
Washington, D.C., EUA

DR. PRIMO V. ARAMBULO III
Asesor Regional en Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la
Salud
Washington, D.C. EUA

DR. ALFONSO RUIZ M.
Coordinador Regional de PROASA
Programa de Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la
Salud
México, D.F., México

DR. OSCAR GALVEZ G.
Coordinador Regional de PROASA
Programa de Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la
Salud
Lima, Perú

DR. DANIEL ABARACON
Coordinador Regional de PROASA
Programa de Salud Pública Veterinaria-Centro Panamericano de Fiebre
Aftosa
Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la
Salud
Río de Janeiro, Brasil

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

SR. FRANK J. MARESCA
Jefe, División Cooperación Técnica I

ING. AGR. GREGORIO BELTRAN
División Cooperación Técnica I

DR. JOSE KOHOUT
División Cooperación Técnica I

ING. AGR. CESAR CAINELLI
Jefe, Sección de Ganadería, División de Desarrollo Agropecuario y
Forestal

DR. ABRAHAM A. ARCE
Sección de Ganadería, División de Desarrollo Agropecuario y Forestal

DR. ENRIQUE E. TORRES

CONTENIDO

VOLUMEN 1

PARTE 1. PRINCIPIOS DE ESTADISTICA EN SALUD ANIMAL

Introducción

- I. METODO ESTADISTICO**
 - Hechos de los que se ocupa la estadística
 - El conocimiento científico de los problemas de salud animal y el método estadístico
 - Planificación de un estudio

- II. OBSERVACION, RECOLECCION Y REGISTRO DE DATOS**
 - Observación, recolección y registro de datos
 - Redondeamiento de datos
 - Escalas de medición
 - Recolección de datos
 - Ordenamiento de datos

- III. CUADROS Y FIGURAS**
 - Cuadros y figuras
 - Lectura de tablas o cuadros
 - Tipos de tablas o cuadros
 - Gráficos
 - Tipos de gráficos

- IV. TENDENCIA CENTRAL Y VARIABILIDAD**
 - Medidas de tendencia central
 - Medidas de variabilidad o dispersión

- V. REGRESION Y CORRELACION**
 - Regresión lineal
 - Correlación rectilínea
 - Correlación múltiple y parcial

VI. SERIES CRONOLÓGICAS

Series cronológicas
Tendencia secular
Fluctuaciones periódicas

VII. ESTADÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

Estadísticas demográficas
Dinámica de la población
Estimación de la población
Ejercicios

PARTE 2. PRINCIPIOS DE EPIDEMIOLOGIA PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES

Introducción

VIII. ENFERMEDADES EN LAS POBLACIONES ANIMALES

Enfermedades en las poblaciones animales
Medio físico
Medio socio-económico
Medio biológico
Agentes biológicos específicos
Propiedades de los agentes biológicos
Reservorios de agentes y enfermedades transmisibles
Modos de transmisión del agente
Puertas de eliminación o de salida del agente
Factores del huésped
Susceptibilidad y resistencia
Ejercicio – Cadena epidemiológica

IX. CUANTIFICACION DE LOS PROBLEMAS DE SALUD ANIMAL

Medición de las enfermedades
Ejercicios
Ordenamiento y presentación de datos
Ejercicio

X. VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA

Vigilancia epidemiológica
Actividades de la vigilancia epidemiológica
Elementos de la vigilancia
Mecanismos para la obtención de datos
Ejercicios

- XI. INVESTIGACION EPIDEMIOLOGICA
 - Enfermedad de los legionarios
 - Investigación epidemiológica
 - Cuándo investigar
 - Cómo investigar
 - Epidemia de cólera en Londres
 - Ejercicio

- XII. CONTROL DE LAS ENFERMEDADES EN LAS POBLACIONES ANIMALES
 - Control de las enfermedades en las poblaciones animales
 - Alcance de las medidas de control
 - Tipos de medidas de control
 - Ejercicio
 - Respuestas

VOLUMEN 2

PARTE 3. SISTEMA DE INFORMACION Y VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA

- XIII. SISTEMAS DE INFORMACION EN SALUD ANIMAL
 - Introducción
 - Objetivos
 - Relaciones con otras áreas
 - Organización del sistema
 - Características de la información
 - Productos del sistema
 - Referencias

- XIV. ENCUESTAS POR MUESTREO PARA ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS EN POBLACIONES ANIMALES
 - Introducción
 - Ventajas y limitaciones del muestreo
 - Fundamentos básicos del muestreo
 - Muestreo probabilístico
 - Errores en el muestreo
 - Diseño de la muestra
 - Método de selección de los elementos
 - Planificación del muestreo
 - Organización y ejecución
 - Anexos

**XV. CARACTERIZACION DE LOS ECOSISTEMAS DE LA FIEBRE
AFTOSA**

Introducción

Epidemiología de la Fiebre aftosa

**Estrategias regionales para el control y la erradicación de la Fiebre
aftosa en América del Sur**

**Anexo: Modelo de caracterización epidemiológica de la Fiebre
aftosa**

AUTORES

DR. VICENTE LUIS ACUÑA
Servicio Nacional de Salud Animal
San Lorenzo, Paraguay

DR. PRIMO ARAMBULO III
Programa de Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud
Washington, D.C., U.S.A.

DR. VICENTE ASTUDILLO
Programa de Salud Pública Veterinaria
Centro Panamericano de Fiebre Aftosa
Organización Panamericana de la Salud
Río de Janeiro, Brasil

DR. ALUISIO BERBERT SATHLER
Secretaría Nacional de Defensa Agropecuaria (SNAD)
Ministerio de Agricultura
Brasil

DR. RICARDO CANCINO
División de Protección Pecuaria,
Servicio Agrícola y Ganadero
Ministerio de Agricultura
Chile

DR. JULIAN CASTRO MARRERO
Ministerio de Agricultura y Cría
Venezuela

DRA. REGINA DEPPERMAN
Secretaría de Agricultura
Porto Alegre, R.G., Brasil

DR. JAIME ESTUPIÑAN
Programa de Salud Pública Veterinaria
Centro Panamericano de Fiebre Aftosa
Organización Panamericana de la Salud
Río de Janeiro, Brasil

DR. OSCAR GALVEZ
Programa de Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud
Lima, Perú

DRA. MARIA TERESA DE GAUTO
Servicio Nacional de Salud Animal
San Lorenzo, Paraguay

DR. MIGUEL ANGEL GENOVESE
Servicio Nacional de Salud Animal
San Lorenzo, Paraguay

DR. NATAN HONIGMAN
Programa de Salud Pública Veterinaria
Centro Panamericano de Zoonosis
Organización Panamericana de la Salud
Buenos Aires, Argentina

DR. HERNAN MALAGA
Programa de Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud
Panamá, Panamá

DR. NAUM MARCHEVSKY
Programa de Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud
Panamá, Panamá

DR. ALEJANDRO MARENGO
Programa de Fiebre Aftosa
Servicio de Luchas Sanitarias
Buenos Aires, Argentina

DR. ANTONIO MENDEZ DA SILVA
Programa de Salud Pública Veterinaria
Centro Panamericano de Fiebre Aftosa
Organización Panamericana de la Salud
Río de Janeiro, Brasil

DR. FRANCISCO MUZIO
Dirección General de Servicios Veterinarios
Ministerio de Agricultura y Pesca
Uruguay

DR. JORGE QUINTANA LORA
Ministerio de Agricultura
Perú

DR. FELIX ROSENBERG
Programa de Salud Pública Veterinaria
Centro Panamericano de Fiebre Aftosa
Organización Panamericana de la Salud
Río de Janeiro, Brasil

DR. ALFONSO RUIZ
Programa de Salud Pública Veterinaria
Organización Panamericana de la Salud
México, D.F., México

DR. HUGO TAMAYO
Programa Nacional de Sanidad Animal
Ministerio de Agricultura y Cría
Quito, Ecuador

DR. MAIRO URBINA
División de Sanidad Animal
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

DR. ALFONSO VILLAGOMEZ
Servicio Nacional de Control de la Fiebre Aftosa, Rabia y Brucelosis
(SENARB)
Dirección Nacional de Ganadería
Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios
Bolivia

DRA. MARIA CECILIA WALSH
Servicio Nacional de Sanidad Animal
Secretaría de Agricultura y Ganadería
Argentina

DRA. MELBA WANDERLEY
Programa de Salud Pública Veterinaria
Centro Panamericano de Fiebre Aftosa
Organización Panamericana de la Salud
Río de Janeiro, Brasil

DR. JUAN ZAPATEL
Programa de Salud Pública Veterinaria
Centro Panamericano de Fiebre Aftosa
Organización Panamericana de la Salud
Río de Janeiro, Brasil

RECONOCIMIENTO

La Organización Panamericana de la Salud hace un meritorio reconocimiento a las instituciones públicas y privadas de los países que contribuyeron en la ejecución de los cursos de Epidemiología y participaron en la elaboración del presente manual.

CENTRO DE ENTRENAMIENTO DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA (CETREFA)

Pinhais, P.R., Brasil

ESCUELA DE BIOLOGIA

Universidad de Panamá, Panamá

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

Universidad Nacional

San Lorenzo, Paraguay

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

Universidad Central

Quito, Ecuador

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Tandil, Argentina

GORGAS, MEMORIAL

Panamá, Panamá

INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE

Ministerio de Salud Pública

Guayaquil, Ecuador

LABORATORIOS VETERINARIOS DE LA SIERRA

Ministerio de Salud Pública

Guayaquil, Ecuador

LABORATORIO DE INVESTIGACION DE REPRODUCCION
ANIMAL
Universidad Nacional de Panamá
Panamá, Panamá

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRIA
Quito, Ecuador

MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO
Panamá, Panamá

MINISTERIO DE AGRICULTURA
Asunción, Paraguay

PROGRAMA NACIONAL DE SANIDAD ANIMAL
Ministerio de Agricultura y Cría
Quito, Ecuador

SECRETARIA DE DEFENSA SANITARIA ANIMAL
Ministerio de Agricultura
Brasilia, D.F., Brasil

SECRETARIA DE DEFENSA SANITARIA ANIMAL
Ministerio de Agricultura
Curitiba, Paraná, Brasil

SECRETARIA DE SAUDE PUBLICA
Curitiba, Paraná, Brasil

SERVICIO NACIONAL DE SALUD ANIMAL (SENASA)
Buenos Aires, Argentina

SERVICIO DE LUCHAS SANITARIAS (SELSA)
Buenos Aires, Argentina

SERVICIO DE LABORATORIOS (SELAB)
Buenos Aires, Argentina

INTRODUCCION GENERAL

Es fundamental para la elaboración de programas de salud animal, que tratan de modificar el comportamiento de los factores ambientales que afectan la producción animal, una más acabada comprensión de las diversas interacciones ambientales que se dan en el espacio geográfico o región donde se desarrolla la ganadería.

En general, el comportamiento espacial de las enfermedades del ganado tiene un alto grado de relación, con las manifestaciones diversas que regionalmente presenta la organización económico-social que el hombre le da a las explotaciones ganaderas. De esta manera, las distintas categorías de presentación de una enfermedad se corresponden con formas geográficamente predominantes de producción animal, quedando así establecido un vínculo determinístico con respecto a los ecosistemas de una enfermedad.

Sistemas de información y vigilancia epidemiológica

La necesidad de tener el conocimiento antes señalado ha derivado de la exigencia cada vez más apremiante de elaborar propuestas estratégicas de acción, que tiendan a quebrar las interacciones ambientales que permiten la mantención y la propagación de agentes mórbidos específicos que causan daños a la producción ganadera.

El tener que tomar decisiones con bases objetivas, consistentes y oportunas, sea sobre estrategias a aplicar, como sobre medidas correctivas a las que se aplican, hizo indispensable la creación de un sistema de "inteligencia epidemiológica". Este sistema cubre todo el proceso informacional, desde la recolección, procesamiento, análisis e interpretación de las informaciones epidemiológicas, referidas a la enfermedad e infección, así como a todos los factores determinantes de la conducta del binomio salud-enfermedad. El producto de este proceso está orientado a la elaboración de recomendaciones y propuestas de acción que modifiquen el comportamiento de entidades mórbidas, que resultan desfavorables para la producción animal.

Ecosistemas y caracterización de la población ganadera

Un ecosistema de una enfermedad comprende una combinación de componentes vivos (biocenosis) e inanimados (biotopo), con múltiples interconexiones entre sí, constituyendo un complejo sistema, que observado desde el punto de vista de la manutención y difusión de un agente mórbido específico, constituye un ecosistema para él. Hay ecosistemas con condiciones muy favorables para la sobrevivencia del agente específico, hay ecosistemas con condiciones no favorables para tal finalidad, de ahí que se hable de ecosistemas endémicos, paraendémicos y libres. Los diversos ecosistemas presentan entre sí interrelaciones.

Las interacciones entre los factores productivos de la ganadería, que es el medio donde un agente puede habitar, influyen sobre las interrelaciones entre las diferentes categorías epidemiológicas (susceptibles, infectados e inmunes) y así sobre las características de presentación de la enfermedad. De esta manera, las interrelaciones entre factores productivos, que configuran formas características de producción ganadera, determinan las modalidades regionales de conducta de la enfermedad, que son los llamados ecosistemas.

Las regiones con predominio de la ganadería extractiva-extensiva determinan ecosistemas endémicos primarios, donde las condiciones ambientales favorecen la manutención de un agente infeccioso.

De estas regiones salen grandes contingentes de machos jóvenes, para ser engordados en otras áreas.

Las regiones de producción de engorde, por recibir animales jóvenes (susceptibles e infectantes), y tener alta densidad, constituyen ecosistemas endémicos secundarios. La presentación de la enfermedad es intensa y con fluctuación estacional. Las regiones con otras formas de producción (lechería, ganadería familiar), no presentan condiciones adecuadas al mantenimiento del virus y por lo tanto son considerados ecosistemas paraendémicos.

ESTRUCTURACION DEL CURSO EN VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA

Uno de los propósitos del Programa de Adiestramiento en Salud Animal para América Latina (PROASA), era el de causar un efecto multiplicador del conocimiento, lo cual requería de guías o modelos para que los países interesados, pudieran reproducir los cursos ofrecidos por este programa. Con este fin, en esta sección se exponen los componentes didácticos, programa de actividades y objetivos de un curso en Vigilancia Epidemiológica, para que sirva de modelo y sea adecuado a las diversas circunstancias y necesidades de los países ejecutores.

Objetivos del curso

GENERAL

Capacitar a los participantes para que puedan realizar el diagnóstico de Salud Animal y elaborar programas que tengan por base prevenir, controlar o erradicar las enfermedades que inciden en las poblaciones animales.

ESPECIFICOS

Al concluir el curso, los participantes deberán estar en capacidad de:

- Cuantificar las observaciones y describir los resultados en cuadros, proyectarlos en gráficas, determinar proporciones, porcentajes y medidas destinadas a caracterizar cómo varían los valores de las variables observadas.
- Medir el riesgo de cometer error, cuando se forma un juicio respecto a la población a partir de los resultados observados en una muestra.
- Describir las características y relaciones entre agente causal, huésped y medio ambiente que inciden en los estados de salud y enfermedad.
- Realizar observaciones y análisis rutinarios de la ocurrencia y distribución de enfermedades, como también de los factores pertinentes a su control para la toma oportuna de acciones.

- Diseñar programas de prevención, control o erradicación de enfermedades que inciden en las poblaciones animales.
- Elaborar modelos epidemiológicos.
- Definir la política de salud animal a nivel regional y nacional
- Elaborar un plan de emergencia para el control del eventual apareamiento de enfermedades exóticas.

Perfil del participante

El participante a los cursos de Vigilancia Epidemiológica debe ser:

- Médico Veterinario graduado.
- Actualmente trabajando en los servicios oficiales de Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria o Facultades de Medicina Veterinaria.
- Hombre o mujer no mayor de 50 años.
- El número de participantes no debe ser mayor de 25.

Duración

El curso de Vigilancia Epidemiológica de PROASA ha sido concebido para una duración de 7 semanas, equivalente a 280 horas didácticas, de las cuales 88 horas son dedicadas a un proyecto de campo para la caracterización epidemiológica de una enfermedad específica.

Contenido

El contenido temático está organizado en cinco módulos:

a) Estadística

Este modelo comprende los siguientes temas:

- Introducción. Método estadístico. Variabilidad. Tipo datos.
- Concepto de distribución de frecuencias univariadas. Ordenación, presentación.
- Medidas de posición.
- Medidas de dispersión.
- Curva normal.
- Distribuciones bivariadas.

- Regresión lineal.
- Correlación.
- Series cronológicas.
- Variaciones estacionales.

b) Epidemiológica básica

- Definición. Conceptos básicos salud-enfermedad.
- Método epidemiológico.
- Aplicación y usos de la epidemiología.
- Enfermedades en la población, el animal, la enfermedad y el medio.
- Características del agente, huésped y medio ambiente.
- Modos de transmisión.
- Interacciones agente-huésped. Patogénesis e inmunidad.
- Causalidad, asociaciones. Tiempo, espacio, individuo.
- Tipos de estudios observacionales.
- Indicadores de salud. Incidencia, prevalencia.
- El proceso epidémico. Ecosistemas de las enfermedades.
- Investigación epidemiológica.
- Aplicación de la epidemiología a la prevención, control y erradicación de las enfermedades.

c) Vigilancia

- Concepto moderno de control dirigido.
- Sistemas de información. Recolección y comunicación.
- Aspectos de vigilancia.
- Monitoreo. Cartas epidemiológicas, caracterización regional.
- Archivo y recuperación de datos. Cartones de perforación marginal.
- “Trace-Back” y “Cross-sectional”.
- Ficha del criador.
- Métodos de muestreo. Teoría del muestreo. Determinación del tamaño de la muestra.
- Muestreo para la detección de eventos raros.
- Procesamiento de datos resultantes de un muestreo. Evaluación de resultados.
- Uso del computador.

d) Modelos epidemiológicos

En este módulo se exponen y discuten algunos modelos epidemiológicos de las enfermedades de mayor ocurrencia en la región o país sede del curso.

e) Planificación y administración aplicada a salud animal

Los temas expuestos en este módulo son:

- Costo/beneficio
- Caracterización epidemiológica
- Caracterización de las formas de producción en Paraná, Brasil.
- Caracterización de los ecosistemas de fiebre aftosa en Paraná, Brasil.

Carga horaria

La carga horaria por módulo o componente es como sigue:

Modelo	Número horas
1) Estadística	36
2) Epidemiología Básica	36
3) Vigilancia Epidemiológica	64
4) Modelos Epidemiológicos	32
5) Planificación y Administración Aplicada a Salud Animal	24
6) Caracterización Epidemiológica	88
TOTAL	280

Programa de actividades

Los programas de los cursos realizados por el Programa de Adiestramiento en Salud Animal para América Latina (PROASA), han sido aplicados con éxito en diferentes países, por lo tanto, se considera que el siguiente programa podrá ser reproducido y adecuado para aplicarlo a los recursos y necesidades de cada país.

Programa de Actividades

DIA	HORARIO	TEMA	TIPO DE EXPOSICION
1	08:00-09:00	Inscripción	
	09:00-10:00	Inauguración	
	10:00-12:00	Defensa Sanitaria Animal en región o país sede.	Teórico con ayuda audiovisual.
2	08:00-12:00	Epidemiología: Definición, conceptos básicos de salud-enfermedad. Método epidemiológico. Aplicación y usos de la epidemiología.	Teórico con ayuda audiovisual
	14:00-18:00	Estadística: Finalidad de la estadística. Método estadístico. Variabilidad. Tipo, datos.	Teórico. Ejercicios de grupo.
3	08:00-12:00	Estadística: Concepto de distribución de frecuencias univariadas. Ordenación, presentación.	Teórico. Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Epidemiología: Enfermedades en la población, el animal, la enfermedad, el medio. Componentes ecológicos: Características del agente, huésped y medio ambiente.	Teórico con ayuda audiovisual
4	08:00-12:00	Estadística: Medidas de posición.	Teórico. Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Epidemiología: Modos de transmisión, Período de incubación.	Teórico con ayuda audiovisual.
5	08:00-12:00	Estadística: Medidas de dispersión.	Teórico. Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Epidemiología: Interacciones agente-huésped. Patogénesis, inmunidad.	Teórico con ayuda audiovisual.
6	08:00-12:00	Estadística: Distribuciones bivariadas. Regresión lineal.	Teórico. Ejercicio de grupo.

DIA	HORARIO	TEMA	TIPO DE EXPOSICION
	14:00-18:00	Epidemiología: Causalidad, asociaciones. Dimensiones: tiempo, espacio, individuo. Tipos de estudio observacionales.	Teórico con ayuda audiovisual
7	08:00-12:00	Estadística: Continuación. Regresión lineal.	Teórico. Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Epidemiología: Indicadores de salud. Incidencia, prevalencia.	Teórico. Ejercicio de grupo.
8	08:00-12:00	Estadística: Correlación.	Teórico. Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Epidemiología: El proceso epidemiológico. Ecosistemas de las enfermedades.	Teórico. Con ayudas audiovisuales.
9	08:00-12:00	Estadística: Series cronológicas. Variaciones estacionales.	Teórico. Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Epidemiología: Investigación epidemiológica aplicada a enfermedades de animales.	Teórico. Discusión de grupo.
10	08:00-12:00	Estadística: Continuación. Series cronológicas y variaciones estacionales.	Teórico. Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Epidemiología: Aplicación de la epidemiología a prevención, control y erradicación de las enfermedades.	Teórico.
11	08:00-12:00	Vigilancia: concepto moderno de control dirigido. Sistemas. Marco de referencia.	Teórico.
	14:00-18:00	Vigilancia: Sistema de información, aspectos operacionales integrados, organización.	Teórico.
12	08:00-12:00	Vigilancia: Aspectos de vigilancia. Componentes de población, morbili-	Teórico. Ejercicio de grupo.

DIA	HORARIO	TEMA	TIPO DE EXPOSICION
		dad y acciones. Necesidad de información. Indicadores.	
	14:00-18:00	Vigilancia: Sistema de información: Re-colección y comunicación.	Teórico.
13	08:00-12:00	Vigilancia: monitoreo. Cartas epidemiológicas.	Teórico.
	14:00-18:00	Vigilancia: Canales de comunicación. Organización, flujos y tiempos.	Teórico
14	08:00-12:00	Vigilancia: Monitoreo. Caracterización regional.	Teórico.
	14:00-18:00	Vigilancia: Archivo y recuperación de datos: tarjetas de perforación marginal.	Teórico.
15	08:00-12:00	Vigilancia: Procedimientos "Trace-back" y "Cross-sectional". Riesgo relativo.	Teórico. Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Vigilancia: datos poblacionales. Ficha del criador. Retroalimentación del sistema de información.	Teórico.
16	08:00-12:00	Métodos de muestreo: conceptos básicos, objetivos, población, objeto, dominios.	Teórico. Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Teoría del muestreo: estimación de una tasa de prevalencia, precisión, nivel de confianza.	Teórico. Ejercicio de grupo.
17	08:00-12:00	Muestreo: Determinación del tamaño de la muestra.	Ejercicio de grupo.
	14:00-18:00	Muestreo: Fracciones de muestreo. Procedimientos de selección de las unidades muestrales.	Teórico. Ejercicio de grupo.
18	08:00-12:00	Muestreo para la detección de eventos	Teórico. Ejercicio de grupo.

DIA	HORARIO	TEMA	TIPO DE EXPOSICION
		raros. Organización del trabajo de campo.	grupo.
	14:00-18:00	Procesamiento de datos de un muestreo. Evaluación de resultados. Uso del computador.	Teórico-Práctico.
19	08:00-18:00	Modelo epidemiológico: Fiebre Aftosa.* Aspectos Económicos.	Teórico. Ejercicio de
20	08:00-18:00	Modelo epidemiológico: Peste suina clásica*. Modelo epidemiológico.	Teórico.
21	08:00-12:00	Modelo epidemiológico: Anemia infecciosa equina.*	Teórico. Discusión de grupo.
	14:00-18:00	Salud Pública Veterinaria: Regional o del país sede.	Teórico
22	08:00-18:00	Modelo epidemiológico: Brucelosis*	Teórico: Discusión de grupo.
23	08:00-18:00	Planificación aplicada a salud animal.	Teórico. Discusión de grupo.
24	08:00-18:00	Administración aplicada a salud animal.	Teórico. Discusión de grupo.
25	08:00-18:00	Costo/Beneficio	Teórico/práctico
26-34		Caracterización de las formas de producción de la región o país sede. Ecosistemas de una enfermedad específica en la región o país sede.	Trabajo de Campo.
35	09:00	Evaluación final.	
	11:00	Clausura.	

*La selección de las enfermedades se basa en la importancia y prioridades de cada región o países.

Parte 1.
Principios de
estadística en salud
animal

INTRODUCCION

La estadística ha sido definida de muchas formas, todas referidas en términos generales a tres campos de procedimientos que aun con algunas diferencias llevan el nombre de estadística.

Conceptualmente el procedimiento más común y difundido es el de estadística relacionada a la acumulación de datos recolectados de poblaciones humanas o animales, estadísticas vitales.

Ahora bien, la recolección de datos debe efectuarse siguiendo un método que nos permita manejarlos, ordenarlos y obtener de ellos un valor que represente de una manera general a todo un grupo de observaciones. Además calcular proporciones o porcentajes que nos dan la importancia relativa de un grupo dentro del total de los individuos de los cuales se han recogido los datos. Esto es, el conjunto de métodos sencillos que denominamos estadística descriptiva.

Por último, tenemos un tercer grupo de métodos que se refiere a lo que se llama inferencia estadística, es decir, sacar conclusiones generales a partir de una limitada cantidad de datos. Estos métodos estadísticos nos permiten generalizar sobre ciertos valores, sobre ciertos promedios o proporciones que resultan imposibles de conocer estudiando a todos los individuos, sea por la magnitud misma del número de los que componen una población o sea porque es imposible alcanzar en forma teórica a todos los individuos de esa población.

Introducido el tema, es de importancia decir que este volumen dedicado a principios de estadística no pretende formar profesionales médicos veterinarios con conocimientos profundos del tema; su objetivo principal es proporcionar al médico veterinario que labora en el campo una herramienta sencilla que le sirva de apoyo para cuantificar los problemas que inciden en la salud del hombre y en las poblaciones animales en áreas de su competitividad.

En otras palabras, permitir —con un lenguaje común y sencillo— un flujo de información ordenada según requerimientos de la magnitud con que se presentan enfermedades que afectan a los animales y que son objeto del control oficial, como también de las acciones tomadas y de su pertinencia y eficacia.

Pretende también, a través del análisis de series históricas, establecer tendencias de las enfermedades bajo control, así como también determinar índices que nos señalan con claridad relativa que debemos declarar un “estado de alarma” previniendo un brote epidémico.

I. Método estadístico

I. METODO ESTADISTICO*

HECHOS DE LOS QUE SE OCUPA LA ESTADISTICA

Existen muchos fenómenos (hechos) naturales y sociales que son determinados por una multiplicidad de causas, las cuales además se interrelacionan entre sí y dependen a la vez de múltiples otras causas. Muchas de ellas son desconocidas y en conjunto contribuyen en forma significativa para producir el efecto estudiado. Esto es lo que hace que un fenómeno sea de naturaleza compleja. Un sector importante de esas causas desconocidas es de microcausas; en el sentido de que su contribución individual es pequeña, lo que las hace incontrolables desde el punto de vista práctico. De ahí que al repetir la ocurrencia del fenómeno, aun cuando sea en condiciones de la mayor uniformidad, se produzcan resultados o respuestas diferentes. Esto es lo que hace que la ocurrencia de un fenómeno natural o social sea variable. La estadística permite tratar este tipo de fenómenos de una manera más elaborada que la forma vulgar.

La estadística se aplica:

Cuando se hacen observaciones repetidas en condiciones similares.

Cuando a pesar de tener las mayores precauciones en uniformar las condiciones en que se hacen las observaciones, los resultados que ellas presentan son diferentes, son variables.

Cuando el valor de la expresión cuantitativa, de cualquier observación individual, es *incierto*, no *predictible*, aun cuando se conozcan algunos factores que pueden ser determinantes de carácter en estudio.

Es un hecho tratable por la estadística el nivel de anticuerpos circulantes contra la fiebre aftosa en la población bovina. No es un problema tratable por la estadística el valor de la hipotenusa de un triángulo. En el problema de los anticuerpos, aun cuando sepamos cual es la raza, sexo, edad, peso, condiciones sanitarias y el período de tiempo postvacunal, etc., no se puede predecir el valor del índice de seroprotección, al medir el nivel de anticuerpos con este indicador. Si un cierto bovino, especificadas las condiciones ya enumeradas, tiene un valor de seroprotección de 2,3, otro bovino en las mismas condiciones puede tener un valor 0,5. En cambio en el caso del cuadrado de la hipotenusa, si se dan los valores de los dos catetos (condiciones) se puede predecir en

* La sección de método estadístico se ha elaborado parcialmente, tomando como base: "Estadística Descriptiva en Salud Animal" por Astudillo, V.; Malaga, H.; Wenderley Melba, Vol. I y II. *Serie de Manuales Didácticos No. 6*. OPS - Centro Panamericano de Fiebre Aftosa. Río de Janeiro (1976).

forma cierta el valor de la hipotenusa. Además, si dos triángulos tienen los mismos valores para los catetos (las mismas condiciones) el valor de la hipotenusa será el mismo, para los dos triángulos. En este último caso se puede decir que conociendo los factores determinantes, el resultado es predecible.

El hecho de que las repeticiones de un carácter manifiesten variación (diferencias en el resultado) se debe a que los hechos naturales y sociales, como ya se ha dicho están influidos por una gama de causas (multicausalidad) que se interrelacionan entre sí y dependen a su vez de múltiples otras causas. La relación de factores causales es siempre incompleta, siendo la mayor parte de las causas desconocidas, razón por la cual se dice que la variación es *aleatoria* o *causal*. Se entiende por *azar (aleatorio)* una mezcla entre lo desconocido, lo parcialmente conocido y lo conocido.

La variación de origen aleatoria, que hace que un valor individual cualquiera sea irregular en su comportamiento sea imposible de predecir en forma lógica, tiene un orden o regularidad cuando es observada en un hecho colectivo, o sea, un conjunto de repeticiones individuales. En el hecho colectivo se presenta una regularidad que disminuye la incertidumbre. Los valores que puede asumir la característica se hacen más o menos probables, se tornan predecibles. Los resultados manifiestan ciertas tendencias, ya que algunos valores son más frecuentes que otros.

Los métodos estadísticos permiten estudiar el conjunto de observaciones y dilucidar esas tendencias generales, cuando las observaciones están influidas por múltiples causas de variación. Permiten captar el orden, la uniformidad que manifiestan los hechos naturales o sociales.

ACEPCIONES DE ESTADISTICA

Estadísticas. Datos cuantitativos afectados por una multiplicidad de causas.

Estadística o método estadístico. En un conjunto de procedimientos, especialmente adecuados, por una parte, para coleccionar, describir e interpretar datos cuantitativos afectados por múltiples causas de variación, por otra parte, para que basados en un conjunto pequeño de datos, se tomen decisiones sobre el comportamiento del fenómeno en el conjunto mayor de datos.

Estadística descriptiva. Conjunto de procedimientos que permiten la ordenación, presentación y resumen de grandes volúmenes de datos y formas manejables e inteligibles que permitan caracterizarlos.

Estadística inductiva. Conjunto de métodos que permiten hacer

generalizaciones sobre propiedades de un carácter en el agregado completo, a partir de un pequeño grupo de unidades o individuos.

EL CONOCIMIENTO CIENTIFICO DE LOS PROBLEMAS DE SALUD ANIMAL Y METODO ESTADISTICO

Los hechos en salud animal dependen de múltiples causas y son complejos, se presentan muy VARIABLES de un individuo a otro, de un rebaño a otro rebaño, de una región a otra, de un momento a otro.

El médico veterinario que trabaja en salud animal requiere hacer estos hechos inteligibles. A través del conocimiento de las relaciones causales podrá explicar racionalmente su ocurrencia, haciéndolos manejables, pudiendo de esta manera influir sobre ellos. Es decir, conociendo los factores que inciden sobre una enfermedad puede atacarlos, para reducir o eliminar la enfermedad.

Para llegar a establecer relaciones permanentes y esenciales entre los hechos y así poder manejarlos y modificarlos debe aplicar un procedimiento sistemático y lógico que cubra el ciclo completo desde el enunciado del problema hasta la evaluación de los resultados.

Para detectar una relación entre dos hechos, como camino para llegar a descubrir una *“relación causal” particular entre ellos*, se sigue un orden lógico de procedimientos que se puede descomponer, con fines pedagógicos, en las etapas siguientes:

Enunciado del problema por estudiar

Primero que nada, siguiendo la metodología de solución de problemas, se plantea en forma explícita el problema. Para plantear las alternativas de solución y sus correspondientes modelos es necesario tener algún conocimiento sobre las “relaciones causales” entre los componentes. Para esto será necesario averiguar la existencia de algunas de ellas para alimentar el modelo de solución.

Por ejemplo estamos frente al problema:

- inmunización deficiente de los bovinos contra la fiebre aftosa.

Planteamiento de una hipótesis

Considerando el ejemplo dado, una hipótesis o explicación provisoria podría ser: un factor responsable por la inmunización deficiente de la población bovina es la mala calidad de las vacunas.

Deducción de consecuencias verificables de la hipótesis

A veces no es posible verificar directamente la veracidad de la hipótesis, razón por la cual, en forma lógica se deducen consecuencias de la hipótesis, que se pueden verificar. Para el ejemplo dado: En los rebaños bovinos, que utilizan vacunas de mala calidad, habrá una mayor ocurrencia de fiebre aftosa que en rebaños bovinos que utilizan vacunas de buena calidad, en el supuesto que los dos conjuntos de rebaños son idénticos en todas las otras características.

Verificación de la hipótesis

Se hace a través de la *observación del hecho*. Implica la aplicación de procedimientos estadísticos. Por ejemplo, toman rebaños uniformes y se asignan al azar el tipo de vacuna a utilizar y se recogen datos sobre ocurrencia de fiebre aftosa, estableciendo la relación entre ambos hechos. Se debe tener en cuenta que una asociación estadística es necesaria pero no suficiente para establecer una "relación causal".

Interpretación de resultados

Si los hechos no están de acuerdo con las consecuencias deducidas de la hipótesis, entonces se rechaza la hipótesis. El uso de vacunas de mala calidad no es el único factor. Podrían haber otros factores que pudieran enmascarar el efecto de las vacunas de mala calidad. Por ejemplo, si en los rebaños que utilizan vacunas de mala calidad, mantienen normas sanitarias rigurosas y si la *no aplicación* de medidas sanitarias fuera otro factor influyente, entonces el efecto real de las vacunas de mala calidad, quedaría enmascarado por el efecto contrario de la aplicación rigurosa de medidas sanitarias. Si los hechos están de acuerdo con consecuencias verificables deducidas de la hipótesis, entonces se aplica la hipótesis planteada.

Si el factor más importante en la pobre inmunización de la población bovina fuera la no aplicación de medidas sanitarias y en rebaños que utilizan vacunas de mala calidad, no se aplicara ningún tipo de medidas sanitarias, la mayor ocurrencia de fiebre aftosa en esos rebaños podría interpretarse como efecto exclusivo del uso de vacunas de mala calidad por ser éste el carácter considerado según la hipótesis, lo que sí sería real.

Esta forma de adquirir conocimiento científico en salud animal es posible aplicando el método estadístico. Permite verificar la hipótesis a través de la colecta y análisis de los datos y extraer conclusiones válidas. En el campo de la salud animal no se pueden verificar hipóte-

sis con certeza como ocurre en el campo de las ciencias exactas. Una hipótesis sólo es *probablemente verdadera*. Dado que no es posible considerar todos los factores que influyen, ni tampoco todos los individuos, por riguroso que sea el estudio, se produce variación en los resultados. La conclusión tiene cierto grado de incertidumbre. Las relaciones que se presentan en las ciencias naturales y sociales son aproximadas, tienen por fundamento la frecuencia por lo cual se tornan más o menos probables. En cambio en las ciencias exactas las relaciones entre una causa y el efecto tienen el carácter de "necesario y suficiente". La diferencia de cómo es una relación en estos dos campos se puede esquematizar de la manera siguiente:

— Si existiese una relación de "causa" (cuerpo lúteo retenido) y "efecto" (metritis), se podrían presentar los resultados siguientes:

i) Modelo en las ciencias exactas

CUERPO LUTEO RETENIDO			
METRITIS	SI	NO	TOTAL
SI	200	0	200
NO	0	200	200
TOTAL	200	200	400

ii) Modelo en las ciencias naturales

CUERPO LUTEO RETENIDO			
METRITIS	SI	NO	TOTAL
SI	183	24	207
NO	17	176	193
TOTAL	200	200	400

PLANIFICACION DE UN ESTUDIO

El método estadístico proporciona procedimientos para llevar a la práctica las etapas del método científico que requieren recolección, análisis e interpretación de datos.

La planificación de un estudio permite determinar previamente que es lo que se requiere conocer y la secuencia de pasos tendientes a:

- . obtener datos pertinentes y apropiados,
- .. que permitan un análisis objetivo,
- ... que conduzca a conclusiones válidas con respecto al problema en estudio.

Dentro de la fase de planificación se pueden considerar los siguientes aspectos:

Definición de los objetivos

Objetivo es lo que se pretende alcanzar o a lo que se quiere llegar (PARA QUE). Si no se tiene claro lo que se quiere hacer o lo que se desea alcanzar no se puede actuar científicamente. Si este paso falta, por creerlo subentendido, está expuesto a pérdidas de tiempo, esfuerzos y recursos. Una buena definición de los objetivos orienta la planificación de la colecta de información adecuada y de los procedimientos de análisis de los datos.

Formalmente la definición del objetivo puede corresponder a una descripción o a una explicación. En el primer caso se enuncia el problema a estudiar, precisando su alcance y sus límites.

En el segundo caso se trata de la deducción de las consecuencias prácticas de la hipótesis, si ella fuera cierta.

Definición del universo o población

Universo, es el conjunto de elementos, individuos o casos, que manifiestan las características o hecho que nos interesa observar, medir y conocer y al cual se van a aplicar las conclusiones del estudio.

Es muy importante *delimitar en forma clara* el conjunto de individuos a estudiar para no gastar recursos e incluir aquellos que no interesan. así por ejemplo, al describir la producción de leche de las vacas de una región, será importante definir qué se entiende por vacas, por producción de leche (diaria, lactancia).

Determinación de la muestra

Puede ser impracticable o innecesario el estudio del universo completo.

Muestra es una parte del universo, seleccionada de acuerdo con ciertos principios probabilísticos o casuales, lo que permite que los resultados en ella obtenidos se puedan generalizar al universo de origen.

Definición del grupo testigo o control

Cuando el estudio es de carácter explicativo, es decir, existe una hipótesis que verificar, entonces se hace necesario considerar grupos de individuos que tengan y no tengan la característica estudiada. Se llamará grupo de estudio a aquél que tiene la característica y grupo testigo el que no la posee.

Cuando se trata de medir el efecto de una vacuna antiaftosa en un grupo de bovinos, es indispensable que exista otro grupo de bovinos cuya única diferencia con el que se le aplica la vacuna sea la ausencia de ella.

Si se aplica un tratamiento que resulta favorable en el 90% de los casos, no debemos impresionarnos con el resultado, ya que puede ser que en un grupo sin el tratamiento, los resultados favorables pudieran ser iguales o incluso superiores.

Requisitos de un grupo testigo

Provenir del mismo universo que el grupo en estudio. Ambos grupos deben tener composición semejante en cuanto a otras características que pudieran influir en el resultado.

Diferenciarse del grupo en estudio sólo por la ausencia de la característica en estudio.

Determinación de las unidades de observación

Definir en qué elementos se observará (medir o contar) la característica en estudio.

Puede ser que si hay varios objetivos, cada uno requiera de diferentes unidades de observación. Puede haber aspectos que se refieran a rebaños, otros a vacas, otros a cada bovino.

PROBLEMA	UNIVERSO	UNIDAD OBSERVACION
Hemograma	Sangre de un individuo	Un centímetro cúbico
Tamaño camada cerdo al nacer, región A	Todos los tamaños de las camadas de cerdos al nacer en región A	Cada camada al nacer en región A
Movimiento de animales	Archivo de fichas de una Inspectoría Veterinaria	Cada ficha por rebaño

II. Observación, recolección y registro de datos

OBSERVACION, RECOLECCION Y REGISTRO DE DATOS

Todo conocimiento tiene su origen en algún proceso de observación, esta puede ser tan simple que se reduzca a comprobar si un suceso tiene lugar o no, si un individuo pertenece a una raza o no. Otras veces la observación puede entrañar un procedimiento más complicado como por ejemplo la determinación de la cantidad de hemoglobina en 100 cm³ de sangre. Como se comprenderá al primer tipo se le denomina generalmente datos de enumeración o recuento, el segundo tipo va asociado a una medición; es decir, se enuncian las modalidades o se mide la magnitud.

La medida de los fenómenos observados depende de la naturaleza de la *variable*, término usado para designar el resultado de la observación de un fenómeno o característica.

La observación puede ser de fenómenos de naturaleza cualitativa, es decir, lo relativo a atributos o cualidades.

Si la variable es de naturaleza cualitativa, esto es, los fenómenos observados tienen esta característica, la mensuración consiste en destinar a cada individuo a las diferentes modalidades o *clases* del fenómeno estudiado.

La condición más importante, es que las clases tengan los límites bien definidos. En muchos casos las clases están naturalmente definidas, entonces no existen dudas para la exacta distinción de ellas, ejemplo la clasificación de bovinos según sexo, raza o la presencia de determinada enfermedad. Las modalidades o atributos en estos casos son bien definidos: el animal es macho o hembra, de las razas Holstein o Brown Swiss, reacciona o no a la prueba de la tuberculina; estas cualidades solamente son enumeradas. En cambio, cuando la selección de la categoría correspondiente incluye un juicio personal, el problema no es tan simple, pues, no siempre puede excluirse la apreciación personal en las clasificaciones, y, aunque se establezcan criterios bien definidos, la comparación de clasificaciones efectuadas por personas diferentes tendrá que hacerse con cuidado, ejemplos de lo expresado con anterioridad es la enumeración de modalidades resultantes de la lectura del resultado de aplicar tuberculina en un hato de ganado dedicado a la explotación lechera, o también, la clasificación de los sueros obtenidos de ese hato, según el resultado de la prueba rápida de aglutinación en placa para diagnósticos de brucelosis.

Es conveniente por lo antes dicho, que se verifique experimentalmente hasta qué punto las definiciones estipuladas eliminan o reducen la influencia de la subjetividad.

Existen además otros fenómenos, siendo estos de diferente naturaleza, su magnitud puede ser medida, estos fenómenos son de naturaleza *cuantitativa*, las variables de esta naturaleza se clasifican en: variables cuantitativas discretas y variables cuantitativas continuas. Su definición podría ser la siguiente:

Variables cuantitativas *discretas* o discontinuas, son aquellas que sólo pueden ser expresadas como unidades enteras.

Variables cuantitativas *continuas*, se denominan aquellas en las que puede concebirse un número infinito de fracciones entre una unidad y otra.

Ejemplos:

Cuando clasificamos caballos según el número de leucocitos por m.m.

Leucocitos por m.m. 10^3		Frecuencia
5	7	12
7	9	30
9	11	50
11	13	6
13	15	2

El fenómeno en observación es de naturaleza cuantitativa *discreta*, no existen fracciones de leucocitos, luego el número computado tendrá que ser entero.

Por el contrario cuando clasificamos caballos según el número de gramos de hemoglobina por 100 ml de sangre:

Gramos de hemoglobina/100 ml de sangre		Frecuencia
11.0	12.4	10
12.4	13.8	15
13.8	15.2	35
15.2	16.6	25
16.6	18.0	15

En este último caso, la medida está dada por un número entero de

gramos o fracción de gramo, dependiendo de ello el grado de exactitud de la medida. En este caso el fenómeno observado es de naturaleza cuantitativa *continua*, pues un caballo podrá tener por 100 ml de sangre 13.8 gm, 13.85 gm, 13.855 gm de hemoglobina.

Debido a las limitaciones de los métodos de mensuración se desconoce el valor exacto de las mediciones continuas, por lo que en la práctica son registradas generalmente como valores o fenómenos discretos.

Cuando se trabaja con datos cuantitativos continuos, la forma de agrupar las medidas constituye ya un verdadero problema. Es necesario reconocer que algún detalle ha de perderse cualquiera sea la forma de agrupación. Si se ha de incluir en un mismo grupo a terneros recién nacidos cuyo peso oscila entre 30 kilogramos y 45 kilogramos, renunciaremos a saber cuántos pesan 30, 31, 32 kg., etc. En general si se definen de 8 a 15 grupos, no será mucha la información perdida. Es necesario además definir claramente los límites de estos grupos o *intervalos de clase* como se les denomina usualmente, de manera que sepamos bien a qué intervalo pertenece una observación individual. En la mayor parte de los casos, lo mejor es seleccionar intervalos de igual extensión.

Los datos de medidas de fenómenos cuantitativos ofrecen mayor suma de informaciones de las que podemos obtener del estudio de variables cualitativas. Además de permitir decisión en cuanto a la igualdad o diversidad entre individuos y de propiciar el establecimiento de un orden, posibilitan aun información relativa a la magnitud de las diferencias entre dos o más observaciones.

Decíamos que, en la práctica, las mediciones continuas se registran como mediciones discretas, el grado de aproximación de las medidas en este caso son inevitables.

El último dígito dado en la medida implica precisión. Así, si un caballo tiene 13.8 gm. de hemoglobina por 100 ml., significa que el verdadero valor cae entre cualquier valor comprendido entre 13.75 y 13.85.

REDONDEAMIENTO DE DATOS

Cuando se eliminan dígitos no significativos, se debe tener presente:

— Si el dígito a ser eliminado es mayor que 5 o igual a 5 seguido de algún otro dígito diferente de cero, se agrega una unidad al dígito precedente al que va a ser eliminado. Ejemplo: Si se tiene 15.2634 y 12.45001 y se quiere expresarlos a través de tres dígitos significativos, éstos quedarán como 15.3 y 12.5 respectivamente.

– Si el dígito a ser eliminado es menor que 5, el último dígito significativo permanece inalterable. Ejemplo: 7.25 al expresarlo por un dígito significativo quedaría como 7.

– Si el dígito a ser despreciado es exactamente 5, puede suceder que: Si el dígito que precede al 5 a ser eliminado, impar, en ese caso se le agrega una unidad al último dígito significativo. Ejemplo: Si se eliminan tres dígitos no significativos de 19.3500, quedará como 19.4. Si el dígito que precede al 5 a ser eliminado es par, en ese caso el último dígito significativo permanece inalterable. Ejemplo: Si se desea conservar sólo dos dígitos significativos 1.4500, el resultado se expresará como 1.4.

Las variables continuas no pueden ser descritas como expresiones cualitativas como son: animales grandes y pequeños, puesto que no existe una línea divisoria neta entre grandes y pequeños, sino que forman una serie continua, por lo que se debe utilizar términos definidos tales como: gramos, centímetros, etc., de manera que por estudios estadísticos sea posible llegar a su interpretación.

ESCALAS DE MEDICION

Ya dijimos que la más importante condición para destinar a cada individuo a las diferentes modalidades o clases, es que éstas tengan los límites bien definidos.

En algunos casos, las distintas clases del fenómeno estudiado no sugieren ninguna ordenación preferencial para su presentación, por ejemplo, cuando clasificamos un rebaño de animales según sexo, raza o especie, no hay ninguna razón que nos haga preferir un orden de presentación. Este nivel de medida se denomina escala *nominal* o *clasificatoria*, es la forma más primitiva o elemental de mensuración, en ella, sólo se permite contar. Se aplican símbolos o números para clasificar individuos o elementos.

En otros casos, ciertas variables cualitativas presentan atributos que guardan entre sí cierta jerarquía. Por ejemplo, cuando clasificamos sueros de origen bovino, según el resultado de la prueba de aglutinación en placa para diagnóstico de brucelosis, los iremos ordenando así: 0 cruces, 1 cruz, 2 cruces, 3 cruces ó 4 cruces. En estas modalidades hay una jerarquía pre-establecida a ser obedecida, sea ésta en orden creciente o decreciente, este nivel de medida es designado como *ordinal*.

Es muy fácil darse cuenta que cuando el nivel de medida de la variable es nominal u ordinal, el tratamiento estadístico de los datos es hecho con métodos que le son especialmente destinados. ¿Cómo

calcular la media aritmética de bovinos, equinos?, ¿como varían los valores alrededor de la media de 100 sueros a los que se les ha corrido la prueba para diagnóstico de brucelosis?, no podremos tener un equino y medio y un promedio de reacciones de 3 cruces punto 25.

Cuando las variables son medidas a través de una escala que no tiene un origen real o sea un punto cero verdadero, se denomina *intervalar*. Ejemplo: al comparar las escalas Centígrada y Fahrenheit para medir la temperatura, se encuentra que la razón entre dos valores de la escala Centígrada no es igual a los valores correspondientes a la escala Fahrenheit.

Así se establece una razón entre dos valores cualesquiera de la escala Centígrada, digamos $35:30=1.16$ la razón correspondiente a la escala Fahrenheit sería, $95:86=1.10$ se ve que la razón difiere una de otra.

Centígrados	°Fahrenheit
30	86
31	87.8
32	89.6
33	91.4
34	93.2
35	95

Cuando la escala tiene un origen real se está frente a una escala *proporcional*, en este caso la proporcionalidad entre dos valores de una escala es mantenida si se transforman los valores de esta razón con los correspondientes en la otra escala. Ejemplo si se establecen dos razones correspondientes en la otra escala. Ejemplo: si los valores de la variable se refiere a peso, expresado en kilos y libras.

Kilos	Libras
1	0.454
2	0.908
3	1.362
4	1.816
5	2.270

$4 = 4$ y $1.816 = 4$, se observa que la relación de los dos pesos es igual.
1 Kg. 0.454 lb.

Sintetizando, cuando los niveles de medida utilizados son el intervalar y el proporcional, principalmente este último, las variables permiten un tratamiento matemático no aplicable en el caso de mediciones efectuadas en escalas nominal u ordinal, ya que estas últimas tienen ciertas restricciones para un tratamiento aritmético.

Aparentemente esta caracterización parece obvia, pero hay casos en que puede ser tomada como de nivel intervalar una medida que realmente es de nivel ordinal. Así, por ejemplo, el observador puede considerar como de nivel intervalar o también proporcional los valores iguales a 1, 2, 3 ó 4, los resultados de una reacción en que la lectura se traduce por una, dos, tres o cuatro cruces. Realmente, no existen medios para poder asegurar que las diferencias entre cuatro y tres cruces sea la misma que la diferencia entre tres y dos cruces. Lo que se puede admitir es que 4 cruces representan una reacción más intensa que la que se expresa por 3 cruces, esto coloca a la medida usada como de nivel ordinal.

Veamos un ejemplo: Si tomamos volúmenes iguales de agua a temperaturas de 10°C y 20°C, al mezclar los dos volúmenes el agua tendrá una temperatura de 15°C, lo que representa realmente la media aritmética de las dos temperaturas. Si volvemos al ejemplo anterior de las reacciones de aglutinación y mezclamos un suero reactor positivo a 4 cruces con un negativo, no podemos prever con precisión cuál es la intensidad de la reacción de la mezcla, posiblemente se observe una reacción de 4 cruces. Este ejemplo, pone de manifiesto, en forma objetiva, porque no tiene sentido el cálculo de la media aritmética de valores medidos en escala ordinal.

RECOLECCION DE DATOS

La recolección de datos tiene por finalidad coleccionar información sobre las características en estudio, de manera de satisfacer los objetivos.

Los datos a recoger deben tener ciertas características que enumeramos a continuación:

- Deben ser *medibles*, ya que un propósito de cualquier estudio científico es la medición objetiva de las características estudiadas.
- *Pertinentes*, es decir se refieran a los objetivos del estudio.
- *Indispensables* para satisfacer los objetivos. No se deben recolectar datos que “casualmente podrían servir más adelante”, como acontece muchas veces.
- *Factibles* de obtener, ya que existen datos que a pesar de ser útiles son difíciles de coleccionar o sólo pueden ser obtenidos en algunas unidades de observación.

- *Lo más exacto posibles*, es decir, sin errores, ya que los *errores de información* conducen a conclusiones erróneas.
- *Definidos*, ya que si su significado no ha sido aclarado, no hay uniformidad de criterio en quienes lo recogen, obteniendo resultados no comparables e invalidando las conclusiones.

Cómo recolectar los datos

En general los datos necesarios para satisfacer los objetivos de un estudio se pueden producir (fuente primaria) o pueden ser utilizados datos ya recopilados (fuente secundaria).

La utilización de una fuente secundaria significa hacer uso de datos recogidos en estudios realizados con anterioridad. Estas fuentes secundarias pueden ser de dos tipos: publicaciones y los datos recolectados pero no publicados.

Los datos publicados se obtienen generalmente a partir de publicaciones de organismos estadísticos oficiales, revistas científicas y técnicas.

Los datos ya recolectados pero no elaborados ni publicados se obtienen de variadas fuentes, entre las que se pueden mencionar archivos epidemiológicos, fichas clínicas, registros de cooperativas pecuarias, archivos de servicios veterinarios, registros de los establecimientos pecuarios.

La mayor ventaja que ofrece el uso de fuentes secundarias es el ahorro de tiempo, trabajo y recursos, ya que basta encontrar las fuentes que contienen los datos. El inconveniente principal que tiene este procedimiento es la dificultad de conocer la cantidad de los datos a utilizar.

La utilización de fuentes primarias de datos (producirlos) ofrece la ventaja de recoger sólo aquellos datos necesarios, conociendo la calidad de ellos. La desventaja está en el gasto de recursos, tiempo y trabajo que involucra. Generalmente hay que elaborar cuestionarios especialmente adecuados.

Los procedimientos de recolección de datos a partir de fuentes primarias se pueden clasificar atendiendo a los criterios tiempo y cobertura. Según el *tiempo*, los procedimientos de recolección de datos se clasifican en continuos, periódicos y ocasionales. Según la *cobertura*, los procedimientos de recolección de datos se clasifican en *completos* y *muestrales*.

La recolección de datos *continua* en el tiempo se llama también *registro*. En esta forma, se anotan en forma permanente y obligatoria los hechos que se producen a través del tiempo. Ej.: registro civil,

registro de notificación por enfermedad vesicular, registros de las cooperativas lecheras. Las características principales de este procedimiento son las siguientes: *permanencia* en el tiempo, ya que no se interrumpe; *obligatoriedad* para el problema a que se refiere.

La recolección de datos *periódica* en el tiempo permite la obtención de datos en lapsos de tiempos regulares. El censo pecuario es un procedimiento de este tipo, ya que se lleva a cabo cada 10 años.

La recolección *ocasional* en el tiempo, se refiere a procedimientos que permiten obtener datos en forma esporádica, con duración limitada en el tiempo. Las encuestas por muestreo y los experimentos son ejemplos de este tipo de procedimiento.

Los procedimientos de recolección de cobertura total son *encuestas completas*. Ellos son exhaustivos ya que cubren todas las unidades de observación de un universo. Un ejemplo de esta forma de procedimiento, cuando se trata de enumerar todos los individuos de una población, es el censo de población, de vivienda, pecuario, etc.

Los procedimientos de recolección de datos, cuya cobertura no es completa, se llaman *encuestas por muestreo*. Permiten obtener información sobre alguna característica a partir de un conjunto de unidades de observación, consideradas representativas de todo el universo. El tema de muestreo es tratado en forma separada.

Métodos de recolección de datos a partir de las fuentes primarias

En este caso se trata de producir datos originales que interesan de acuerdo a los objetivos planteados en el estudio. Esta producción de información se hace a través de los siguientes métodos: observación, entrevista y cuestionario por correo.

La *observación* de los hechos es la apreciación directa y objetiva de las características estudiadas. Es el método clásico en muchos estudios científicos, aceptando sin embargo, que no todas las características pueden ser estudiadas a través del método de observación.

La observación de los hechos, de la cual resultan los datos que posteriormente serán elaborados, está expuesta a errores de muy diverso origen. Es importante preocuparse de reducir al máximo estos errores, ya que en todo el proceso estadístico posterior ellos persistirán, invalidando las conclusiones del estudio. Se deben eliminar todos aquellos factores perturbadores que tiendan a hacer poco exacta la observación.

Si se estudia algún aspecto de la epidemiología descriptiva de la fiebre aftosa y la contabilización de la frecuencia de bovinos enfermos es defectuosa, entonces las conclusiones serán de poco valor. Este es un *error del observador*. El error del observador, a veces se incrementa

cuando el registro de los datos, fruto de la observación, es descuidado y deficiente. De ahí que sea importante contar con instrucciones escritas acerca del contenido y forma del registro de datos observados, además de completarla con una crítica de ellos, que asegure la eliminación o rectificación de omisiones, vicios o la presencia de datos ilegibles.

En el estudio de ciertas características puede cobrar importancia otra fuente de error, la relativa a los instrumentos o métodos de medición. Puede ocurrir con algunas pruebas diagnósticas, con métodos para medir niveles de anticuerpos circulantes, etc. Estos errores son llamados *errores del instrumento de observación*.

Otro método de recolección a partir de una fuente primaria es el de la *entrevista*. Es muy utilizado en el campo de las ciencias sociales y para los médicos veterinarios que trabajan en salud animal debe ser un método conocido ya que en varias oportunidades han de valerse de él.

Cuando se habla de entrevista el término se restringe a su significado en la colecta de datos, es decir, la búsqueda de información. Para esto el entrevistado formula un conjunto de preguntas y anota las respuestas en un cuestionario uniforme, todo de acuerdo a un manual de instrucciones. Este método, como el anterior también, puede ser fuente de errores.

En cuanto a las características que ha de tener el *entrevistador* no es fácil enumerarlas. La importancia de cualquiera de ellas depende del tipo de encuesta. A veces puede ser importante que tenga un adecuado conocimiento del tema tratado. Otras veces, no es conveniente que tenga opiniones o prejuicios sobre el tema de la encuesta ya que pueden influenciar la respuesta. Sin embargo, existen algunas características personales que deben ser tomadas en cuenta para seleccionar entrevistadores. Entre ellas: honestidad, interés, exactitud, nivel de preparación compatible.

Es conveniente que el *entrevistador sea entrenado* para el desarrollo de sus tareas de información. Uno de los elementos importantes es el conocimiento del manual de instrucciones sobre el trabajo de terreno, indicando:

- encuentro de los entrevistadores
- solución a problemas de “no respuesta”
- cómo hacer las preguntas
- cómo se registran las respuestas
- instrucciones sobre el cuestionario

En este último documento deberían indicarse las definiciones necesarias.

Otro aspecto importante en la preparación de un entrevistador son las sesiones de discusión con el encargado del estudio, el que debe orien-

tar al entrevistador indicándole la finalidad de la encuesta y cuál se considera que es el procedimiento correcto de entrevista. Un tercer aspecto del entrenamiento del entrevistador es una aplicación previa en terreno de la entrevista, así se prueban además los cuestionarios e instructivos.

El entrevistador una vez que ubica al entrevistado debe explicar a éste el motivo de la encuesta y la institución mandante, indicándole al entrevistado, cuando así sea necesario, el carácter confidencial de la información que él proporcione.

En seguida se deben comenzar a *formular las preguntas* en el orden indicado, siguiendo las instrucciones.

En las preguntas que pudieran referirse a opiniones o conocimientos (SI SE LLEGARAN A FORMULAR) no se debe sugerir la respuesta.

Evitar insertar palabras como "realmente" antes de "le gusta", puesto que afecta la respuesta.

El *registro de las respuestas* debe ser escrupuloso. Pueden producirse errores de registro por cansancio del entrevistador, errores de uso de códigos complejos. En algunas encuestas se agrega un espacio para que el entrevistador manifieste alguna observación sobre la entrevista, especialmente sobre la validez de las respuestas.

También se debe tener en cuenta *la supervisión y el control del trabajo de terreno*. La supervisión debe estar a cargo de alguien que haya participado en todas las etapas, que pueda detectar deficiencias de trabajo e indicar su corrección. Debe ser el enlace entre el nivel central y el terreno.

Para mantener la buena calidad del trabajo de terreno, es conveniente someter a constante control las actividades desarrolladas en terreno.

El método de los *cuestionarios por correo* se menciona aunque tiene escaso uso en el campo de salud animal. En general es un método que presenta grandes limitaciones. Entre ellas se pueden mencionar:

- sólo es utilizable si las preguntas fueran muy simples y acompañadas de instrucciones muy claras y completas.
- generalmente hay gran cantidad de uso de respuestas.

La ventaja que ofrece este procedimiento es el bajo costo y la rapidez.

Elaboración de un cuestionario o formulario

Cuestionario o formulario es un documento impreso, especialmente confeccionado para obtener información consonante con algún objetivo bien definido. Debe contener las preguntas necesarias y los espacios correspondientes y suficientes para ser llenados con las respuestas.

Tanto para determinar el contenido como la forma de un formula-

rio es indispensable tener bien claro los *objetivos* del cuestionario.

- el de expresar los objetivos del estudio en preguntas específicas.
- el de motivar al entrevistado a proporcionar la información requerida.

Revisaremos algunos aspectos generales que se deben tomar en cuenta en la elaboración de un cuestionario. Primero que nada veremos los aspectos propios del *contenido*. Se debe tener en cuenta que cuestionarios muy extensos no se llenan muchas veces con exactitud, ni agrado, influyendo ésto en la calidad de la información proporcionada. Por tanto, en su construcción deben evitarse las preguntas que no sean estrictamente necesarias para cumplir con los objetivos del estudio.

Otro de los aspectos que debe considerarse en la construcción de un cuestionario es el *lenguaje*. Los términos elegidos deberán estar dentro del rango del vocabulario del respondiente, evitándose el uso de modismos. Tampoco es recomendable usar términos técnicos, excepto en aquellos estudios en que los entrevistados son técnicos. El cuestionario debe considerar además del lenguaje, la forma de las preguntas. Estas deben tener en cuenta el *marco de referencia del entrevistado*. Un ejemplo que muestra el efecto del marco de referencia se puede apreciar al hacer la siguiente pregunta: ¿Cómo están los animales? Puede responder bien, mal o regular, pero no se sabe si se refiere al estado sanitario, al manejo, a la producción, etc.

La forma de una pregunta debe estar de acuerdo con el *nivel de conocimiento del entrevistado*. Toda pregunta debe hacerse bajo el supuesto de que el entrevistado posee una respuesta adecuada.

Las preguntas deben formularse de modo que *no sugieran la respuesta*. Por ejemplo, una pregunta que pretende conocer la actitud acerca de la eliminación de vacas con brucelosis, podría formularse como: ¿qué piensa sobre la eliminación de vacas con brucelosis? La misma pregunta en forma totalmente sesgada podría formularse como sigue: ¿no dirá usted que está en contra de la eliminación de vacas con brucelosis, no es así?

Las preguntas deben limitarse a una *sola idea o referencia*. En preguntas como: “¿Qué opina usted de los programas de control de la fiebre aftosa y brucelosis?”, las respuestas no permitirán darse cuenta a cuál idea se refiere o si es a ambas. La forma aceptable para esta pregunta dependerá de los objetivos específicos. En algunos casos será necesario formular dos preguntas separadas, una para cada idea, en otros casos, si sólo se desea tener una idea de lo que la gente piensa en cuanto al problema en conjunto, podría ser recomendable la forma señalada anteriormente, teniéndose presente al analizar la respuesta que ella se refiere a ambas ideas y no a una en particular.

Fuera de la forma de cada pregunta se debe dar importancia al *orden de las preguntas en el cuestionario*. Las preguntas deben ordenarse de tal modo que aparezcan con sentido ante el respondiente. Un cuestionario bien diseñado facilita el paso de una pregunta a otra y a menudo lo lleva a anticiparse a la discusión.

La secuencia debe determinarse también por lo que se denomina un "acercamiento tipo embudo". Esto se refiere a la formulación de las preguntas más generales primero, seguidas por aquellas más específicas.

Según la forma de la respuesta, se pueden considerar dos tipos de preguntas: *abiertas y cerradas*.

En las preguntas abiertas el respondiente debe contestar en sus propios términos, estructurando la respuesta a su gusto. Este tipo de preguntas permite conocer el marco de referencia del respondiente, lograr información que no puede obtenerse a través de las preguntas cerradas.

A veces se utilizan preguntas abiertas en encuestas piloto para conocer posibles respuestas a ellas y luego poder confeccionar preguntas de tipo cerrado.

En las preguntas cerradas, el entrevistado debe elegir de un grupo de respuestas dadas aquella que esté más de acuerdo con su posición. En general las preguntas cerradas se adaptan bien a situaciones en que:

- hay sólo un marco de referencia desde el cual el respondiente puede contestar.
- dentro del marco de referencia hay un rango conocido de respuestas posibles.

Prueba del cuestionario

La prueba del cuestionario es una etapa fundamental. Aunque el diseño del cuestionario se haya hecho de acuerdo a todas las reglas establecidas, puede que en la práctica no funcione y deban hacerse cambios antes de aplicarlo en forma definitiva.

La prueba proporciona los medios para detectar problemas no previstos, tales como: redacción, longitud y secuencia de las preguntas. Puede indicar también la necesidad de agregar algunas preguntas y de eliminar otras. Es recomendable que la prueba del cuestionario se realice en individuos de la misma población en la cual se va a aplicar.

En cuanto a la *forma* del cuestionario, se puede considerar lo siguiente:

El *tamaño* que depende del número de datos necesarios. Se deben evitar los cuestionarios de tamaño excesivo.

Los *rubros* que sirven para localizar el cuestionario deben ir en el lugar más importante. Las preguntas relativas a un mismo rubro deben estar juntas.

Las instrucciones, si son cortas, deben ir cerca del rubro a que se aplican, puestas en renglones cortos y no a lo ancho del cuestionario. Si sirven para todo el cuestionario, debajo del encabezamiento. Si son muy largas, al reverso o en hoja anexa.

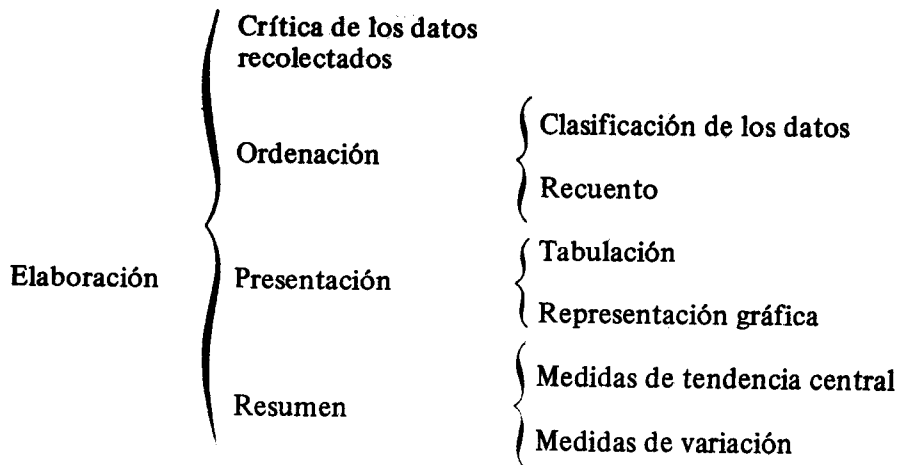
Para las *respuestas*: "sí", "no", pueden hacerse casilleros en que debe especificarse si debe tarjarse lo que corresponde a lo negativo.

ORDENAMIENTO DE DATOS

La elaboración de datos es un proceso estadístico que permite la ordenación, presentación y resumen de los datos de manera de hacerlos inteligibles y manejables.

La elaboración de los datos recolectados permite hacer una descripción de naturaleza estadística de los hechos observados. La masa de datos obtenida no permite interpretarlos. Entonces se *ordenan* sistemáticamente, clasificándolos y haciendo un recuento del número de unidades de observación que pertenecen a cada clase propuesta. En seguida se *presenta* esta situación en tablas o gráficas, que permiten destacar los hechos fundamentales, con lo cual ya es posible la interpretación y manejo de los datos. Sin embargo, este conocimiento se puede hacer más preciso al *resumir* toda la masa de datos a un par de valores característicos, fácilmente manejables y comprensibles, que reflejan las propiedades principales del hecho observacional en estudio.

Las etapas de la elaboración de datos estadísticos se pueden sintetizar en un simple esquema.



Crítica de los datos recolectados

Consiste en someter a control los cuestionarios con el objeto de criticar los datos que contienen. Se someten a juicio las respuestas defectuosas, se verifican omisiones, se constatan imperfecciones como datos poco legibles. En muchos de estos casos se puede intentar reparar la deficiencia volviendo a la fuente. Sin embargo, no siempre esta solución es posible, sea por falta de tiempo, por el elevado costo que significaría, por la dificultad de encontrar al entrevistado, o simplemente porque el hecho ya ocurrió y no es posible volver a observarlo en las condiciones establecidas. En estos casos se produce la pérdida de la información correspondiente.

La crítica de los datos debe ser la primera operación a ejecutar como parte del proceso de elaboración de los datos. También puede ser considerada como una etapa complementaria de la recolección de los datos. Donde quiera que a ella se le ubique, lo que sólo tiene importancia didáctica, ella debe ser un paso inexcusable a continuación de la recolección o previo a la clasificación y recuento.

Mediante la crítica es posible llegar a realizar la clasificación y recuento en forma depurada, evitándose así imperfecciones en los datos, que posteriormente pueden influir en forma negativa sobre las conclusiones que de ellos se extraen.

Ordenamiento: clasificación y recuento

Una vez recogidos y criticados, los datos deben ser clasificados. Se confeccionan grupos homogéneos, llamados *clases* que permiten el agrupamiento de las unidades de observación en ellos mediante la operación de *recuento*.

El resultado de la clasificación y recuento, sea de uno (simple) o varios (combinada) caracteres, produce las llamadas *series estadísticas* o simplemente distribuciones.

Conforme a la naturaleza de las clases se les da una denominación especial. Cuando se observa un carácter a través del tiempo, o la respuesta de un hecho fuera una fecha, se habla de *serie cronológica* (histórica o temporal). Ej.: número de casos de fiebre aftosa, en la población bovina de una ciudad, por mes. En las series cronológicas permanece fijo el carácter y el espacio. Otro producto de la clasificación y recuento que recibe el nombre de serie es la llamada *serie geográfica* (territorial o de espacio). Ellas son resultantes de la observación de un carácter a través de diferentes lugares. Ej.: número de bovinos por municipio, en un momento de tiempo. En las series geográficas permanece fijo el carácter y el tiempo.

Las series ya nombradas se referían a la observación de un carácter o a través del tiempo o a través del espacio. En muchas ocasiones se fija el tiempo y también el espacio, importando sólo las diferentes modalidades que presenta un carácter de expresión cualitativa (atributos) o las diferentes magnitudes que presenta un carácter de expresión cuantitativa (variables). Los atributos se refieren a cualidades de los individuos como son: raza, sexo, aptitud zootécnica, especie. Las modalidades de ocurrencia de cada uno de estos atributos no son posibles de medir (en el sentido cuantitativo). Se puede considerar la presencia o ausencia de cada modalidad, contabilizando la cantidad de veces que ocurren, considerando un conjunto de n unidades de observación. Al resultado de la clasificación y recuento de atributos se llama *Serie de atributos*. Algunos estadísticos consideran las series geográficas como atributos.

Las variables se refieren a magnitudes que pueden variar al ser observadas en varios individuos. En este caso el carácter tiene expresión cuantitativa, como son: edad, peso, estatura. Al observar la ocurrencia de un carácter en varios individuos, se aprecia que se presentan diversas magnitudes del carácter (clases) y que los individuos se pueden agrupar teniendo en cuenta el valor de esa magnitud. El resultado de la clasificación y recuento de variables se llama *Serie de variables* (distribuciones de frecuencias). En este último caso se puede tratar de variables *discretas o continuas* según admitan expresiones enteras o fraccionarias. También de acuerdo con la cantidad de variables consideradas se habla *univariada, bivariada o multivariada*.

En general, se puede decir que las series o las distribuciones en la realidad aparecen muchas veces conjugadas, formando situaciones combinadas.

Las series cronológicas las estudiaremos en forma separada.

Clasificación

La clasificación de los datos es una operación estadística tendiente a permitir el agrupamiento de las unidades de observación en *clases* (categorías, intervalos numéricos, modalidades). Estas clases deben ser *mutuamente excluyentes*, es decir, una unidad de observación no puede ser clasificada simultáneamente en dos clases, con la misma escala. El conjunto de clases debe ser exhaustivo, es decir, no puede quedar ninguna unidad de observación sin tener una clase donde ser clasificada.

Según el número de caracteres considerados en la clasificación, ésta puede ser *simple o combinada*. Se llama clasificación simple, cuando las clases son determinadas por la variación de un sólo carácter. Se llama

ma clasificación combinada cuando las clases son determinadas por la variación de dos o más caracteres simultáneamente. Ejemplo de la clasificación combinada: (dos entradas): raza y sexo de los cerdos de un municipio.

La clasificación también depende del tipo de dato, según se trate de atributos, cuantitativos discretos o cuantitativos continuos. Si los datos son *atributos*, puede ser que cada modalidad de ocurrencia constituya una clase. Sin embargo, cuando el número de modalidades posibles, es alto, entonces conviene agrupar éstas de acuerdo a su analogía, sin vulnerar la condición de que dentro de una clase deben quedar individuos de similares características con respecto al carácter estudiado. Ej.: a partir del registro de una clínica veterinaria de perros, se quiere clasificar los enfermos por causa. Resultaría una cantidad excesiva de clases (enfermedades). Se puede reunir en una sola clase aquellos cuadros clínicos que presentan cierta analogía. Se podría considerar como clases grandes grupos de enfermedades como son: microbianas, metabólicas, traumáticas, etc.

Si los datos son *discretos*, generalmente, cada clase está determinada por la unidad. Ej.: Número de hijos por familia. En algunos casos, por ser muy extensa la diversidad de clase, también puede ser conveniente agrupar varias unidades en una sola clase, teniendo en cuenta los objetivos del estudio. Ej.: La clasificación de los rebaños según su población. Una clasificación, en que cada unidad fuese una clase, sería muy extensa, de ahí la necesidad de agrupar en una clase varias unidades.

Si los datos son *continuos*, los valores que presentan las unidades de observación pueden ser de cualquier magnitud entre ciertos límites. Por ejemplo; la estatura, la edad, el peso corporal, etc. Por muy grande que fuese la coincidencia de valores, ocurre una gran cantidad de valores diferentes. Imaginemos que en un grupo de 300 novillos tuviéramos 240 valores diferentes de peso corporal. Si cada valor diferente se considerara como una clase, tendríamos 240 clases. Aun cuando estas clases fueran ordenadas de menor a mayor, tendríamos una tabla con 240 clases, lo que no permitiría hacer comprensible este conjunto de valores, por muy hábil que una persona fuera para interpretar datos.

De ahí que se haga necesario "agrupar" valores próximos en *intervalos de clases*. La primera pregunta que surge es, ¿qué cantidad de clases o intervalos de clases tendremos? Algunos autores recomiendan un número de clases de 10 a 20; otros de 8 a 16 y los hay que aconsejan entre 6 y 14. La decisión depende de varios aspectos, entre ellos si se van a calcular medidas de posición y variación a partir de los datos agrupados, del número de unidades de observación del estudio, de la regularidad de distribución entre los límites, de los objetivos de la pre-

sentación y de la experiencia que se tenga con dichos datos. A mayor número de intervalos de clases, mayor trabajo y mayor exactitud en el cálculo de las medidas. Si el número de clases fuese muy grande, debemos considerar que se puede perder la finalidad de la agrupación de los datos. A menor número de intervalos de clases, menor trabajo y también menor exactitud en cálculos posteriores.

En este curso indicaremos con la letra m el número de intervalos de clases. Su determinación es en cierta forma arbitraria, ya que es difícil dar una regla invariable. Podríamos repetir la afirmación de Croxton y Cowden (Estadística general aplicada. Fondo de Cultura Económica, México, 1948) en el sentido que "raras veces deberán usarse menos de 6 u 8 clases, y que más de 16 serán útiles solamente para trabajar con datos muy abundantes".

Teniendo en cuenta los comentarios hechos se puede agregar que la diferencia entre el valor mayor y el valor menor en la muestra o universo en estudio, puede ser dividido en un número m de clases, de manera que la amplitud y los valores límites de cada intervalo de clase sean cómodos para trabajar.

Si a los resultados de la observación de un hecho les llamamos X , la diferencia entre el valor mayor ($X = l_2$ y el menor ($X = l_1$) se llama recorriendo, amplitud total, campo de variación o rango (1).

$$\begin{aligned}(1) &= l_2 - l_1 \\ &= X_{\max} - X_{\min}\end{aligned}$$

Supongamos que se estudia el peso del cuerpo de 50 cerdos mestizos de alrededor de 6 meses de edad. El peso mayor observado ha sido 104 kg y el menor 56 kg. Entonces

$$\begin{aligned}l_2 &= 104 \\ l_1 &= 56 \\ (1) &= 104 - 56 = 48\end{aligned}$$

Decidimos trabajar con 6 intervalos de clase, por tanto

La amplitud del intervalo de clase i -ésimo se designa por c_i . Es preferible que todos los intervalos de clases tengan la misma amplitud (c) ya que así se facilitan los cálculos posteriores. Sin embargo, en algunos casos es válido el uso de intervalos de clase con diferentes amplitudes, debido a la naturaleza del hecho estudiado.

La amplitud del intervalo puede ser determinada, dividiendo el recorrido por el número de clases deseado.

$$c = 1/m$$

$$c = 48:6$$

$$c = 8$$

En resumen, hasta ahora se tiene

- el recorrido $(1) = 48$
- cantidad de clase $m = 6$
- la amplitud del intervalo de clase $c = 8$

Cada intervalo de clase queda delimitado entre un límite inferior y un límite superior. En consecuencia el límite superior del segundo intervalo será al mismo tiempo el límite inferior del tercer intervalo. Esta situación se repite en $m-1$ intervalos. De manera que al hacer el recuento vamos a encontrar unidades de observación cuyos valores coinciden con un límite, y que por tanto pueden ser clasificados en dos intervalos simultáneamente, lo que contradice la propiedad que las clases deben ser mutuamente excluyentes.

Para evitar situaciones como éstas se adopta el uso de signos como

$$\text{— } \acute{o} \text{—}$$

Si se escribe $2 \text{—} 4$ indica que se excluye el valor límite 2 y se incluye el valor límite 4.

En nuestro ejemplo del peso de los cerdos los dos primeros intervalos, determinados por el procedimiento ya indicado, serían:

$$56 \text{—} 64$$

$$64 \text{—} 72$$

La forma como se han anotado no señala un criterio para clasificar un cerdo cuyo peso sea igual a 64 kg. Se podría clasificar tanto en el primero como en el segundo intervalo.

De acuerdo a la proposición hecha, la forma de anotar los intervalos podría ser:

$$a) \quad 56 \dashrightarrow 64$$

$$b) \quad 56 \leftarrow 64$$

$$64 \dashrightarrow 72$$

$$64 \leftarrow 72$$

En el caso *a* el cerdo se clasificaría en el primer intervalo, ya que $64 \dashrightarrow$ indica que se incluye el valor 64. En cambio en el caso *b*, el cerdo sería clasificado en el segundo intervalo, ya que $64 \leftarrow$ indica que en ese intervalo se incluye el valor 64.

La forma de encontrar los valores límites de los intervalos de clases es tener el valor $l_1 = 56$ el cual se convierte en el límite inferior del primer intervalo de clase. Se le suma el valor *c* y encontramos el límite inferior del segundo intervalo.

$$56 + c = 64$$

Si a 64 kg lo consideramos límite inferior del segundo intervalo y le sumamos *c* obtenemos el límite superior del segundo intervalo.

$$64 + c = 72$$

A su vez 72 kg es también el límite inferior del tercer intervalo. Si a él le sumamos *c* obtenemos el límite superior del tercer intervalo e inferior del cuarto intervalo.

$$72 + c = 80$$

El procedimiento continúa en forma sucesiva hasta obtener el límite superior del último intervalo ($i = 1, 2, \dots, m$; donde $m=6$). En nuestro ejemplo este valor será 104 kg, valor que coincide con l_2 .

Para evitar la ambigüedad de clasificación de una unidad de observación cuyo valor coincide con un límite, adoptaremos, en este caso, la inclusión en el intervalo de clase en el cual el valor es límite superior.

INTERVALO DE CLASE

56	┌	64
64	└	72
72	└	80
80	└	88
88	└	96
96	└	104

En el primer intervalo obviamente también se debe incluir el límite inferior ya que forma parte del campo de variación de este estudio.

Otra solución a la agrupación de los pesos de los cerdos podría ser, utilizar cinco intervalos de clases ($m=5$), aumentando ligeramente el recorrido de modo que comience en 55 kg y termine en 105 kg. Con este procedimiento se tienen amplitudes de clase de valor 10 lo que es muy cómodo para trabajar. Lo mismo que los promedios de los límites de cada intervalo de clase serían múltiplos de 10, hecho que, como veremos más adelante, también facilita el trabajo de cálculos.

INTERVALO DE CLASE

55	┌	65
65	└	75
75	└	85
85	└	95
95	└	105

Recuento

El recuento es una operación mediante la cual se determina la cantidad de unidades de observación (frecuencia absoluta) que corresponde a cada clase (frecuencia de clase).

La forma de llevar a cabo el recuento va a depender, entre otros

aspectos, del volumen de datos. Existen algunas formas de realizarlo.

Recuento manual

Consiste en trazar rayas frente a las clases indicando con cada raya una unidad de observación. Se utiliza esta forma cuando el número de unidades de observación no es muy grande. Ejemplo:

INTERVALO DE CLASE			FRECUENCIA			
56	┃	64	☑			
64	┃	72	☑	☐		
72	┃	80	☑	☑	☑	☐
80	┃	88	☑	☑		
88	┃	96	☑			
96	┃	104	┌			

Este procedimiento presenta inconvenientes cuando hay que hacer el recuento de clasificaciones cruzadas.

Tarjeta simple

Cada unidad de observación está representada por una tarjeta. Su tamaño es como una de visita ó 10 x 15 cm. Los datos se anotan en lugares predeterminados en una *tarjeta modelo*. Su tamaño limita el número de caracteres a considerar, siendo el máximo 10 ó 12. Permite hacer el recuento de clasificaciones cruzadas. La información contenida en los cuestionarios se traspasa a ella, tratando de conservar el orden que ofrecen. Se debe comenzar por un borde, supongamos el superior izquierdo y continuar hacia abajo y a la derecha o viceversa si se comienza del borde superior derecho. Se deben utilizar, en cada rubro, códigos simples y fáciles de memorizar.

Estas tarjetas facilitan mucho el recuento porque son fáciles de manejar, rápidas de llenar y permiten la combinación de clasificaciones.

Tarjeta de perforación marginal

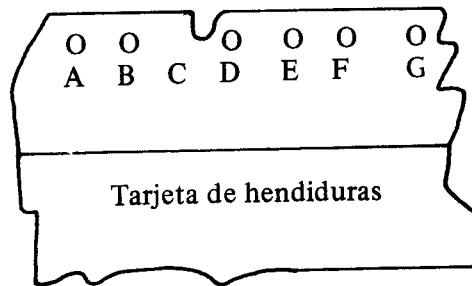
Para establecer un modelo de tarjeta hay que tener cierta experiencia y una preparación adecuada y hay que trabajar sin apremios. Aún así, puede ser conveniente hacer varios ensayos, repetidos en condiciones difíciles, antes de empezar a utilizar la tarjeta.

Es importante que el modelo de tarjeta sea sencillo y fácil de emplear pues de nada sirve ponerse a buscar datos si no es posible obtenerlos con la exactitud, el detalle y la prontitud indispensables. La cartulina o el papel de las tarjetas deben ser de buena calidad y su impresión debe hacerse con una disposición tipográfica clara y que no se preste a equívocos.

La tarjeta debe ir acompañada de instrucciones detalladas para su empleo. Las instrucciones escritas son indispensables como elemento de consulta cuando el usuario tropieza con una duda y permiten obtener la necesaria uniformidad en las anotaciones.

Cuando el número de unidades sobre las que es necesario reunir información pasa de unos centenares, las tarjetas de uso más común son las de perforación marginal, denominadas indistintamente tarjetas Paramount, Cope Chat o McBee, cuya característica principal es una serie de perforaciones prácticas a lo largo de uno o varios de sus bordes. Cada perforación es un elemento de información que se identifica de manera inequívoca por un número o por una letra de la clave utilizada. El ángulo superior derecho de la tarjeta está cortado en sesgo para facilitar el archivado, pues tan pronto como una tarjeta está mal colocada aparece en el rimero una esquima que sobresale de las demás.

Una vez anotados en las tarjetas los datos necesarios, se abren con un sacabocados los orificios correspondientes, para transformarlos en muescas de forma de U, según se indica en la ilustración siguiente:



Para extraer las tarjetas correspondientes a un grupo de clasificación determinado, se forman lotes de mil tarjetas de manera que coincidan los ángulos cortados. Por el orificio correspondiente a la característica del grupo se introduce cuidadosamente una aguja larga, como las utilizadas para tejer, moviéndola suavemente de lado a lado. Todas las tarjetas que tienen en lugar del orificio una muesca quedarán en el rimero al levantar la aguja y podrán contarse sin dificultad. La selección es rápida y exacta; en un minuto pueden clasificarse por el procedimiento indicado mil tarjetas.

Las tarjetas del tipo indicado no pueden llevar un número ilimitado de perforaciones y su uso no resulta práctico cuando haya que manejar menos de varios centenares o más de pocos millares. Cabe, sin embargo, modificar el modelo para adoptarlo a la consignación de los datos básicos que hayan de ser analizados por los servicios de zona encargada de la ejecución del programa. Con los datos tomados de las tarjetas pueden prepararse tabulaciones para comunicar la información más importante a los escalones superiores.

El sistema de cifrado que haya de utilizarse para transcribir y registrar los datos debe elegirse cuando se establezca el modelo de tarjeta. La finalidad fundamental de un sistema de cifrado es distinguir todas las categorías en que pueden entrar los datos, de manera que el encargado de reunir la información pueda anotar en cada caso la categoría apropiada. La cifra se utiliza luego para registrar esa información mediante perforaciones, con arreglo a una clave que comprenda todas las categorías necesarias, representadas por sendos orificios numerados unívocamente. Es necesario prever el registro de categorías especiales, como "desconocido", "no disponible" y "varios".

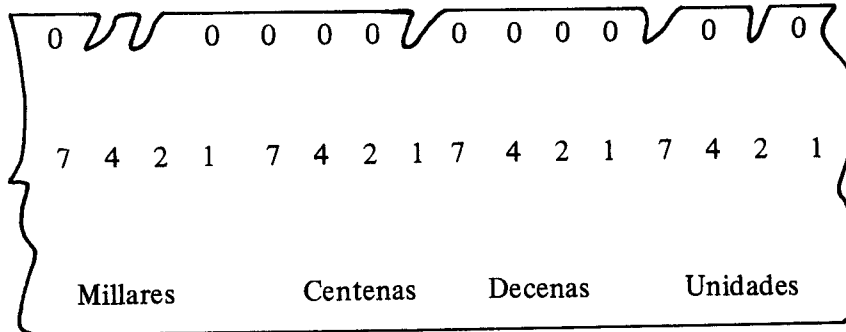
Existen numerosas claves para trabajos especiales. Los esquemas siguientes representan algunas de las claves numéricas de uso común.

Clave decimal (0-9)

0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0	0 0 0	0 0 0 0 0 0
9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0		9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
Centenas	Decenas	Unidades			

Esta es la más sencilla de las claves numéricas y se llama "de cifrado directo". En la figura se ven las perforaciones correspondientes a la categoría 616. Hay una serie de 10 orificios para las unidades, otra para las decenas, otra para las centenas y así sucesivamente. Cada serie lleva los número 0 a 9 debajo de los orificios respectivos.

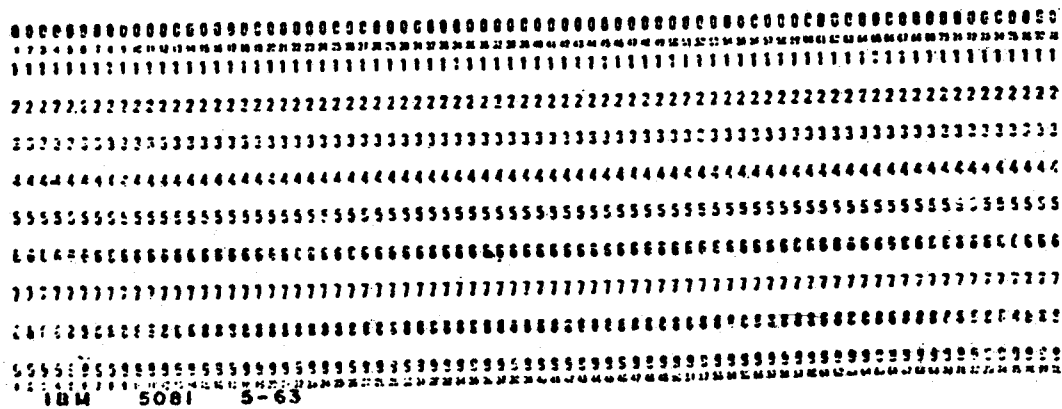
Claves 7, 4, 2, 1



Esta clave se utiliza con mucha frecuencia. La figura representa las perforaciones correspondientes a la categoría 6109. La serie de cuatro dígitos permite representar cualquier número de 1 a 9 con una, o a lo sumo, con dos muescas. Si el 0 forma parte del número que debe inscribirse, la tarjeta se retirará al laventar la aguja, pues no habrá en la tarjeta ninguna muesca.

Para formar, por ejemplo, el número 6109, se abren los orificios 4 y 2 (4 + 2 = 6) en la sección de los millares, el orificio 1 en la de las centenas, ningún orificio en la de las decenas, y dos orificios, el 7 y el 2, en la de las unidades (7 + 2 = 9).

Tarjetas perforadas tipo IBM



Es difícil concebir hoy día que exista una persona que no conozca las tarjetas perforadas. Las cuentas de gastos, la lotería deportiva, etc., son ejemplos de los muchos usos que hoy tiene.

Esta tarjeta tiene 80 columnas y 10 filas impresas con números.

Las columnas son numeradas horizontalmente, de izquierda a derecha, de uno a ochenta. En cada columna, una letra, un dígito o un carácter especial pueden ser guardados, completando un total de ochenta caracteres por tarjeta. Por ejemplo, supongamos que se desee perforar en una tarjeta el número de empleado 40875. Como cada columna solamente puede guardar un carácter, cinco columnas serían necesarias para contener el número 40875. De hecho, cualquiera de cinco columnas consecutivas servirían. Si decidimos usar las cinco primeras columnas para aquel fin, entonces el dígito 4 perforado en la columna uno, el dígito 0 en la columna dos, el dígito 8 en la columna tres, el dígito 7 en la columna cuatro y el dígito 5 en la columna cinco.

Además de las ochenta columnas verticales, la tarjeta IBM está también dividida en “dos posiciones de perforaciones”: (1) posición de zona y (2) posición de dígito.

La posición de perforación de zona consiste de tres columnas, dos de las cuales son usadas para perforación de zona, solamente. Ellas representan el espacio en la parte superior de la tarjeta. La primera altura, a partir de arriba, es denominada “altura doce”. La siguiente, que es la altura once, es comúnmente llamada de “altura X”. Una perforación en la altura X (referida como perforación X), en una columna seleccionada (de uno a ochenta), es frecuentemente usada para distinguir un dato tarjeta (o tarjetas) de los demás de una masa. La tercera altura es conocida como “altura cero” y puede ser usada como una posición de perforación de zona o de dígito.

La posición de perforación de dígito consiste de diez alturas, numeradas verticalmente, para guardar los dígitos 0-9, correspondientes a los números impresos en la tarjeta. La altura cero guarda el dígito 0, la altura uno el dígito 1; la altura dos el dígito 2, y así en adelante.

El código de máquina usado para guardar información en una tarjeta IBM es el código HOLLERITH. El Dr. Herman Hollerith concibió la técnica de guardar determinados datos en una tarjeta de dimensiones padronizadas, siguiendo un código predefinido, a fin de producir los orificios en localizaciones específicas de aquél.

Registro numérico y alfabético de informaciones

Los números son registrados en una tarjeta perforándose solamente “un orificio” en una columna, para cada dígito. Si necesitáramos guardar,

por ejemplo, un número de serie de nueve dígitos en una tarjeta serían necesarios nueve orificios practicados en nueve columnas consecutivas. Las perforaciones serían hechas en la posición de perforación de dígito.

Si "datos alfabéticos" deben ser registrados, son necesarios "dos orificios" en cada columna, para "cada letra" del alfabeto. Por ejemplo, la palabra EQUINO perforada en una tarjeta requiere seis columnas consecutivas con "dos orificios" en cada una. Uno de los orificios debe estar en la posición de perforación de "zona" y el otro en la posición de perforación de dígito. En otras palabras, es necesaria "una perforación" para registrar "un dígito" en una columna, en cuanto que "dos orificios" son precisos para guardar "una letra". Esa técnica es padrón en todas las tarjetas IBM y se basa en la teoría de HOLLERITH para código de máquina.

Tabla de codificación

Para describir el lenguaje de máquina más claramente, tablas separadas son presentadas a continuación; una titulada CODIFICACION NUMERICA y la otra CODIFICACION ALFABETICA.

Tabla de codificación numérica IBM

<i>Dígito</i>	<i>Posición de perforación de dígito</i>	<i>Posición de perforación de zona</i>	<i>Altura</i>
0	si	no	0
1	si	no	1
2	si	no	2
3	si	no	3
4	si	no	4
5	si	no	5
6	si	no	6
7	si	no	7
8	si	no	8
9	si	no	9

Codificación numérica IBM

Si fuésemos a perforar el número 14036 en las columnas trece y diecisiete, procederíamos como sigue:

La columna 13 debería tener una perforación en la altura 1 para el dígito 1.

La columna 14 debería tener una perforación en la altura 4 para el dígito 4.

La columna 15 debería tener una perforación en la altura 0 para el dígito 0.

La columna 16 debería tener una perforación en la altura 3 para el dígito 3.

La columna 17 debería tener una perforación en la altura 6 para el dígito 6.

Codificación alfabética IBM

Como existen tres alturas de zona para la perforación de caracteres alfabéticos en la tarjeta, a saber, altura doce, once y cero, el alfabeto es dividido en tres partes, cada parte conteniendo un número de letras igual al número de alturas de dígito. Esto es practicado porque "dos perforaciones son necesarias en una tal columna para presentar una letra". Dependiendo de la letra en cuestión, una de las perforaciones debe estar en las alturas doce, once o cero y la otra deberá situarse en las alturas uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho o nueve. Cualquier conjunto de columnas puede ser usado para cualquiera de los tres grupos alfabéticos.

A - I (primeras nueve letras)

J - R (las nueve letras siguientes)

S - Z (las ocho restantes)

Las letras de A hasta I son, cada una, codificadas, perforándose 1 altura doce y, en la misma columna, las alturas de uno a nueve, respectivamente. Por ejemplo, la letra A sería codificada por una perforación

en la altura doce y otra en la altura uno, de la misma columna. La letra B sería codificada por una perforación en la altura doce y una en la altura dos de la misma columna, y así en adelante para las demás letras.

<i>Letra</i>	<i>Posición de perforación de zona en la altura</i>	<i>Posición de perforación de dígito en la altura</i>
A	12	1
B	12	2
C	12	3
D	12	4
E	12	5
F	12	6
G	12	7
H	12	8
I	12	9

En este punto, ya está claro que la letra I ocupa la última altura utilizable en la tarjeta. Para codificar el segundo grupo de letras, de J hasta R, precisamos partir de la altura uno, otra vez, usando la altura once para la perforación de zona, en vez de la altura doce, y las alturas de uno a nueve para la perforación de dígito.

La letra R ahora ocupa la última altura de la tarjeta. Para codificar las letras restantes, de S a Z, precisamos por tanto, comenzar otra vez usando la altura cero para la perforación de zona y las alturas dos hasta nueve para la perforación de dígito. Como hay solamente ocho letras en el tercer grupo alfabético, la IBM decidió usar las alturas dos a nueve, en vez de las alturas uno a ocho, para la perforación de dígito. Eso fue hecho posiblemente para evitar perforaciones muy próximas unas de las otras, como sería el caso si las alturas cero y uno fuesen usadas, porque en las máquinas antiguas la precisión era algunas veces sacrificada cuando las perforaciones eran practicadas muy cerca una a otra. Por esta razón, se resolvió guardar un intervalo y se hizo parte del procedimiento padrón, a pesar que las modernas perforadoras hayan sido perfeccionadas a tal punto que la proximidad de las perforadas no constituye más cualquier problema.

Deberíamos resaltar que cualquier grupo de columna puede ser utilizado para registrar cualquier palabra, conforme muestra la siguiente discusión. Para ilustrar, véase como la palabra ACID es guardada en las

columnas diecisiete hasta veinte, la palabra MONK en las columnas tres hasta seis y la palabra STY en las columnas setenta hasta setenta y dos. En ACID, el A es guardado perforándose las alturas doce (zona) y uno (dígito), directamente abajo, en la columna diecisiete. Cualquier otra columna podría haber sido usada. El código predeterminado, arriba mencionado, ya viene inserto en las perforadoras modernas, de manera que todo lo que el operador tiene que hacer es apretar la tecla correspondiente a la letra deseada en el teclado de la máquina y las perforaciones aparecen en la tarjeta conforme descrito.

III. Cuadros y figuras

CUADROS Y FIGURAS

La presentación en secuencia de observaciones y datos registrados presenta varias dificultades. Cuando el número de observaciones es muy grande, existe una dificultad para el lector de visualizar el comportamiento de los diferentes fenómenos observados.

Los valores obtenidos para las frecuencias de las diferentes clases, pueden entonces ser presentadas constituyendo lo que se llama *tabla* o *cuadro*.

Los elementos esenciales de la estructura de una tabla son los siguientes:

Título: Es una declaración que se ubica sobre la tabla y que debe indicar *el hecho observado*, *el lugar* y *la época* en que fueron colectados los datos correspondientes. Es decir, el título debe dar respuesta a las preguntas *¿qué?* *¿dónde?* y *¿cuándo?*

Cuerpo: El cuerpo de una tabla está formado por un conjunto de COLUMNAS y FILAS que contienen los datos en orden vertical y horizontal respectivamente. Las CASILLAS o CASAS son cruzamientos de una columna y una fila. Las casillas no deberían quedar nunca vacías, sin llenar, sea con números o con señales convencionales.

Cabezal: Es la parte superior de la tabla y debe especificar el contenido de las columnas.

Columna indicadora: Es la parte de la tabla que señala el contenido de las filas. En ciertos casos puede ocurrir que una tabla tenga más de una columna indicadora.

Trazos: Excluido el título, la tabla debe ser delimitada, tanto en la parte superior como en la parte inferior de la misma. En la parte superior de la tabla se pueden emplear dos trazos horizontales paralelos gruesos que delimiten por encima y por abajo, el cabezal y el título de la columna indicadora.

En la parte inferior de la tabla también se puede hacer lo mismo, especialmente cuando es necesario delimitar el total.

En general no se delimitan las tablas con trazos verticales ni en el extremo izquierdo ni en el extremo derecho de la tabla.

Distribución de los bovinos por edad y sexo

Municipio XX. Mayo de 1970

Columna indicadora		Sexo	
		Machos	Hembras
Menores de 1 año			
Entre 1 y 2 años			
Mayores de 2 años			

CASILLA

Los elementos complementarios de la estructura de una tabla, convencionalmente se anotan al pie de la tabla. Ellos son los siguientes:

Fuente: Señala la (o las) entidad responsable por la obtención o por la elaboración de los datos utilizados. Este elemento generalmente se omite cuando los datos son originales.

Notas: Son informaciones generales tendientes a aclarar el contenido de la tabla o a señalar el método utilizado en la recolección o elaboración de los datos.

Llamadas: Son informaciones específicas sobre partes determinadas

de la tabla destinadas a aclarar el contenido. Muchas veces pueden cobrar la forma de llamadas las citas a varias fuentes de origen de los datos utilizados. Las llamadas se indican en el cuerpo de la tabla con números arábigos, entre paréntesis, a la izquierda de las casillas y a la derecha en la columna indicadora.

Enseguida se debe proceder a la *colocación de los datos numéricos*, es decir, se procede a llenar las casillas de la tabla con los datos correspondientes. En el caso de distribuciones de frecuencia de variables continuas, *los intervalos de clases* deberán ser presentados conforme ya se ha indicado en la parte relativa a clasificación. En cuanto a la *forma de escribir los números* se deben tener en cuenta algunas recomendaciones. La parte entera deberá separarse de la parte decimal con una coma (,). La parte entera de los números será separada en grupos de tres algarismos a través de puntos (.) de derecha a izquierda. Se exceptúan a esta recomendación los números que señalan un año calendario (1972).

Se debe evitar en lo posible usar números romanos. El "redondeamiento" de números deberá efectuarse como ya fue explicado.

Es conveniente evitar redondeamientos sucesivos, sobre todo cuando se están realizando operaciones.

Cuando se trate de *cifras muy extensas*, como son, millares, millones, se pueden simplificar los números, situación que puede ser señalada en el título de la tabla o en una nota al pie.

Otro aspecto dice relación con el *uso de porcentajes*. Ellos podrían ser utilizados de preferencia con dos finalidades. Una, cuando se quiere destacar la frecuencia de un hecho en un total. Es más sencillo decir que el 16 por ciento de los bovinos de un establecimiento enfermaron de fiebre aftosa, que 60 de los 375 bovinos del establecimiento pecuario enfermaron de fiebre aftosa. Otra finalidad, puede ser la necesidad de comparar la ocurrencia de un hecho en dos o más grupos que tienen diferente número de unidades de observación. Supongamos que en un rebaño A con 83 bovinos, enfermaron 9 de ellos de fiebre aftosa. En un rebaño B de 128 bovinos, 24 enfermaron de fiebre aftosa. Es difícil saber cuál de las dos situaciones es mejor. Al computar los porcentajes vemos que en el rebaño A un 13 por ciento de los bovinos enfermó y que en el rebaño B enfermó un 19 por ciento de los bovinos. No deben ser utilizados porcentajes cuando el número de unidades de observación sea muy pequeño. Por ejemplo, se vacunan con una vacuna antiaftosa de tipo experimental 4 bovinos, entonces cada uno representa un 25 por ciento del éxito de 75 por ciento, lo que da una falsa impresión de estabilidad de nuestra información, no reflejando la realidad de una escasa experiencia.

Algunos autores recomiendan no calcular porcentajes con números de unidades de observación inferiores a 50. Otros fijan en 20 el límite entre un número reducido en que no debe calcularse porcentaje y un número grande en que se puede calcular. En general es aconsejable expresar los porcentajes sin decimales.

La suma de los datos numéricos de una columna o de una fila se indicará en forma destacada con la palabra *total*, excepto cuando se trata de una serie geográfica en cuyo caso el total se reemplaza por el nombre del conjunto de la misma. El total puede preceder o seguir a las casillas. Si existieren totales parciales se debe indicar la suma de ellos, por la expresión total general.

Las *unidades de medida deben ser expresadas de acuerdo con los signos convencionales aprobados oficialmente.*

Las *unidades de medida* deben ser expresadas de acuerdo con los signos convencionales aprobados oficialmente.

Ej:

t - tonelada	cm - centímetro
kg- kilogramo	s - segundo
g - gramo	min - minuto
m - metro	

Estos símbolos no deben ser seguidos ni de punto ni de letra "s" que indique plural. El símbolo de las unidades de medida debe ser escrito al final de una expresión numérica mismo que ésta sea fraccionaria.

En las tablas se utilizan *símbolos convencionales* para indicar la existencia de alguna situación en relación con los datos numéricos. Entre los más comunes están los siguientes:

— Cantidad cero

. . . Dato no disponible

0 Valor numérico menor que 0,5

LECTURA DE TABLAS O CUADROS

Muchas personas creen que leer un cuadro no requiere ninguna habilidad o cuidado, pero esto no es verdad. La habilidad para leer un cuadro

es tan importante como el saber diseñarlo. En el ejemplo preparado por la División de Bioestadística de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de California se aprecia todo lo que puede un lector cuidadoso extraer de un cuadro. Diámetro promedio de la induración* producida por vacunación con BCG, expresado en mil, y un número de personas tratadas según edad de la vacuna y procedencia: Dinamarca, Francia, Noruega y Suecia.

Vacuna (país de origen)	<i>Edad de la vacuna en días</i>							
	5		17		26		37	
	Núm. de person.	Diam. prom.	Núm. de person.	Diam. prom.	Núm. de person.	Diam. prom.	Núm. de person.	Diam. prom.
Dinamarca	63	9.9	55	10.7	68	10.1	54	9.8
Francia	55	9.0	48	10.4	68	9.7	50	8.6
Noruega	63	8.9	52	10.2	60	9.8	46	8.4
Suecia	55	6.6	53	7.2	62	7.1	57	6.5

* Medida realizada 9 1/2 semanas después de la vacunación.

FUENTE: Adaptado de: Edwards L., Palmer C., Magnus, K., *B.C.G., Vaccination*, Monografías OMS Serie núm. 12, 1953, Cuadro 66, p. 258.

El título dice que se vacunó varios grupos de personas con diferentes tipos de vacuna BCG, que cada vacuna fue probada a diferentes edades, es decir a cuatro intervalos diferentes del tiempo de manufactura, y que el cuadro presenta los detalles en términos de número de personas examinadas, así como el diámetro promedio de las induraciones resultantes. El pie de cuadro explica que todas las lesiones fueron medidas 9 1/2 semanas después de la vacunación.

Se especifica los cuatro grupos de edad de la vacuna a lo largo de la fila superior. Existen dos columnas para cada uno de ellos, una especifica el número de personas y la otra el diámetro promedio de la induración para esas personas. A la mano izquierda del cuadro las filas están especificadas una para cada clase de vacuna.

Conociendo estos hechos, se puede identificar cualquier número del cuadro. El número 60 por ejemplo, está bajo la columna titulada "número de personas" que está bajo 26 días de edad de la vacuna, así que se sabe que un grupo de 60 personas recibió una vacuna de 26 días de edad. El número 60 está en la fila titulada "Noruega". Por lo tanto este grupo de 60 personas recibió una vacuna de Noruega de 26 días de edad: El número 9.8 en la columna a la derecha del número indica que estas 60 personas tuvieron una induración promedio de 9.8 mm.

Si se mira el cuadro como un todo, se puede notar que el número de personas que recibió una vacuna de clase y edad específica estuvo entre 46 a 68, y que el tamaño de las instrucciones promedio estuvo entre 6.5 y 10.7 mm. Además se puede notar que las vacunas danesas provocan las más grandes induraciones, seguidas por las francesas, noruegas y suecas, y que el valor de la vacuna sueca está muy por debajo de las otras tres, en donde los valores son más o menos cercanos.

Para todas las vacunas excepto las suecas, las mayores induraciones se notaron a los 17 días de edad y las más pequeñas a los 37 días de edad de la vacuna. En el producto sueco, el máximo aparece a los 26 días de edad aunque este valor máximo es sólo ligeramente más grande que el que le correspondió a los 17 días de edad de la vacuna.

En resumen, se ve que el tipo y edad de la vacuna pueden afectar el tamaño de la induración. Este hecho sugiere que cuando distintos investigadores reportan diferentes tamaños de induración, deben especificar el tipo y edad de la vacuna con el objeto de proveer un cuadro adecuado sobre la sensibilidad de la población examinada.

Como la información varía grandemente en su naturaleza y grado de complejidad, no se puede dar un juego completo de reglas para interpretar un cuadro, sin embargo no se puede olvidar lo siguiente:

- Encontrar exactamente lo que está en el cuadro.
- El título debe ser leído cuidadosamente, así como los títulos de cada fila y columna. El lector puede probar su comprensión del cuadro, extrayendo números del cuadro y escribiendo lo que ellos significan, como se hizo en el ejemplo dado.

TIPOS DE TABLAS O CUADROS

Existen varios tipos de cuadros, ya que se pueden construir tomando en cuenta la naturaleza de la variable y los criterios de clasificación, ejemplos:

Organización de cuadros en que las observaciones son clasificadas según las modalidades de un solo criterio o fenómeno.

*Pruebas HI en animales domésticos durante la
epizootía de EEV en el Carmelo, Colombia en 1967*

<i>Animales</i>	<i>Sueros examinados</i>
Bovinos	50
Cerdos	11
Perros	10
Aves de corral	21
Total	92

FUENTE: Sanmartín *et al.* Encefalitis equina venezolana en Colombia, 1967, *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana* Vol. LXIV núm. 2, 1973. Cuadro 2, p. 114.

Quando se organizan cuadros en que la clasificación se hace simultánea, de acuerdo a dos criterios, pudiendo ser éstos de naturaleza cualitativa o ambos de naturaleza cuantitativa o uno cualitativo y el otro cuantitativo, es decir cada observación entra en el cuadro de acuerdo a los dos criterios, los cuadros se clasifican así:

En el caso de variables cualitativas, cuando los dos criterios presentan cada uno sólo dos modalidades o clases, dan origen a los cuadros comúnmente llamados 2 x 2 ó tablas o cuadros de *asociación*.

Gestantes atacadas por rubeola, clasificados según el período de gestación, por ocasión del ataque de la enfermedad y la condición del recién nacido.

Período de gestación	Condición del recién nacido				Total	
	Normal		Defectuoso		No.	%
	No.	%	No.	%		
Antes del 3er. mes	14	82	36	41	50	48
Después del 3er. mes	3	18	51	59	54	52
Total	17	100	87	100	104	100

FUENTE: Bradford Hill A.; Doll R. Gollaway T., Hughes J. P.
Virus disease in Pregnancy and Congenital Defects.
 Brit. J. Prev. Soc. Med.: 12, 1 - 1958.

En el caso de que un cuadro clasifique variables cualitativas, y que una o las dos variables tenga más de dos modalidades, reciben el nombre de tablas o cuadros de *contingencia*.

Alumnos 5o. Ciclo de Medicina Veterinaria, según sexo y grupo sanguíneo. Universidad de San Carlos, Guatemala, 1975.

Sexo	Grupo sanguíneo				Total
	O	A	B	AB	
Masculino	18	13	12	2	45
Femenino	3	1	1	-	5
Total	21	14	13	2	50

FUENTE: Gálvez O. *Apuntes Curso de Bioestadística.* Facultad de Medicina Veterinaria. USAC. Guatemala 1982.

Cuando los cuadros clasifican únicamente fenómenos de naturaleza cuantitativa, reciben el nombre de cuadros o tablas de *correlación*.

Distribución de cobayos, Cavia porcellus variedad albus, según peso y edad. Lima, 1976.

Pesos en gramos	Edad en meses			Total
	2 → 3	3 → 4	4 → 5	
350 → 375	2	1	—	3
375 → 400	2	1	1	4
400 → 425	2	2	1	5
425 → 450	2	5	2	9
450 → 475	2	8	2	12
475 → 500	1	5	1	7
500 → 525	—	3	4	7
525 → 550	—	—	3	3
Total	11	25	14	50

FUENTE: López N., E. *Estadística en Salud Animal*
Programa Nacional de Control de la Fiebre Aftosa.
Lima, Perú 1976.

Y por último, cuando el cuadro clasifica fenómenos de naturaleza cualitativa y cuantitativa, no importando el número de modalidades, recibe el nombre de tabla mixta.

*Casos de cirticercosis porcina, según grupo de edad y sexo
Noviembre-Diciembre 1965. Rastro Lavarreda, Guatemala.*

Grupo de edad (en meses)	SEXO		TOTAL
	Machos	Hembras	
5 — 9	75	49	124
10 — 14	42	25	67
15 — 19	9	9	18
20 — 24	2	3	5
25 y más	—	1	1
Total	128	87	215

FUENTE: Gruenebaum Q., W. *Tesis de Graduación Cirticercosis en el ganado de destace en la Ciudad de Guatemala*, abril, 1966.

GRAFICOS

Los gráficos son figuras destinadas a permitir una visualización rápida y sintética del comportamiento de las frecuencias en las diversas clases, más fácilmente de lo que sería posible por la inspección de un cuadro o tabla. Los gráficos no deben sustituir a los cuadros, menos aún a los datos originales, tampoco se puede sacar de ellos conclusiones sobre el comportamiento de fenómenos, ya que tales conclusiones son muy influenciadas por el tipo de escala empleada en su construcción, su función es meramente ilustrativa.

Las ventajas de los gráficos se pueden resumir en:

- permiten llegar a todo tipo de público en forma sencilla.

- facilitan la comparación por la rápida apreciación de similitudes y diferencias.
- facilitan la fijación de ciertos conceptos por ser atractivos en su presentación.

Sin embargo, los gráficos también tienen limitaciones. Entre ellas las siguientes:

- no pueden presentar tantos grupos de datos como una tabla, a riesgo de tornarse complejos.
- el gráfico presenta por lo general valores aproximados.
- su elaboración consume más tiempo y trabajo que una tabla.

Entre los requisitos que debe llevar un buen gráfico se ha de considerar:

- debe ser sencillo y auto-explicativo.
- debe presentar fielmente los hechos en estudio. Es conveniente evitar escalas exageradas.
- no contener demasiada información. Se tornan complejos y pierden su efectividad.
- deben ser de trazado atractivo. Dibujo limpio, de trazos marcados, leyendas bien ubicadas, etc.
- ser adecuados al tipo de escala en que están clasificados los datos.

Para elaborar un gráfico, al igual que lo ocurrido con la elaboración de una tabla, se han de tener en cuenta algunas etapas:

- definición del objetivo.
- elección del tipo de gráfico.
- elaboración del gráfico propiamente tal.

Por supuesto que no se trata de confeccionar tantos gráficos como se nos ocurre. Cada gráfico debe ser producto de la necesidad de dar respuesta a una pregunta. Es decir, cada gráfico debe tener un objetivo. ¿Para qué se quiere construir un gráfico, qué se desea mostrar?

Existe una variada gama de formas de representación gráfica, de donde elegir aquel tipo de gráfico que es adecuado. La elección del tipo de gráfico debe estar orientada fundamentalmente por los objetivos propuestos y por la escala de clasificación en que están expresados los datos.

En términos generales, de acuerdo al tipo de datos y más particularmente al tipo de serie que resulta de la ordenación, se pueden utilizar las siguientes formas de representación gráfica estadística:

<i>Serie</i>	<i>Gráficos estadísticos</i>
Atributos	{ Barras simples Barras proporcionales Barras agrupadas Diagrama sectorial
Variable discreta	{ Barras simples
Variable continua unidimensional	{ Histograma Polígono de frecuencia
Variable continua bidimensional	{ Diagrama de dispersión
Cronológicas	{ Barras simples Gráficos lineales aritméticos Gráficos lineales logarítmicos Gráfico polar Pictogramas Estereogramas
Geográficas	{ Barras simples Barras proporcionales Cartogramas

En este esquema no se han considerado aquellos gráficos no estadísticos y más propios de la administración como gráficos de organización (organigramas) y de control (Gantt).

Excluyendo los pictogramas que son representaciones gráficas y los cartogramas que son representaciones sobre mapas, los gráficos estadísticos se clasifican en:

- *Diagramas*: gráficos geométricos de dos dimensiones (plano)
- *Estereogramas*: gráficos geométricos de tres dimensiones (volumen)

Elegido el tipo de gráfico, es necesario construirlo o elaborarlo. Para elaborar diagramas hay que observar ciertas normas y recomendaciones.

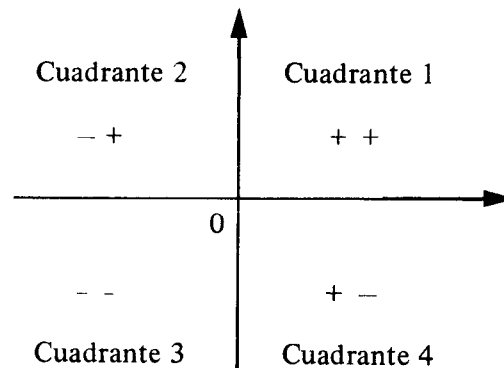
Título: Cada gráfico debe tener un título conciso y claro que indique los siguientes aspectos:

- hecho del que se trata: QUE
- lugar donde fue observado: DONDE
- época en que fue observado: CUANDO

Tamaño del gráfico: En lo posible el formato del gráfico debe ser rectangular. Debe tratarse de mantener una proporción de 1:1,5 o también 1: 2 entre la altura y la anchura del gráfico. Es decir, si el eje horizontal, que debe ser mayor, mide 15 cm entonces el eje vertical debería medir 10 cm.

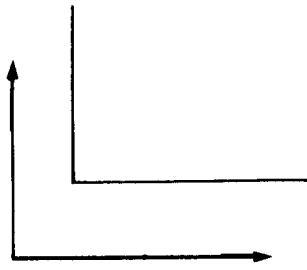
Coordenadas: Muchos gráficos estadísticos son construidos utilizando un sistema de coordenadas cartesianas rectangulares. Está constituido por dos ejes perpendiculares entre sí. Estos ejes son rectas orientadas. Cada recta orientada tiene una flecha, que indica el sentido, y un punto de origen a partir del cual se aplica la unidad de medida considerada. El punto de origen divide el eje en dos semi-ejes. El semi-eje positivo tiene el mismo sentido de la flecha y el semi-eje negativo tiene sentido contrario.

En el sistema cartesiano estos ejes se cortan formando un ángulo recto, originando cuatro cuadrantes.



El punto 0 es el origen. En general en estadística se utiliza el cuadrante 1 es decir aquel cuadrante limitado por los semi-ejes positivos.

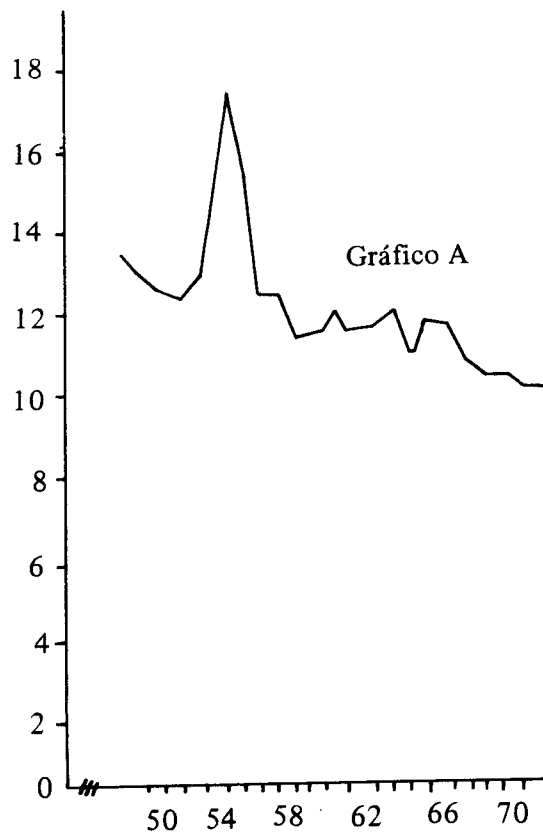
El diagrama generalmente progresa de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba.

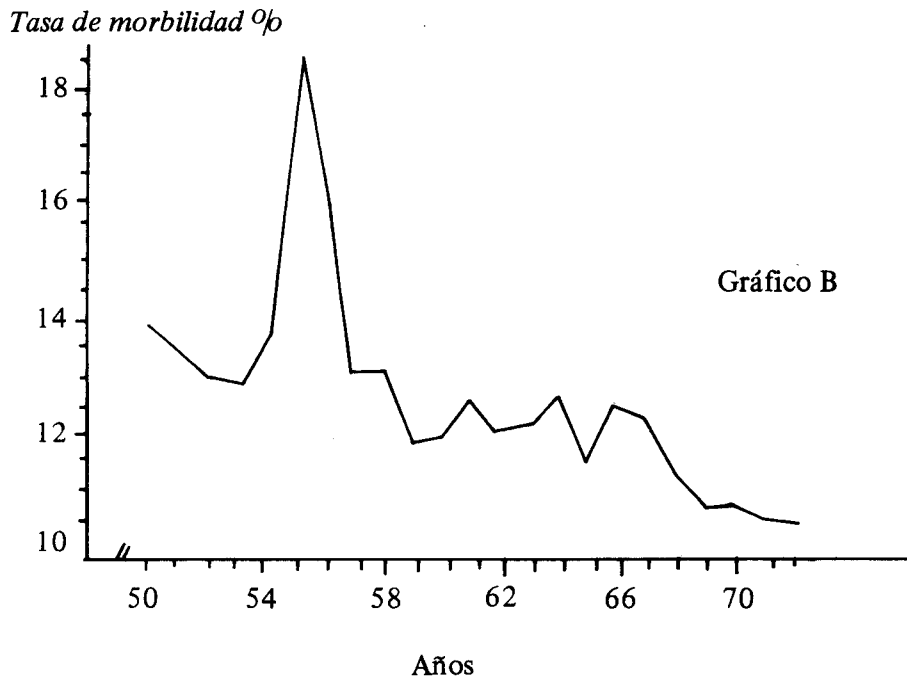


Al eje horizontal se le llama eje de **ABSCISAS** y al eje vertical se le llama eje de **ORDENADAS**.

El punto cero en la escala vertical. Esta es una regla importante de observar y que a veces se descuida, dando como resultado confusión en la interpretación del gráfico y una visión incorrecta del hecho presentado.

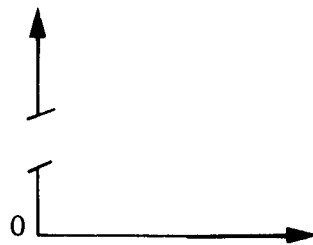
Tasa de morbilidad %





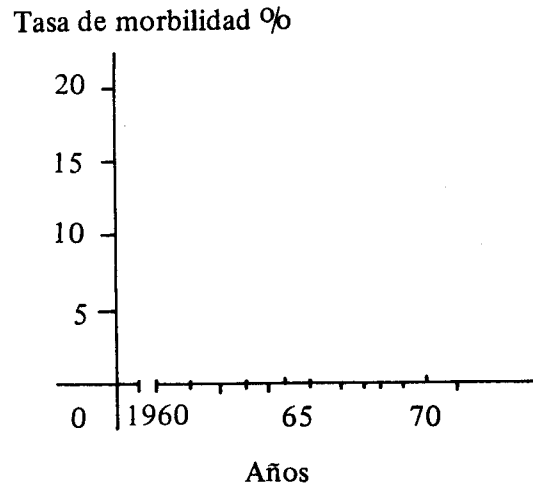
En los gráficos A y B aparece la misma serie de datos. En el gráfico B comienza en 10 la escala vertical. Esta gráfica da al lector una impresión visual no concordante con los hechos. El valor correspondiente al año 56 parece ser el 100 por ciento correspondiente al año 53, mientras que en el gráfico A se muestra que es sólo 33 por ciento mayor. Esto es consecuencia de que el gráfico B no considera el punto 0 sino que parte del valor 10.

Si existiere falta de espacio se debe insertar un quiebre en el eje vertical.



Leyendas

Cada eje debe llevar una lectura que identifique las unidades utilizadas. En cada eje no precisan estar todas las unidades escritas, a veces no es práctico.



El título de la escala correspondiente al eje de abscisas debe estar abajo de dicho eje, centrado, con letra clara y ser conciso.

El título de la escala del eje de coordenadas debe estar localizado en la parte superior de dicho eje. En ocasiones se escribe presentándolo en el mismo sentido que el eje, esto obliga a modificar la posición del texto para leer.

Estas leyendas deben indicar la naturaleza de la escala y las unidades empleadas.

Cuando se presenta más de un hecho en el propio gráfico se debe indicar la clave correspondiente.

Trazado

Las líneas deben resaltar claramente sobre el fondo de la gráfica. Si se trata de una curva ella debe dibujarse con trazos más gruesos que las coordenadas. Si se traza más de una línea se pueden adoptar trazos diferentes: línea continua, segmentada, de puntos, etc. Deben distinguirse perfectamente una de otra.

Fuente

Así como en las tablas, los gráficos deben contener al pie una referencia acerca del origen de los datos presentados, cuando ellos no son originales.

TIPOS DE GRAFICOS

La mayoría de los gráficos utilizados para presentar datos estadísticos son diagramas. A continuación se presentan algunos tipos de gráficos estadísticos.

BARRAS SIMPLES

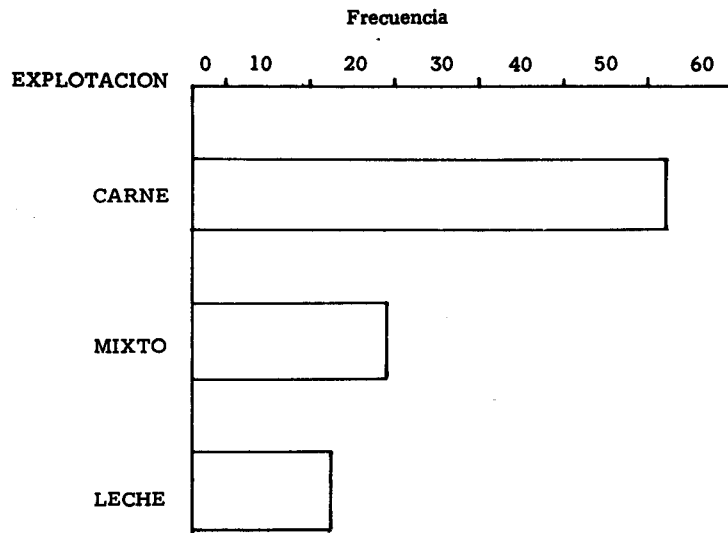
Cada clase se presenta por una barra cuyo largo indica la presencia o número de unidades de observación que pertenecen a esa clase. La base de las barras es constante e igual que los espacios entre las barras. En el caso de las series de atributos, cuando no hay un orden implícito de presentación, el orden puede estar dado por la longitud de las barras, cuando no hubiera otro criterio de orden a respetar. En las series de variables discretas (barras lineales), en las cronológicas y en las geográficas, generalmente el orden aparece dado por la propia naturaleza de las clases.

En las series de atributos, especialmente cuando el nombre de cada clase es largo o por facilidad de lectura, conviene construir estas barras simples en sentido transversal.

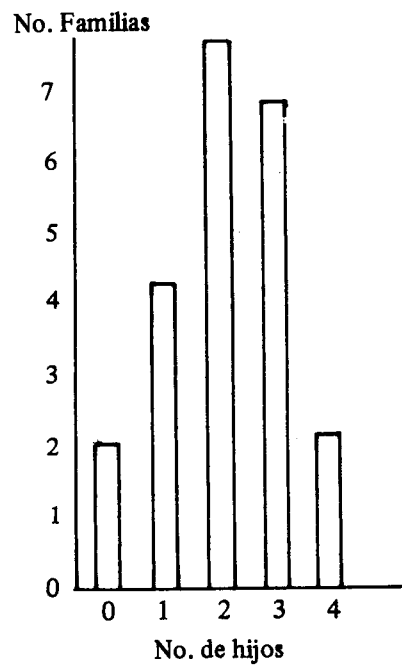
Ejemplos:

Distribución de 104 rebaños bovinos según tipo de explotación.

Lugar NN. 1968.

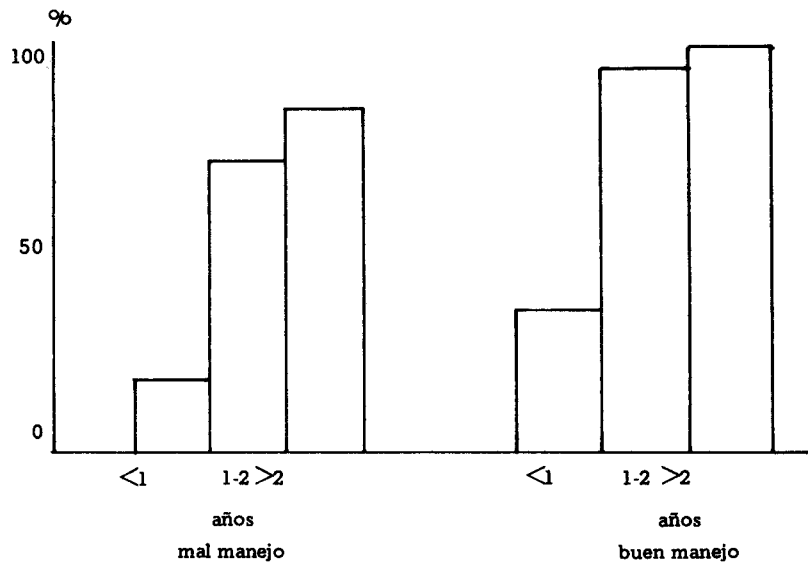
*Distribución de 21 familias según el número de hijos*

Lugar NN. 1967



Barras agrupadas

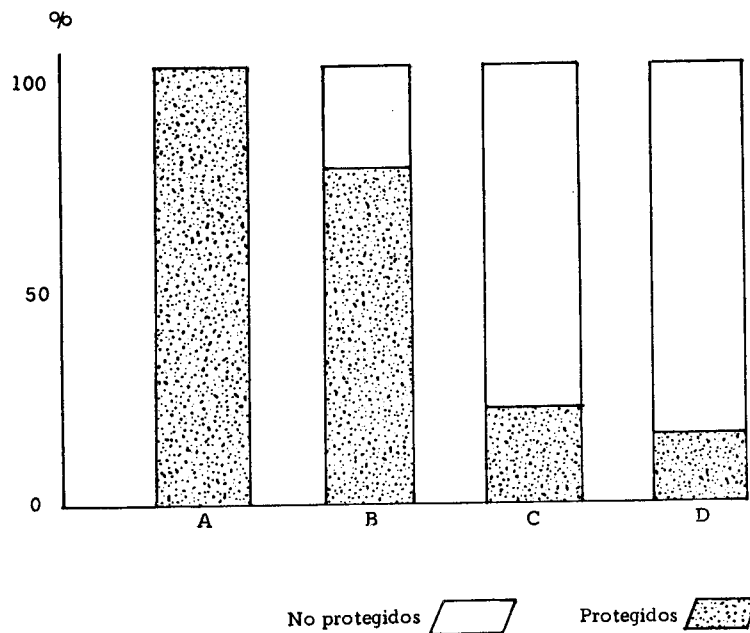
Se utilizan fundamentalmente para mostrar alguna relación entre dos hechos. Se distribuyen grupos de barras que corresponden a subdivisiones de una clasificación más general. Las barras de cada grupo deben tener rayados diferentes para cada subdivisión con una indicación de la clave en un lugar apropiado del gráfico. Se prefiere hacer la clasificación primaria con mayor número de clases para así disminuir el número de claves a colocar en el gráfico, a menos que con esta forma de agrupar se pierda claridad o no se cumpla con los objetivos del gráfico. La comparación de mayor interés es dentro de un grupo de barras. Relación entre las condiciones de manejo, edad y cantidad de anticuerpos suficientes contra la fiebre aftosa en bovinos. Zona XX. 1970.

*Barras proporcionales*

Este gráfico es muy apropiado para mostrar la composición proporcional de distintas categorías. No es conveniente hacer más de tres subdivisiones en cada barra ya que la comparación se dificulta.

Ejemplo:

Porcentaje de bovinos protegidos 120 días después de la vacunación antiaftosa con 4 vacunas experimentales. Establecimiento YY. 1971.

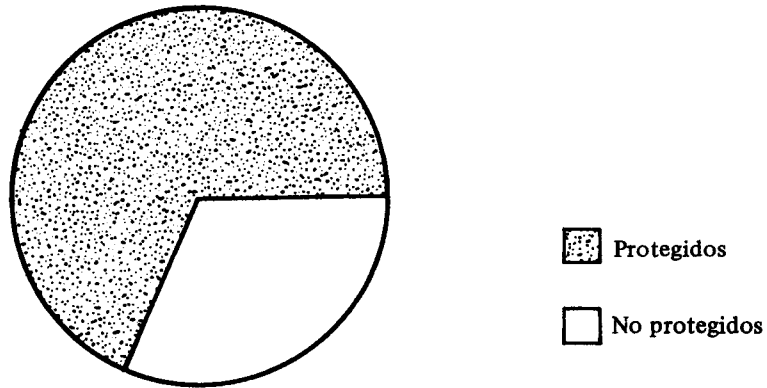


Diagramas sectoriales

El principal objetivo de este tipo de gráfico es comparar la frecuencia de una clase con el total, es decir, hacer resaltar el peso relativo o la participación de una clase en el total. Este gráfico sólo se debe emplear cuando las clases consideradas son pocas, no más de 5 ó 6 clases como máximo. En él hay que transformar los porcentajes a grados en un círculo.

Si se toman los resultados de la vacuna antiaftosa experimental B, del ejemplo anterior tenemos que

$$\frac{360^\circ}{100\%} = \frac{X}{70\%} \quad X = \frac{360 \times 70}{100} = 252$$



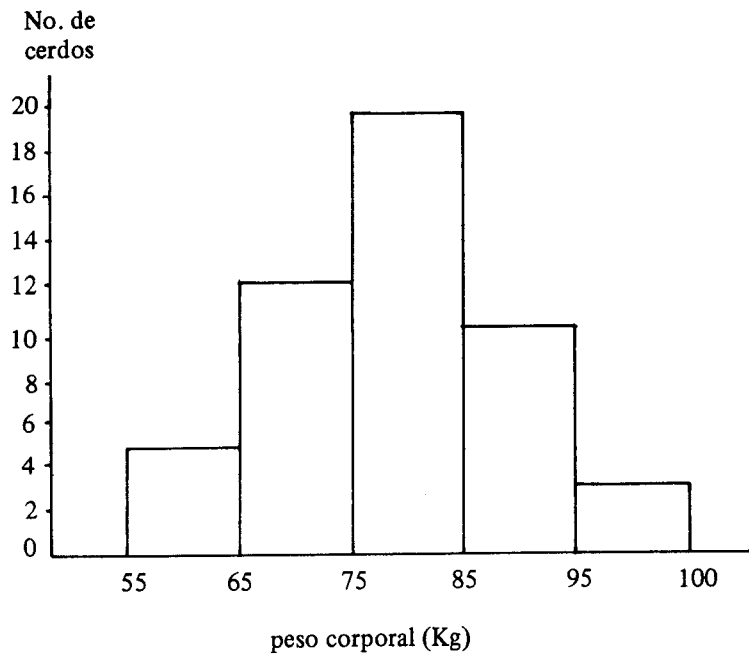
En este tipo de gráfico varía el ángulo y se mantiene constante el radio.

Histograma

Se utilizan en la representación gráfica de series de variables continuas. Consisten en una serie de rectángulos adyacentes cuyas áreas representan la frecuencia absoluta correspondiente al intervalo de clase. Cuando los intervalos de clases tienen todos la misma amplitud, todos tienen la misma base, y por lo tanto su altura representa directamente la frecuencia correspondiente al intervalo.

Ejemplo:

Distribución de cerdos mestizos de 6 meses de edad según clases de peso corporal (kg). Zona YY. 1965.

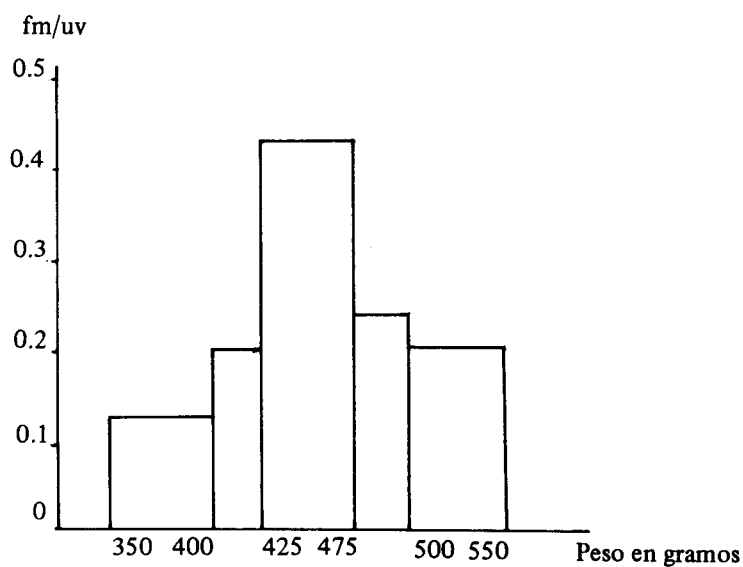


El primer rectángulo representa la clase 55 — 65 kg. En este caso puesto que todos los intervalos de clases tienen una misma amplitud, la altura de cada rectángulo varía según la frecuencia de cada clase. La amplitud de cada intervalo es igual a 10 kg. De esta manera, también el área de cada rectángulo es proporcional a la frecuencia de clase. En cuanto al área total del histograma es proporcional a la frecuencia total o tamaño de la muestra.

Cuando los intervalos son desiguales en su amplitud esto debe reflejarse en la confección del histograma, valiéndose de lo que se denomina *frecuencia media por unidad de la variable*, que no es más que el resultado de dividir la frecuencia de la clase agrupada entre la amplitud del intervalo, este resultado de cada uno sustituye el valor de las frecuencias.

Distribución de cobayos Cavia porcellus variedad albus según peso en gramos. Lima, 1976.

Peso en gramos	Frecuencia	Frecuencia media por unidad de la variable
350 → 400	7	0.14
400 → 425	5	0.20
425 → 475	21	0.42
475 → 500	7	0.28
500 → 550	10	0.20
Total	50	



FUENTE: López N., E. *Estadística en Salud Animal*. Programa Nacional de Control de la Fiebre Aftosa. Lima, Perú 1976.

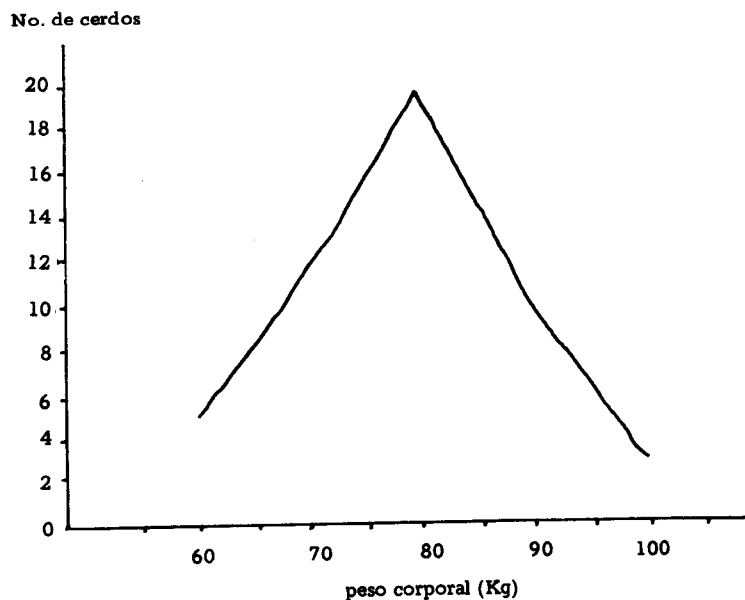
Polígono de frecuencias

Cuando se comparan dos distribuciones de frecuencia pueden ocurrir que los histogramas respectivos se superpongan haciendo poco clara la comparación. Una solución a esta dificultad está dada por otro diagrama de área denominado polígonos de frecuencias. Es una forma de representación gráfica muy semejante al histograma y también sólo debe utilizarse para variables continuas. Los contornos del histograma se reemplazan por un polígono que une los puntos medios de sus bordes superiores, de manera que las áreas de los distintos rectángulos se compensan aproximadamente. El polígono puede cerrarse uniendo su primer y último punto con la línea horizontal del gráfico correspondiente al punto medio de las clases adyacentes. Esto debe hacerse de una manera que el área bajo el polígono resulte aproximadamente igual al área bajo el histograma. En ocasiones la escala horizontal parte de cero y al extenderse a la clase próxima se pierde el sentido.

Hay que advertir que la mejor manera de comparar distribuciones de frecuencias es a través de las frecuencias relativas o porcentuales.

Distribución de cerdos mestizos de 6 meses de edad según clases de peso corporal (kg). Zona YY. 1965.

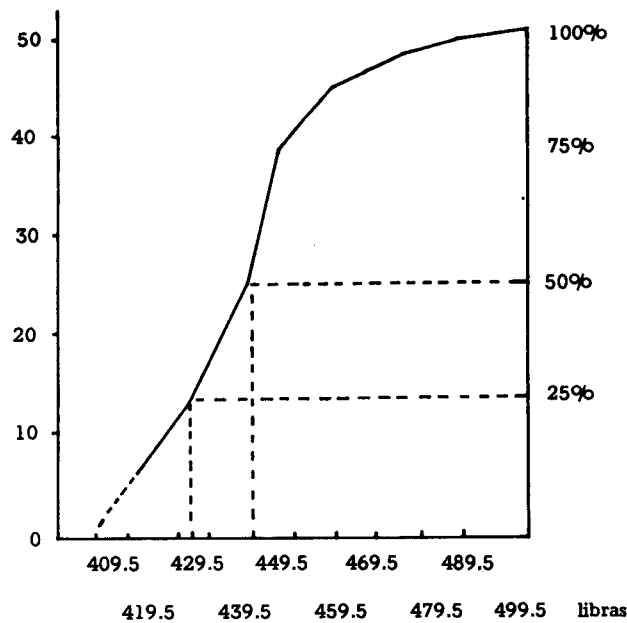
Distribución de cerdos mestizos de 6 meses de edad según clases de peso corporal (kg). Zona YY. 1965



Otro gráfico usado con frecuencia es el *polígono de frecuencias acumuladas*, presenta el conocimiento de la frecuencia total de los valores inferiores a determinados valores de la variable. Se construye uniendo los puntos puestos como referencia de las frecuencias acumuladas, tomando como referencia el límite superior del intervalo.

Bovinos según el peso al destete. Finca San Julián Patulul, Guatemala, 1975

Peso en libras	Frecuencia	Frecuencia acumulada
400 ─ 410	5	5
410 ─ 420	6	11
420 ─ 430	4	15
430 ─ 440	10	25
440 ─ 450	12	37
450 ─ 460	8	45
460 ─ 470	2	47
470 ─ 480	1	48
480 ─ 490	1	49
490 ─ 500	1	50
Total	50	



Gráficos lineales

Pueden ser aritméticos y logarítmicos. Están indicados cuando se debe representar la relación entre dos variables, por ejemplo: concentración sanguínea de una droga en función de dosis inyectada, tasa de mortalidad infantil a través de los últimos 10 años, etc.

La variable independiente se inscribe en el eje horizontal y la variable dependiente en el eje vertical. La escala en el eje vertical debe comenzar con 0. Si esto implica que un segmento importante del eje no se utiliza y que la escala pierde detalle, se podrá cortar este eje mediante dos líneas.

Frente al valor de la variable independiente se inscribirá con un punto, el valor correspondiente de la variable dependiente para una misma unidad de observación. Los puntos contiguos se unen por líneas rectas.

Cuando se tiene una serie en intervalos iguales y por algún motivo se desconoce la información frente a algunos de los valores de la variable independiente, conviene indicar este hecho con una interrupción

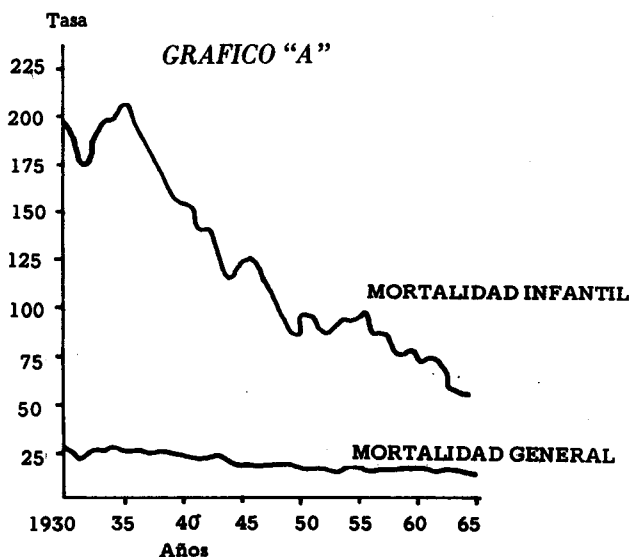
de la línea. Esto vale sobre todo para series cronológicas en que los datos de un período a otro suelen sufrir grandes fluctuaciones.

Si para la misma escala de la variable independiente se quieren mostrar varios fenómenos, cada uno se inscribirá con líneas en diferente trazo o color. Si estos fenómenos estuvieren en escalas dependientes diferentes se puede inscribir cada escala como eje vertical paralelo al comienzo o al final del eje horizontal.

Cuando se desea conocer la conducta del fenómeno en términos absolutos se usarán escalas aritméticas en ambos ejes. Si se desea investigar cambios relativos de la variable dependiente es útil usar el gráfico semilogarítmico, con el eje horizontal en escala aritmética y el vertical en escala logarítmica. El último objetivo también se logra expresando cada valor de la variable dependiente en relación a un valor base, por ejemplo, la morbilidad por fiebre aftosa en 10 años en un país se puede expresar en términos porcentuales, relacionando la morbilidad de cada año con la morbilidad en 1962.

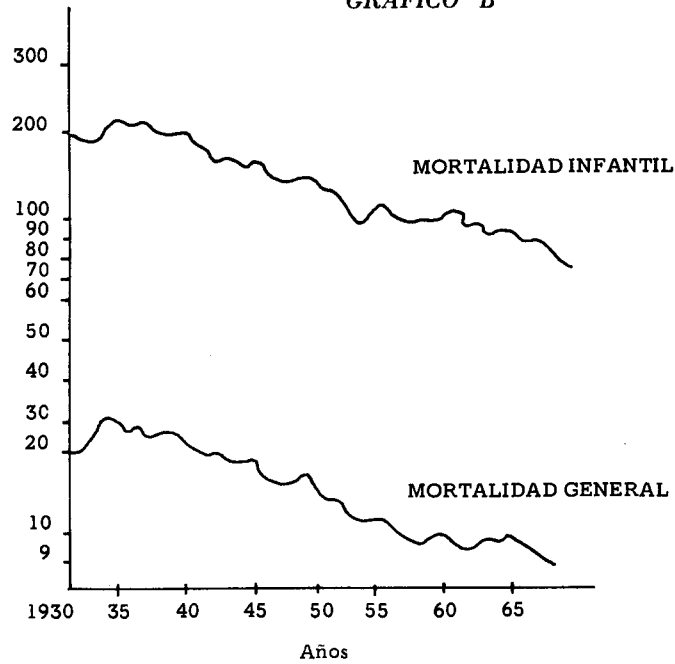
Los gráficos A y B se basan ambos en los mismos datos: Tasas de mortalidad infantil y de mortalidad general en Chile de 1930 a 1969.

El gráfico A en escalas aritméticas muestra los cambios absolutos, el B, en escala logarítmica para las tasas, muestra la reducción relativa de ambos índices.



FUENTE: Documentos docentes de la unidad de Bioestadística y Biomatemáticas del Depto. de Salud Pública y Medicina Social. Facultad Medicina. Universidad de Chile, 1971.

GRAFICO "B"



El trazado aritmético tiene distancias iguales entre las líneas coordenadas. La distancia entre 2 y 5 es la misma que entre 17 y 20, y por lo tanto en el trazado estas distancias tienen igual magnitud.

La progresión aritmética implica la existencia de una *diferencia constante* 1, 3, 5, 7, 9, 11, ... En este caso, esa diferencia constante entre cualquier par de valores sucesivos es 2. En la progresión aritmética entonces hay una diferencia constante entre los valores sucesivos. La progresión aritmética da una gráfica rectilínea sobre el papel aritmético.

A veces un conjunto de valores sucesivos tienen entre sí una *razón constante*. En este caso se habla de una *progresión geométrica*, como es el caso de la siguiente serie de valores sucesivos 3, 9, 27, 81, 243, 729. En este caso la razón constante entre cualquier par de valores sucesivos

es 3. Se puede mostrar que en donde hay una razón constante de cambio entre dos valores sucesivos, la diferencia entre los logaritmos de los valores será la misma.

<i>Números</i>	<i>Logaritmos</i>
3	0.4771
9	<u>0.9542</u>
Diferencia	0.4771
27	1.4313
81	<u>1.9084</u>
Diferencia	0.4771

Si se *grafican los logaritmos de los valores*, en lugar de los valores originales, las diferencias constantes (0,4771) serán iguales a razones constantes (3).

Dado que no siempre se está en condiciones de convertir los valores originales a logaritmos, un procedimiento más conveniente es tomar los datos originales de manera que los logaritmos se puedan graficar directamente a través de una escala especial.

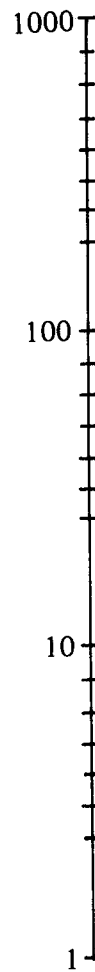
Otro procedimiento sería obtener el logaritmo de cada valor original y graficarlos en una escala aritmética en la forma corriente.

Ejemplos de escalas

Aritmética



Logarítmica



Si se utiliza un rayado logarítmico tanto en el eje de abscisas como en el de ordenadas, el papel se llama logarítmico. Si se utiliza escala logarítmica sólo en el eje vertical entonces se habla de papel semilogarítmico.

En el *trazado logarítmico* de una gráfica no existe línea hasta cero,

de ahí que la gráfica logarítmica no permite la interpretación de curvas en término de distancias con respecto a la línea base como en los gráficos aritméticos. Cuando en un trazado logarítmico se *grafica una progresión geométrica, se forma una línea recta*, puesto que los logaritmos de una progresión geométrica forman una progresión aritmética. En la escala logarítmica los *aumentos o disminuciones iguales indican cambios iguales en porcentaje*.

<i>Cantidades</i>	<i>Logaritmos</i>
10	1.000
20	1.3010
Aumento 100%	Diferencia 0,3010

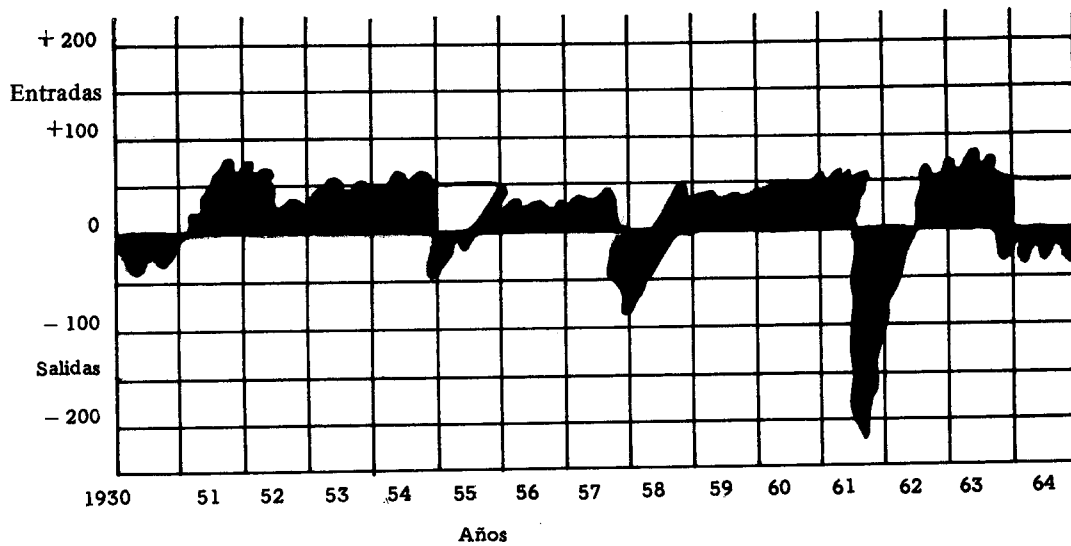
<i>Cantidades</i>	<i>Logaritmos</i>
40	1.6020
80	1.9030
Aumento 100%	Diferencia 0,3010

Si *dos rectas tienen*, en una gráfica logarítmica, *pendientes iguales entonces la razón de cambio es la misma*.

El trazado logarítmico puede ser utilizado cuando se *comparan razones de cambio*.

También se puede utilizar el trazado logarítmico para *comparar las fluctuaciones de dos series que difieren en magnitud*. También podría ser que no se consideraran dos series, sino que se estudiara *la fluctuación de una sola serie que durante un período ha tenido fluctuaciones alrededor de valores relativamente pequeños y en otro período alrededor de valores mucho más grandes*.

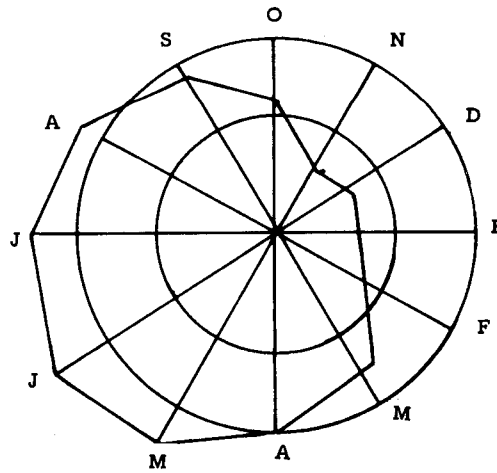
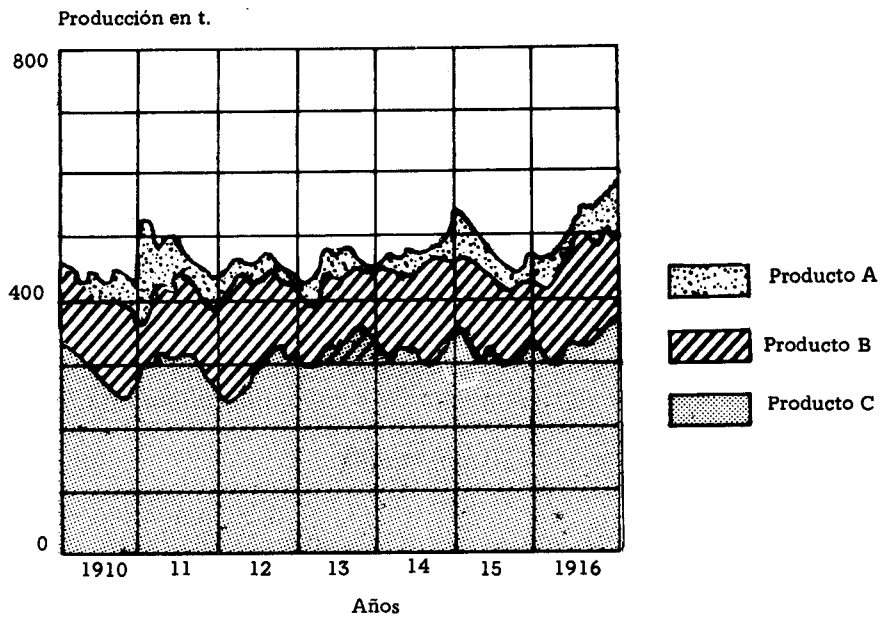
Existen tipos especiales de gráficos lineales. Mencionaremos dos. Uno es el *gráfico de silueta*. El expresa desvíos positivos y negativos con respecto a la línea base cero. Se debe llenar el área entre la curva y la línea base.



La otra forma es el *gráfico de banda* que sirve para expresar variaciones de partes componentes, así como el total. Primero se representa la variación de la parte componente mayor del total. En seguida, la siguiente parte componente se suma al primer componente y se grafica el resultado. El proceso acumulativo continúa hasta incluir todos los componentes. Las fluctuaciones de la línea superior representan las variaciones del total.

Gráfico polar

Este gráfico es utilizado especialmente para representar variaciones mensuales de un carácter. En este gráfico el ángulo es constante y fluctúa la coordenada lineal de acuerdo con el valor del mes correspondiente. Posteriormente se ligan los extremos de esas coordenadas dando el contorno del gráfico que contrasta con el círculo trazado como base, cuyo radio es igual al promedio de los valores de la serie.



Quando la frecuencia mensual es grande se acostumbra dividirla por 10 u otro número que permita llegar a una medida gráfica adecuada.

Estereogramas

Los gráficos sólidos o de volumen, consistente en formas geométricas (cubo, esferas, cilindros) son confeccionados para ilustrar comparaciones de magnitudes a través de volúmenes en las figuras. No se juzga la altura o longitud sino el volumen. No es una forma de comparación precisa y sólo se usa para ilustraciones generales en ausencia de otro tipo de gráficos.

En 1960, la producción de un producto x era de 10 millones de toneladas. En 1965, la producción había subido a 16 millones de toneladas y en 1970, a 24 millones de toneladas.

Si la producción de 1960 se representa por un cubo de 2 cm por dimensión, el volumen de ese cubo será de 8 cm^3 , que representa 10 millones de toneladas.

El volumen para 1965 y de 1970 se obtiene:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{16}{10} = 1,6 \\ \frac{24}{10} = 2,4 \end{array} \right\} \text{ del volumen del cubo de 1960}$$

Para 1965:

$$1,6 \times 8 \text{ cm}^3 = 12,80 \text{ cm}^3 \quad \sqrt[3]{12,80 \text{ cm}^3} = 2,32 \text{ cm}$$

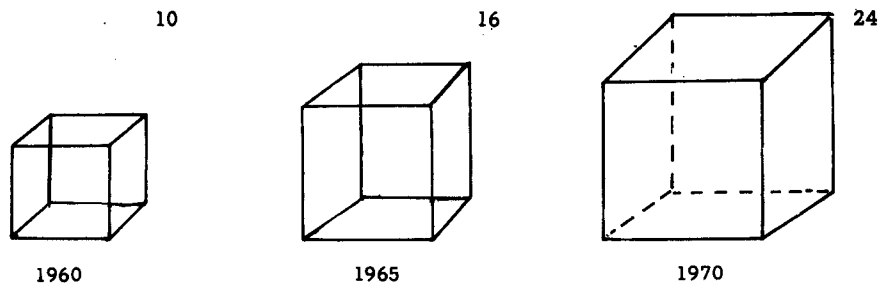
En 1965 el cubo debe tener 2,3 cm por dimensión.

Para 1970:

$$2,4 \times 8 \text{ cm}^3 = 19,20 \text{ cm}^3 \quad \sqrt[3]{19,20 \text{ cm}^3} = 2,68 \text{ cm}$$

En 1970 el cubo debe tener 2,67 cm por dimensión

MILLONES DE TONELADAS

*Pictograma*

Representación gráfica que utiliza figuras que simbolizan la serie estadística estudiada. Estas figuras pueden ser de variadas dimensiones. Una vez que se ha decidido utilizar una figura determinada se debe reproducir en esa presentación la misma figura. Cada figura representa una cantidad. Si la figura de un bovino representa 100.000 bovinos, la existencia de 350.000 bovinos en una localidad se debe representar por 3 figuras de bovinos y la mitad de una.



Generalmente son empleados para presentar series cronológicas. Existen algunas reglas que es conveniente considerar en la construcción de pictogramas estadísticos. Ellas son:

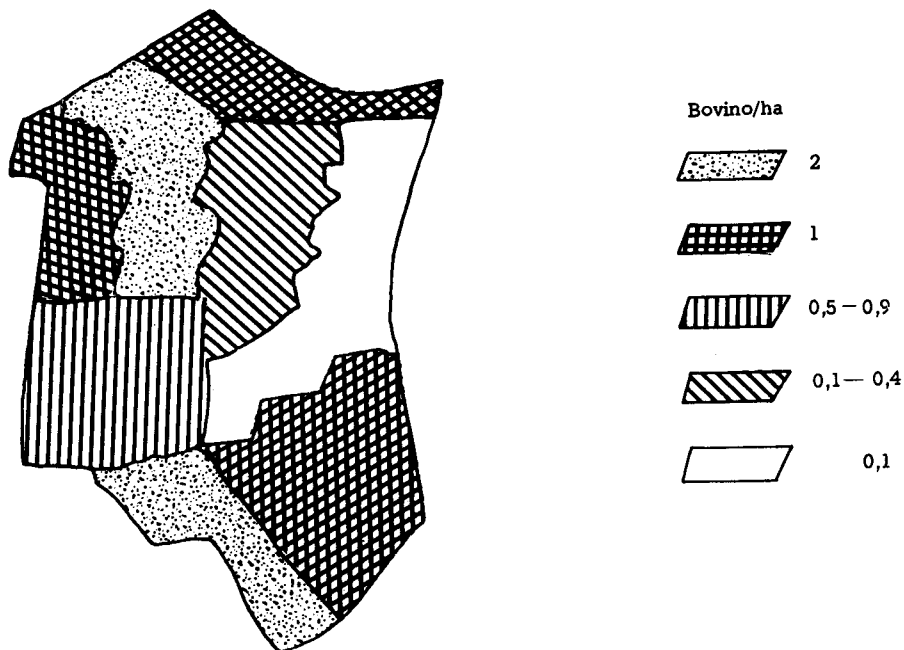
- Los símbolos alusivos deben explicarse por sí mismos.
- Las cantidades mayores se indican con un número mayor de símbolos y no por símbolos más grandes.
- Sólo se representan cantidades aproximadas y no detalles.

Cartogramas estadísticos (mapas)

Presentan información cuantitativa sobre series geográficas.

Los *mapas sombreados o achurados*, permiten presentar, para cada región geográfica que se considera, la magnitud del carácter en estudio. Las variaciones de esta magnitud se expresan gráficamente por diferencia de intensidad de sombreado o de rayado, que puede variar desde el negro sólido hasta el blanco.

Densidad bovina en una región X y época Y



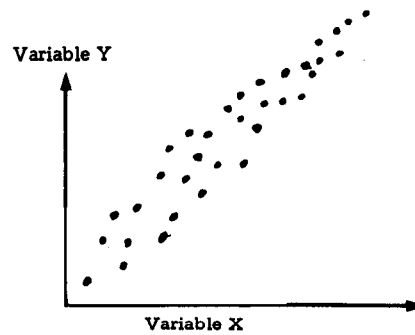
Los mapas achurados o sombreados se utilizan para representar promedios o razones, como la que se da en el ejemplo.

Los mapas punteados, se utilizan más para señalar distribución geográfica de ciertos eventos, aunque también se pueden utilizar para indicar razones.

Diagramas de dispersión

Obedecen a los mismos principios de los gráficos lineales, pero en lugar de tener una unidad de observación frente a cada valor de la variable independiente, pueden tener varias unidades de observación. Permiten estudiar series bivariadas. Los ejes deberán comprender aquellos espacios numéricos en que existen valores para ambas variables.

En este caso los puntos no se unen entre sí. Ellos aparecen como una nube de puntos. Si esta nube se asemeja a una línea recta, más estrecha es la relación entre las dos variables estudiadas.



IV. Tendencia central y variabilidad

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Como el propio nombre lo indica, el propósito de las medidas de tendencia central es determinar el centro de la distribución de frecuencias. Esta determinación depende por lo tanto, de la definición de centro de la distribución.

Aún el centro de un conjunto de valores no está bien definido y puede ser interpretado de varias maneras, cada una de las cuales describe una propiedad de los datos que puede ser llamada razonablemente de tendencia central.

Las medidas de tendencia central más comúnmente usadas son: la media aritmética; la mediana, y la moda.

Aunque son de menos uso, también son medidas de tendencia central, la media geométrica y la media armónica.

Media aritmética: En una distribución de frecuencias, se denomina media aritmética de esta distribución y se representa por \bar{x} , a la suma de todos los valores de la variable (x), dividida por la frecuencia total.

De manera general si tuviésemos

<i>Variable x</i>	<i>frecuencia</i>	<i>x.f</i>
x ₁	f ₁	x ₁ .f ₁
x ₂	f ₂	x ₂ .f ₂
.	.	.
.	.	.
.	.	.
x _k	f _k	x _k .f _k
Total	$\sum_{i=1}^k f_i = n$	$\sum_{i=1}^k x_i f_i$

La media aritmética sería

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^k x_i f_i / n$$

Si los valores del cuadro anterior estuviesen agrupados en clase, necesitaríamos antes de calcular \bar{x} , determinar los puntos medios de las clases. Por *punto medio* de una clase se entiende a la semisuma de los dos extremos de la clase. Así, en la clase 20 ———— 30, el punto medio será $x = \frac{20 + 30}{2} = 25$

Ejemplo:

Bovinos portadores de Anaplasmosis según la edad (d.h)

Edad en meses	No. de portadores = f	Punto medio de clase = x	x.f
20 → 30	3	25	75
30 → 40	1	35	35
40 → 50	11	45	495
50 → 60	11	55	605
60 → 70	9	65	585
70 → 80	5	75	375
Total	40		2170

$$\bar{x} = \frac{2170}{40} = 54.25 = 54 \text{ meses}$$

La media aritmética de una distribución de frecuencias de acuerdo a su propia definición:

- Es de la misma naturaleza de la variable considerada.
- Siempre existe y cuando es calculada admite un único valor.
- No puede ser calculada cuando los datos están agrupados en clases y la primera y última clase tuvieran extremos indefinidos.
- Sufre mucho la influencia de valores aberrantes.

Propiedades de la media aritmética:

– Si a los valores de una variable x sumáramos o restáramos una constante C , la media aritmética de x , \bar{x} , quedaría aumentada o disminuida por esta constante C .

– Si multiplicamos o dividimos los valores de una variable x por una constante C , la medida aritmética de x , \bar{x} , quedará multiplicada o dividida por esta constante.

– Si los valores de la variable x fueran equidistantes, la obtención de la media aritmética, podrá hacerse por el método rápido, este método consiste o en substituirlos por los números 0, 1, 2, 3... o en substituir un valor de x próximo al centro de la distribución por el valor cero y los demás valores de x por ... -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3... Llamemos A al valor de x más próximo del centro de la distribución y t a la amplitud de las clases. El método consiste en definir la nueva variable que llamaremos y :

$$y = \frac{x - A}{t}$$

Con esto la media aritmética de y , será

$$Y = \frac{\sum y_i f_i}{n} \quad \text{donde } y_i = \frac{x_i - A}{t}$$

y por lo tanto, por las propiedades 1a, y 2a., la media de X será

$$\bar{x} = \bar{y} \cdot t + A$$

Ejemplo:

Bovinos portadores de Anaplasmosis según la edad (d.h.)

Edad en meses	No. de portadores = f	Punto medio de la clase = x	$y = \frac{x - A}{t}$	y.f
20 → 30	3	25	-3	- 9
30 → 40	1	35	-2	- 2
40 → 50	11	45	-1	-11
50 → 60	11	55 = A	0	0
60 → 70	9	65	1	9
70 → 80	5	76	2	10
80 → 90	4	85	3	12
Total	44			9

$$\bar{y} = \frac{9}{44} = 0.20$$

$$x = 0.20 \times 44 + 55 = 8.8 + 55 = 63.8 = 64 \text{ meses}$$

- La suma de los desvíos (diferencias) entre los valores de la variable x y la media aritmética \bar{x} es 0, es decir es nula.
- La suma de los cuadrados entre los valores de las variables x y su medida aritmética \bar{x} , es mínima.
- La menor aritmética es el valor que todas las observaciones tendrían si fuesen iguales entre sí.

Media ponderada

Supongamos que un alumno durante el curso haya obtenido las siguientes notas: 70-60-50, y que a la primera se le diese el peso 20, a la segun-

da un peso de 30 y la tercera un peso de 50. En estas condiciones, se puede pensar en una distribución que en lugar de las frecuencias observadas, tendría frecuencias hipotéticas o pesos, ésto es:

Notas = x	Pesos = f	x.f.
70	20	1400
60	30	1800
50	50	2500
Total	100	5700

y la media obtenida por este alumno sería:

$$\frac{5700}{100} = 57 \text{ la cual recibe el nombre de media ponderada.}$$

Mediana

Al estudiar esta medida de tendencia central, hay que considerar tres casos:

– La variable en estudio es discreta y n es par. En este caso la mediana será el valor de la variable que ocupa el puesto de orden $\frac{n+1}{2}$

Ejemplo: Supongamos que los casos de rabia paralítica en el mes de abril de los últimos 7 años fueron: 52, 41, 37, 82, 24, 63, 68 ordenando estos valores en orden creciente tendremos: 24, 37, 41, 52, 63, 68 y 82.

La mediana en este caso vale:

$$M = 52 \text{ casos}$$

Ya que es igual a 7 términos y aplicando la fórmula tendríamos

$$\frac{7+1}{2} = \frac{8}{2} = 4$$

el número 4 nos está indicando que la mediana de la variable estudiada es el valor que ocupa el cuarto lugar.

- La variable es discreta y n es par. En este caso no existe en la distribución un valor que ocupe su centro, ésto es la *mediana* es indeterminada, pues cualquier valor comprendido entre los valores que ocupan los puestos $\frac{n}{2}$ y $\frac{n+2}{2}$ puede ser considerado el centro de la distribución; convencionalmente se ha aceptado que la mediana de este tipo de distribución es la media aritmética de los valores que ocupan los puntos $\frac{n}{2}$ y $\frac{n+2}{2}$.

Ejemplo: si en lugar de considerar el número de casos de rabia parálitica en el mes de abril de los últimos 7 años, consideramos únicamente 6 años.

24, 37, 41, 52, 63, 68

Convencionalmente la mediana sería:

$$\frac{41 + 52}{2} = 46.5 \text{ casos}$$

Es decir, la medida aritmética de los valores que ocupan los puestos

$$\frac{6}{2} = 3 \quad \text{y} \quad \frac{6+2}{2} = 4$$

– La variable es continua. En este caso se determina la mediana calculando aquel valor de la variable que divide a la frecuencia total n en dos partes iguales.

Ejemplo:

Bovinos portadores de Anaplasmosis según la edad (d.h.)

Edad en meses	frecuencia	frecuencia acumulada
20 → 30	3	3
30 → 40	1	4
40 → 50	11	15
50 → 60	11	26
60 → 70	9	35
70 → 80	5	40
80 → 90	4	44
Total	44	

La mediana será aquel valor, en este caso en meses, que divide a la frecuencia total 44 en dos partes iguales, es decir aquella edad que arriba de ella existen 22 bovinos y el mismo número por debajo de ella.

Si vemos la columna referente a las frecuencias acumuladas notamos que en la fila correspondiente a la clase 50 → 60 se han acumulado 26 bovinos, es decir sobran 4. En la clase inmediata inferior se hallan acumulados 15, esto es, faltan 7. Si imaginamos que en la clase 50 → 60 se encuentran 11 bovinos distribuidos de manera uniforme, entonces podríamos utilizar la regla de tres y plantear así:

En un intervalo de 10 hay 11 individuos, en que intervalo x hay 7 individuos, es decir $\frac{7 \times 10}{11} = 6.36$ meses.

Luego la mediana será $50 + 6.36 = 56.36$ meses.

La mediana tiene una interpretación muy simple como medida

de tendencia central, porque su valor es tal que el número de observaciones con valores mayores que ella es igual al número de observaciones menores que ella.

Es una medida que no tiene en cuenta el valor de la variable. Por ejemplo, si tuviésemos como resultado de la aplicación de un test a un conjunto de alumnos, las siguientes notas:

20, 25, 50, 50, 50, 70, 75, 80, 85

La mediana sería la nota 50, no obstante sólo existir dos notas menores que 50 y cuatro mayores que 50.

Lo inadecuado de su expresión para el manejo matemático, hace que la mediana sea menos utilizada que la media aritmética. Aunque existen casos en los cuales el empleo de la mediana se hace necesario, éstos son los siguientes.

— En los casos en que existen valores aberrantes, pues éstos tienen sobre la mediana menor influencia que sobre la media aritmética.

Ejemplo en las siguientes observaciones:

24, 37, 41, 52, 63, 68, 82 casos, si en lugar de los 82 casos tuviésemos 1 000 caso, éste es:

24, 37, 41, 52, 63, 68, 1 000.

El valor de la mediana se mantendría igual, es decir 52 casos, al contrario de lo que sucedería con la media aritmética que pasaría de 52.4 casos a 183.6 casos.

Estos valores aberrantes aparecen con frecuencia en las variaciones estacionales de una enfermedad objeto de estudio de la epidemiología.

— En los casos en que la distribución en estudio, la primera o la última clase, o ambas, tengan respectivamente el extremo inferior y el extremo superior indefinidos y el centro de la distribución no esté contenido en ninguna de ellas; en estas condiciones es posible determinar la mediana, lo que no sucede con la media aritmética.

— Finalmente, la mediana es muy usada en laboratorios en la determinación de la dosis que es capaz de afectar el 50 % de individuos. Esto es la *dosis mediana efectiva* o DE50.

Moda

Dada una distribución de frecuencias, la moda que se representa por M_o , es el valor de la variable que corresponde a la frecuencia máxima, es decir, es el valor más frecuente, esa es la razón de su nombre.

La moda no siempre existe y no siempre es única. Cuando en una

distribución tenemos pocos valores de la variable, sucede muy frecuentemente, que no hay valores repetidos con lo que no se satisface la condición de moda. Si los pesos en kilos correspondiente a 9 terneros fuesen:

82, 65, 74, 78, 60, 67, 71, 73, 63,

Estas 9 medidas no definen una moda.

Por otro lado, la distribución de peso en kilos de 15 cerdos:

69, 81, 57, 63, 63, 63, 73, 68, 71, 71, 71, 83, 65, 67, 70 posee dos modas $M_o = 67$ kilos y $M_o = 71$ kilos.

En este caso se dice que la distribución es *bimodal*. Será *unimodal* en el caso de presentar una sola moda y *multimodal* si presenta varias.

Es interesante hacer notar, que la moda puede ser usada como medida tendencia central también en el caso de que la variable considerada sea de naturaleza cualitativa.

En efecto, cuando se dice que en el mes de abril de cierto año se presentó el mayor número de perros rabiosos, abril es la moda de distribución.

En las distribuciones de datos agrupados, es decir, en clases de valores, la moda pertenece a la clase con mayor frecuencia, sin embargo, todavía hace falta saber el valor de la clase que deberá ser escogido para representar la moda.

Una manera relativamente simple de calcular la moda, en este caso, es dada por la siguiente fórmula:

$$M_o = L + t \frac{f_1}{f_1 + f_2}$$

en donde: L = extremo inferior de la clase en que está la moda

t = amplitud de la clase

f_1 = frecuencia de la clase adyacente anterior

f_2 = frecuencia de la clase adyacente posterior.

Ejemplo:

Cerdos clasificados según el peso en kilogramos (d.h.)

Peso en kilos	No. de cerdos	%
60 → 70	25	8.9
70 → 80	60	21.4
80 → 90	80	28.6
90 → 100	75	26.8
100 → 110	40	14.3
Total	280	100.0

La moda está en la clase 80 → 90 luego

$$L = 80$$

$$t = 10$$

$$f_1 = 60$$

$$f_2 = 75$$

$$\text{Por lo tanto } Mo = 80 + 10 \times \frac{60}{60 + 75} = 80 + \frac{600}{135}$$

$$= 80 + 4.4$$

$$= 84.4$$

$$= 84 \text{ meses}$$

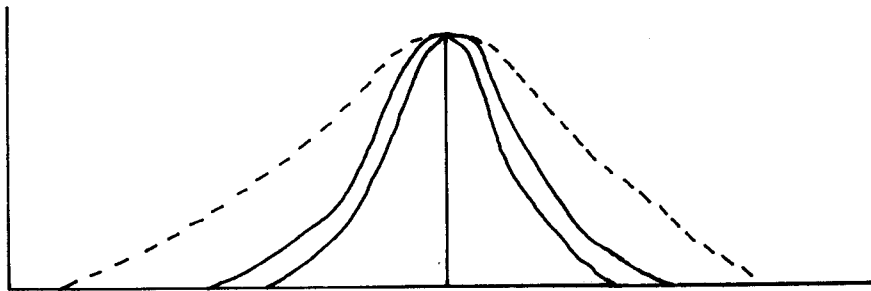
MEDIDAS DE VARIABILIDAD O DISPERSION

Tenemos dos localidades, A y B, con la misma renta media por habitante. ¿Nos permitirá este simple hecho de igualdad de los dos medios concluir que la situación económica de las dos localidades es la misma? Realmente no, pues esta igualdad podría existir aún si en A fuese perfectamente estabilizada, en el sentido que todos sus habitantes tuviesen prácticamente la misma renta y B tuviese unos pocos individuos con renta extraordinariamente alta y la mayoría con rentas muy bajas.

Este ejemplo tan sencillo, basta para indicar que el conocimiento de la intensidad de los valores asumidos por una grandeza, es decir, de las medidas de posición de una distribución, no es suficiente para su completa caracterización.

El hecho de que en A todos los individuos tienen la misma renta, es sinónimo de que en A las rentas no varían de un individuo para otro, o aun más, que la distribución de rentas no presenta *variabilidad*. Análogamente, el hecho de que en B algunos individuos tienen rentas muy elevadas en detrimento de la gran mayoría que tienen rentas muy bajas, puede ser expresado diciendo que en B las rentas varían o que la distribución de las rentas presenta variabilidad.

frecuencia



Para medir esta variabilidad existen ciertas medidas:

- medidas que se basan en algunos valores de la distribución.
- medidas que se basan en todos los valores de la distribución.

Medidas que se basan en algunos valores de distribución

Rango o amplitud de variación: es la diferencia entre los dos valores extremos de la distribución. Evidentemente esta medida es muy precaria, pues la amplitud no nos dice nada al respecto de la manera como se distribuyen los valores entre los valores extremos. Así en los dos conjuntos de valores siguientes:

4, 6, 6, 6, 8

4, 5, 6, 7, 8

el rango es el mismo e igual a $8 - 4 = 4$, sin embargo, las dispersiones de estos dos conjuntos son diferentes. Además de eso, los valores mínimo y máximo están muy sujetos a las fluctuaciones de las muestras, y por consiguiente, la amplitud de la distribución queda igualmente muy sujeta a estas fluctuaciones. Por ejemplo, si tuviéramos un grupo de bovinos cuyo peso oscilara entre 400 y 500 kilos, el apareamiento de uno que pesa 1000 kilos, es suficiente para pasar la amplitud o rango de 100 a 600.

Medidas que se basan en todos los valores de la distribución

En este caso, son dos los mecanismos generales de pensamiento. El primero toma como punto de partida la diferencia de los valores de la variable entre sí y el segundo parte de la diferencia entre cada valor y la media aritmética de la distribución.

Medidas que se basan en la diferencia de los valores de la variable entre sí

Si no hubiese variabilidad todos los valores de la distribución serían iguales entre sí, y por lo tanto, la diferencia entre ellos será nula.

Si encontramos una diferencia no nula entre dos valores, representa un hecho de variación. Encontrando, entonces, la diferencia de cada valor x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) con los $(n-1)$ restantes, obtenemos un conjunto de $n(n-1)$ valores, cada uno de los cuales es un indicio de variación. Desde que la variación media no puede ser obtenida por medio de la media aritmética de estos valores, una vez que la suma de ellos sería siempre nula, con el fin de evitar esta dificultad lanzamos manos de dos recursos:

- Definiendo la media aritmética de los módulos de las diferencias,

que recibe el nombre de *diferencia media simple*

$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i=1}^n \left| x_i - x_j \right|}{n(n-1)}$$

— Definiendo la media de los cuadrados de las diferencias que recibe el nombre de *diferencia media cuadrática*

$$\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i=1}^n (x_i - x_j)^2}{n(n-1)}$$

Estas medidas son poco usadas por el hecho de que ambas envuelven $n(n-1)$ diferencias, lo que para n no muy grande equivale a un número grande de diferencias.

Medidas que se basan en la diferencia entre cada valor y la media de la distribución

Vimos cuando estudiamos la medida aritmética, que ella es el valor que todas las observaciones tendrían si fuesen iguales entre sí. Introducida la noción de variabilidad, esta propiedad podría ser expresada diciendo que la media aritmética es el valor que todas las observaciones tendrían si no hubiese variabilidad. De ahí resulta que el desvío (diferencia) de cada observación varía con relación a la media y por lo mismo entre sí.

Nada más natural que definir una medida de variabilidad basada en estos dos desvíos.

La primera idea fue calcular la media aritmética de estos desvíos, es decir más concretamente, si las observaciones tuviesen los valores: 1, 2, 3, 4, 5, cuya media es $\bar{x} = 3$ calcular

x	$x - \bar{x}$
1	$1 - 3 = -2$
2	$2 - 3 = -1$
3	$3 - 3 = 0$
4	$4 - 3 = 1$
5	$5 - 3 = 2$
Total	$\sum = 0$

Obteniendo la medida de variabilidad

$$\frac{0}{5} = 0$$

Lo cual nos indica que en la distribución que nos ocupa no existe variabilidad.

Es fácil comprender que esta medida que se apoya en un argumento lógico nos lleva a una información errónea sobre variabilidad.

La explicación de este hecho reside en la propiedad de la media aritmética que dice que la suma de todos los desvíos de las observaciones para la media aritmética es nula. Por esta razón, la simple media aritmética de los desvíos no puede ser usada como medida de variabilidad.

Si nos atenemos al hecho de que la suma de los desvíos es siempre igual a cero, porque a cada desvío positivo corresponde un desvío igual pero de signo contrario, comprenderemos que la situación puede ser resuelta calculando la media de los cuadrados de los desvíos o la media de los módulos (valores absolutos) de los desvíos. En el primer caso tendríamos.

x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	-2	4
2	-1	1
3	0	0
4	1	1
5	2	4
Total	0	10

y la medida de variabilidad sería:

$$\frac{10}{5} = 2$$

Este resultado toma el nombre de *varianza*.

Si extraemos la raíz cuadrada de la varianza tendremos

$$\sqrt{2} = 1.41$$

Este resultado recibe el nombre de *desvío típico* o *desvío estándar*.
En el segundo caso tendríamos

x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})$
1	-2	2
2	-1	1
3	0	0
4	1	1
5	2	2
Total	0	6

y la medida de varibilidad sería $\frac{6}{5} = 1.2$ y recibe el nombre de desvío medio.

De manera genérica, si tuviéramos la siguiente distribución:

x	f	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^2 f$
x_1	f_1	$(x_1 - \bar{x})$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$(x_1 - \bar{x})^2 f_1$
x_2	f_2	$(x_2 - \bar{x})$	$(x_2 - \bar{x})^2$	$(x_2 - \bar{x})^2 f_2$
x_3	f_3	$(x_3 - \bar{x})$	$(x_3 - \bar{x})^2$	$(x_3 - \bar{x})^2 f_3$
.
.
x_k	f_k	$(x_k - \bar{x})$	$(x_k - \bar{x})^2$	$(x_k - \bar{x})^2 f_k$
	n		$\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2$	$\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 f_i$

El desvío estándar que se representa por s será:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 f_i}{n}}$$

Esta es la raíz cuadrada y positiva de la media de los cuadrados de los desvíos contados a partir de la media aritmética.

Consideraciones finales sobre el desvío estándar

- El desvío estándar es una cantidad esencialmente positiva.
- El desvío estándar sólo es *nulo* si todos los valores de la distribución fueran iguales entre sí, ésto es, si no hubiera variabilidad.
- Si la distribución de frecuencias consideradas se refiere no a valores y sí a clases de valores, el desvío estándar será calculado usando los puntos medios de las clases.
- El desvío estándar puede ser calculado por el método rápido

usado para el cómputo de la media aritmética. De hecho se define la variable auxiliar.

$$y = \frac{x - A}{t} \therefore x = y \cdot t + A$$

Es fácil demostrar:

$$S_x^2 = t^2 \cdot S_y^2$$

$$S_x = t \cdot S_y$$

- El desvío estándar es de la misma naturaleza de la variable x y depende también de su magnitud.
- De esta consideración resulta que si queremos comparar dos distribuciones en cuanto a variabilidad, debemos lanzar mano de medidas de *variabilidad relativa*, tales como el *coeficiente de variación de Pearson* dado por

$$\text{C.V.} = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100$$

V. Regresión y correlación

REGRESION LINEAL

Anteriormente se han estudiado poblaciones univariadas o unidimensionales, es decir, poblaciones que se refieren a una sola variable cuantitativa. Un ejemplo de población univariada es la población de pesos corporales (kg) de cerdos mestizos.

Aquí se estudian poblaciones en las cuales cada observación, individuo o elemento se define a través de dos valores o magnitudes distintas, las cuales corresponden a dos variables cuantitativas, que se pueden designar por las letras X e Y. Esta es la razón por la cual a estas poblaciones se les conoce con el nombre de *poblaciones bivariadas*.

Ejemplos: las poblaciones de

- i) pesos corporales (kg) y edades (meses) de vacunos de la raza Hereford
- ii) finura (micrones) y longitud (cm) de la fibra de lana, raza Corridale.

En el estudio de esta clase de poblaciones, interesa conocer la forma de relación existente entre dos variables, la cual puede ser descrita a través de una ecuación matemática, considerando a una de las variables como función de la otra. Sin embargo, no sólo interesa el hecho de que una de las variables pueda predecirse o anticiparse mediante la otra, sino que también es necesario conocer el grado de relación que existe entre ellas. Este último aspecto será tratado en capítulo próximo.

En estadística, el estudio de la forma de la relación entre dos variables cuantitativas, o dicho de otra forma, el estudio de la dependencia entre dos variables, recibe el nombre de *regresión*. El término regresión no es muy adecuado para señalar esta materia, sin embargo, el uso lo ha consagrado como expresión de la idea de función matemática de una variable en otra, de manera que se pueda conocer el valor calculado (esperado o estimado) de la otra variable.

Supóngase que se tienen las dos variables siguientes: tamaño de la camada y peso promedio individual (kg) al nacimiento, de cerdos:

Tamaño de la camada x	Peso promedio individual Y
3	1,45
7	1,20
11	1,09
1	1,51
6	1,35
10	1,14
9	1,16

Es necesario, ahora, encontrar la ecuación matemática que permita predecir el peso promedio individual (kg) a partir del tamaño de la camada. Es decir, aquí se materializa la idea de *función*:

$$Y = f(X)$$

Peso promedio individual = f (tamaño de la camada).

Se dice que dos variables están relacionadas funcionalmente, o que una de ellas es función de la otra, si para cada uno de los valores de una variable existe un valor definido en la otra variable. Una de las variables se llama *independiente* y la otra *dependiente*.

En el ejemplo dado:

Y = variable dependiente ---- peso promedio individual

X = variable independiente ---- tamaño de la camada

Si no existe dependencia entre las dos variables en estudio X e Y , el conocimiento de la variable independiente X no permite predecir los valores de la variable dependiente Y .

En cambio, si la dependencia es marcada, la predicción es posible. En este punto es importante destacar que en ciertas ocasiones, dado el carácter de las variables consideradas, la elección de la variable independiente es arbitraria, en cuyo caso es posible estudiar a Y como función de X y X como función de Y . En otras oportunidades, las características de las variables permiten que la elección de una de ellas, como

variable independiente, sea algo natural, cuidando de no establecer implicaciones de causalidad.

La regresión de una variable sobre otra puede ser lineal o curvilínea. Es lineal, cuando los cambios en la variable dependiente son proporcionales a los cambios en la variable independiente y es curvilínea, cuando la dependencia no es proporcional.

Se sabe que la existencia de relación funcional entre dos variables tiene un significado práctico: ellas están relacionadas a través de una expresión matemática, más o menos compleja. Esto quiere decir que, al tener valores de una de las variables se puede conocer los de la otra, mediante la ecuación. Si la ecuación, que describe matemáticamente la forma de la relación funcional existente entre dos variables, es una ecuación de primer grado (ecuación de la recta) se dice que se está en presencia de una *regresión lineal*.

Debe comprenderse que la función matemática que expresa la dependencia entre dos variables aleatorias no puede alcanzar el grado de perfección que se logra en el campo de las matemáticas.

Diagrama de dispersión

Así como en las poblaciones o muestras univariadas se elabora la información dando lugar a distribuciones de frecuencia, representadas gráficamente en un plano, la elaboración, en las muestras bivariadas, conduce a distribuciones de frecuencias "sólidas", es decir, tridimensionales, representables por medio de los llamados estereogramas. En estos estereogramas, las dos variables se designan o representan como de costumbre, con las letras X e Y, y las frecuencias se designan, comúnmente con la letra f, dando origen estas últimas, a una superficie de frecuencias, simétrica acampanada.

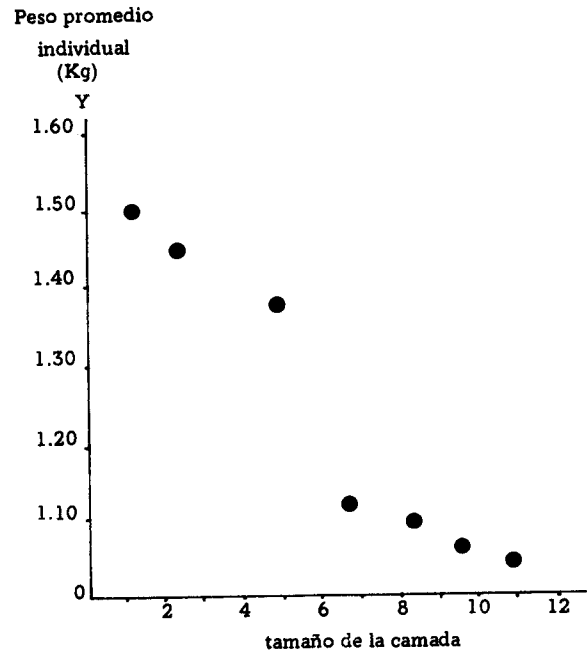
Cuando se trata de datos no agrupados, se usa una forma de representación gráfica muy útil, llamada *diagrama de dispersión*. Este diagrama de dispersión se construye en un sistema de coordenadas cartesianas rectangulares, consignando convencionalmente en el eje de abscisas los valores correspondientes a la variable X y en el eje de ordenadas los valores de la variable Y. En este marco se representan por n puntos los n pares de valores. Cada punto del diagrama representa el sitio donde se cortan las coordenadas correspondientes a cada par de valores X, Y.

La confección del diagrama de dispersión, en cada caso, debe ser la etapa inicial en el estudio de muestras bivariadas, ya que permite apreciar la existencia de relación entre dos variables, y además, decidir

el tipo de función matemática que exprese mejor la dependencia entre ellas.

FIGURA 1

Diagrama de dispersión de peso promedio individual(kg) sobre tamaño de la camada. Cerdos



Si el diagrama de dispersión resultante toma una forma semejante a una línea recta, se puede emplear para su descripción la ecuación de la recta. En este caso, en términos estadísticos, se habla de regresión lineal o rectilínea.

Ecuación de la línea de regresión

La línea de regresión de Y sobre X se construye haciendo referencia a dos parámetros, α y β , $Y = \alpha + \beta X$ donde α representa la ordenada en el origen y β la pendiente de la línea de regresión. Sin embargo, dado que en la práctica se trabaja con muestras y no con poblaciones bivariadas, sólo se tienen estimaciones de esos parámetros, a y b .

Hechas las estimaciones, se puede escribir la ecuación de la línea de regresión de la siguiente manera:

$$\bar{Y} = a + (bX)$$

donde:

\bar{Y} = valor de variable dependiente, *calculado* a través de la ecuación de la recta.

X = valor de la variable independiente.

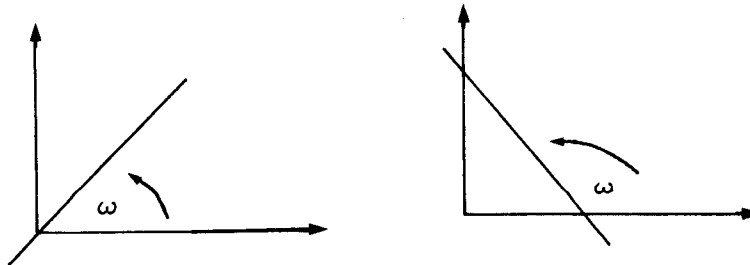
a = ordenada en el origen. Punto en donde la línea de regresión corta el eje de las Y . Si $a = 0$, la línea de regresión pasa por el origen de los ejes.

b = pendiente de la línea de regresión. Tangente del ángulo formado por la línea de regresión y el eje de abscisas.

De lo anterior se desprende que, conociendo los valores estimados de α y β , es decir a y b , se puede trazar cualquier línea recta, de tal manera que, los n puntos del diagrama de dispersión caigan lo más próximo a ella.

Se aprecia que, una vez determinada la ecuación, para cada valor de X hay un valor de Y , el cual es una *estimación* del valor de Y observado. Para distinguirlos se ha denominado, al valor calculado o estimado \bar{Y} , y al valor observado, simplemente Y .

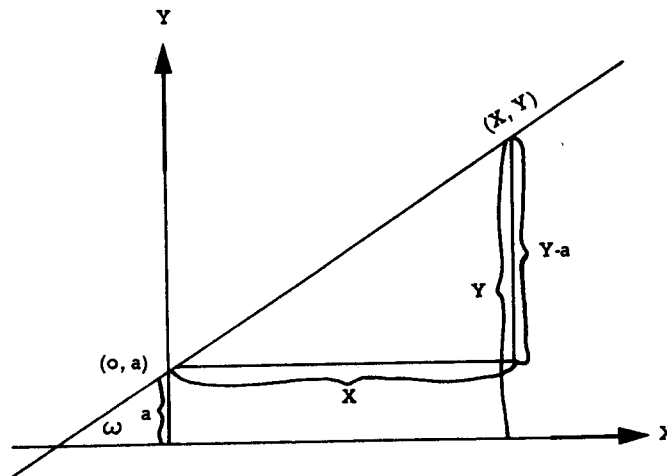
La inclinación de la recta de regresión se mide por el ángulo que forma con el eje de las abscisas. Si la recta es paralela al eje de las X , su inclinación es igual a cero grados, si es perpendicular con respecto a dicho eje, la inclinación es igual a 90° . El ángulo que representa la inclinación se designa por la letra griega ω , siendo él positivo y menor de 180° .



La pendiente de la recta de regresión es la tangente de su inclinación, es decir, la tangente del ángulo que forma la recta con el eje de abscisas.

FIGURA 2

Esquema de la pendiente de la recta de regresión



Como se sabe, la pendiente de la recta entre dos puntos se puede interpretar, de acuerdo con el gráfico, como la distancia vertical ($Y-a$) dividida por la distancia horizontal (X).

Si se tiene un punto cualquiera (X, Y), entonces, a partir del triángulo de la Fig. 2, se puede determinar la tangente de ω :

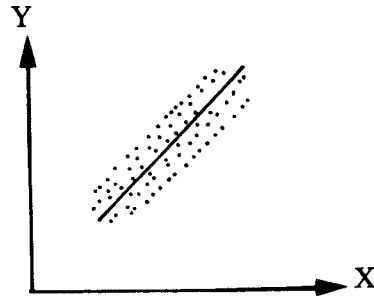
$$\text{tang } \omega = b = \frac{\text{lado opuesto}}{\text{lado adyacente}} = \frac{Y-a}{X} \implies bX = Y-a$$

donde:

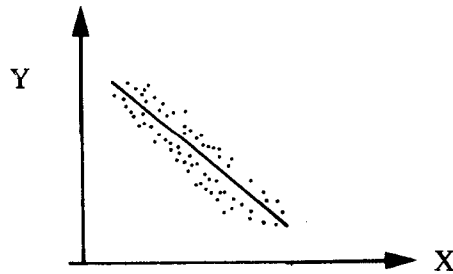
$$Y = a + bX$$

El significado de la pendiente b (coeficiente de regresión) es la razón de cambio de la ordenada por cada unidad de cambio de la abscisa. La pendiente indica, además, la dirección de la recta. Si ω es menor que 90° , la pendiente es positiva, si es mayor que 90° , la pendiente es negativa.

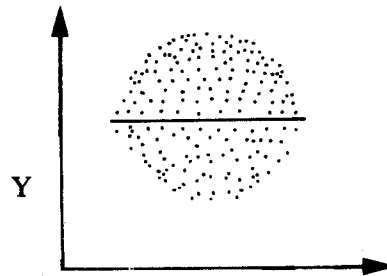
Cualquier par de puntos pertenecientes a la recta dan el mismo valor para la pendiente. Si la pendiente es positiva, la recta se extiende hacia arriba y a la derecha. Al incrementarse la variable X, la variable Y también se incrementa.



Si la pendiente es negativa, la recta se extiende hacia arriba y a la izquierda. Al incrementar la variable X, decrece la variable Y y viceversa.



Si la pendiente tiene un valor igual a cero, la recta se extiende en forma paralela al eje de las abscisas, en el caso que la variable independiente sea X. Existe independencia entre las dos variables.



Dada la ecuación $\hat{y} = a + bX$ los valores de las estimaciones a y b se calculan a través de las siguientes expresiones:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n}}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}}$$

$$a = \bar{Y} - b \bar{X}$$

Para obtener estos estadígrafos de regresión, en el ejemplo dado, es necesario realizar las correspondientes operaciones aritméticas.

CUADRO 2

Regresión lineal. Cómputo. Tamaño de la camada (X) y peso individual (Y). Cerdos

Y	Y	X ²	Y ²	XY
3	1,45	9	2,10	4,35
7	1,20	49	1,44	8,40
11	1,09	121	1,19	11,99
1	1,51	1	2,28	1,51
6	1,35	36	1,82	8,10
10	1,14	100	1,30	11,40
9	1,16	81	1,35	10,44
47	8,90	397	11,48	56,19
↓	↓	↓	↓	↓
$\sum_{i=1}^n X_i$	$\sum_{i=1}^n Y_i$	$\sum_{i=1}^n X_i^2$	$\sum_{i=1}^n Y_i^2$	$\sum_{i=1}^n X_i Y_i$

$$\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n} = 56,19 - \frac{(47)(8,90)}{7} = 56,19 - \frac{418,30}{7} = 56,19 - 59,76 = -3,57$$

$$\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n} = 397 - \frac{(47)^2}{7} = 397 - \frac{2.209}{7} = 397 - 315,57 = 81,43$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n} = 11,48 - \frac{(8,90)^2}{7} = 11,48 - \frac{79,21}{7} = 11,48 - 11,32 = 0,16$$

$$\bar{X} = 6,71$$

$$\bar{Y} = 1,27$$

$$b = \frac{-3,57}{81,43} = -0,044$$

$$a = 1,27 - (-0,044)(6,71) = 1,27 + 0,295 = 1,565$$

$$\hat{Y} = 1,565 - 0,044 X$$

Se puede apreciar que al aumentar el tamaño de la camada en una unidad, es decir, en un cerdo, se produce una disminución del peso individual (promedio) del cerdo, de 0,044 kg, o sea, 44 gramos. Se debe considerar que la ordenada en el origen, es decir, el valor Y cuando X=0, tiene en este caso un valor de 1,565 kg, hecho que no tiene significación biológica.

Representación gráfica

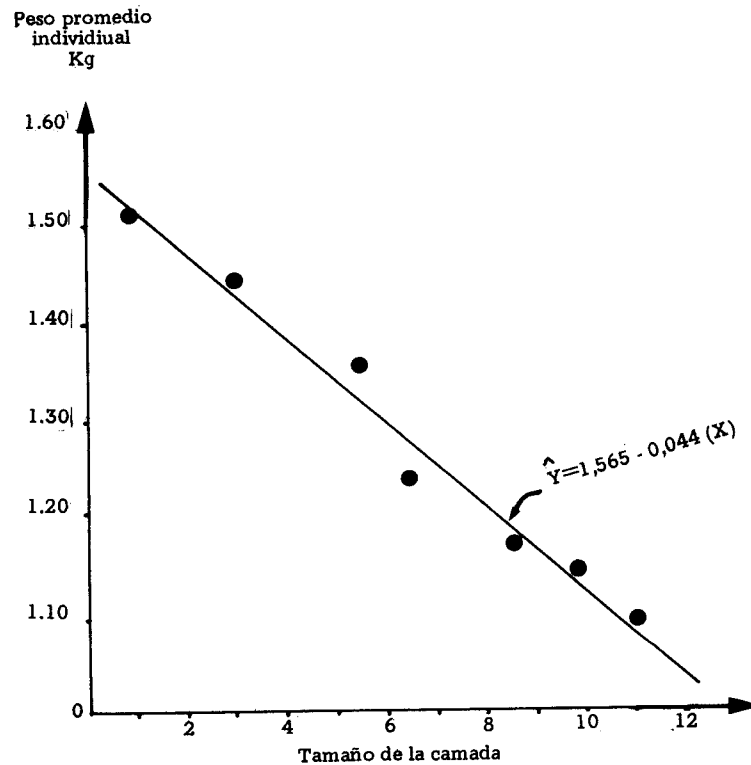
Dado que la regresión de Y sobre X es de tipo lineal, basta obtener dos valores de Y_c para trazar la recta. Sin embargo, por razones de tipo práctico se toman los valores extremos de X para tal cometido.

$$\hat{Y}_{(X=1)} = 1,565 - 0,044 (1) = 1,521 \text{ kg}$$

$$\hat{Y}_{(X=11)} = 1,565 - 0,044 (11) = 1,081 \text{ kg}$$

FIGURA 3

Regresión lineal del peso individual sobre el tamaño de la camada. Cerdos.



Tomando en cuenta, como se ha dicho, que en ciertas ocasiones la elección de la variable independiente es un tanto arbitraria, es posible considerar a Y como función de X y a X como función de Y. En el ejemplo planteado, se podría determinar también la regresión del tamaño de la camada (X) sobre el peso promedio individual (Y). En este caso, las expresiones *a* y *b* experimentan modificación, puesto que la dependencia de dos variables es un problema direccional.

Método de los mínimos cuadrados

El método estadístico más utilizado para obtener líneas de mejor ajuste es el llamado de "los mínimos cuadrados". La expresión práctica de

“línea de mejor ajuste” corresponde a aquella que más se “acerca” a todos los puntos del diagrama de dispersión. Una forma de lograr este objetivo es hacerlo por inspección o “a ojo”. Sin embargo, existen métodos más precisos, como el que se trata aquí: método de los mínimos cuadrados.

Se le puede definir como un método de ajuste, de una línea a un conjunto de puntos, de manera que la suma de los cuadrados de las desviaciones verticales, de los puntos con respecto a la línea de regresión, sea menor que la suma correspondiente a los cuadrados de las desviaciones verticales, de los puntos con respecto a cualquier otra línea.

Sea $(Y-Y)$ una desviación vertical o *error de estimación* cualquiera, entonces

$$\sum_{i=1}^n (Y-Y)^2 = \text{mínimo}$$

Por tratarse de una regresión lineal, existe una única recta de mejor ajuste de acuerdo con el método de los mínimos cuadrados, es decir, una única recta que tiene la propiedad antes enunciada. De manera que, conforme a dicho método, los estadígrafos a y b se deben determinar de modo que se cumpla esa característica.

Si se observa el diagrama de dispersión, correspondiente al ejemplo propuesto, una vez hecho el ajuste a la línea de regresión, se puede apreciar con qué exactitud ésta permite predecir los valores que toma la variable dependiente (Figura 4).

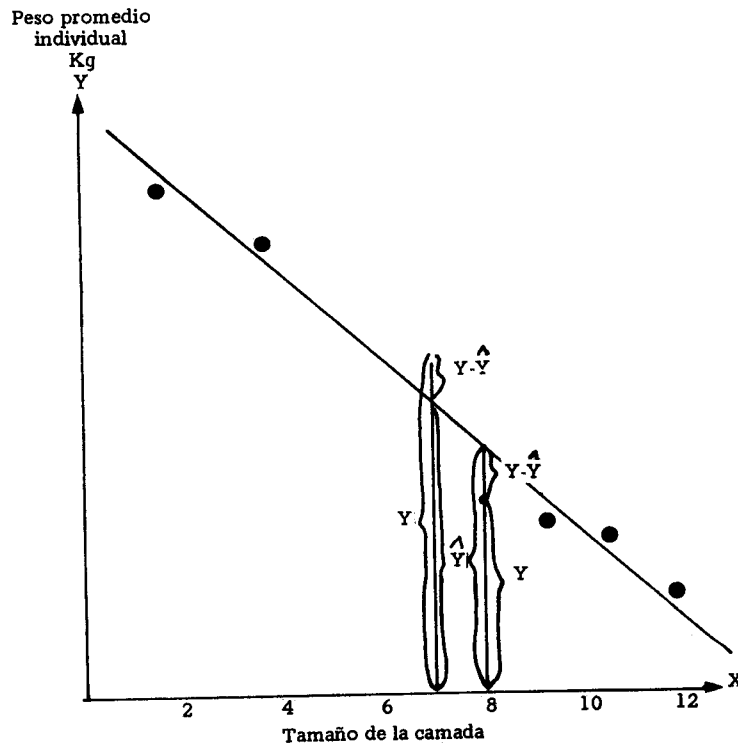
Como se ha dicho, la dispersión o variación en una muestra bivariada se expresa a través de las desviaciones verticales, de los puntos que representan las observaciones, a la línea de regresión. Cuando todos los puntos coinciden con la línea de regresión la dispersión es nula, es decir, igual a cero. El otro extremo de la situación, se refiere a una amplia dispersión, de los puntos, a una repartición aleatoria de ellos, sin una tendencia manifiesta. Entre estos dos extremos hay una vasta gama de casos posibles.

Estas consideraciones hacen pensar en la necesidad de una medida que ponga en evidencia el grado de dispersión de los puntos alrededor de la línea de regresión. Se conocen dos formas de medir este grado de dispersión: a) error típico de la estimación y b) coeficiente de correlación.

Este último es el más utilizado en la estadística aplicada, ya que permite medir la bondad del ajuste a la línea de regresión.

FIGURA 4

Errores de estimación



CORRELACION RECTILINEA

Hemos estudiado la manera de describir la forma de la relación entre dos variables cuantitativas, lo que permite predecir una, conociendo la otra variable, mediante una ecuación matemática a la cual se le llama ecuación de regresión, que representa la línea de mejor ajuste. Este poder predictivo es más o menos confiable según la fuerza o el grado de relación existente entre las variables.

Una vez determinada la función, es necesario especificar *si hay asociación entre las variables consideradas y en qué medida la hay*. En el caso que las variables estén íntimamente asociadas, la ecuación de regresión puede utilizarse para explicar el comportamiento de la varia-

ble dependiente (explicada) en términos de las variaciones que experimente la variable independiente (explicativa).

El coeficiente de correlación (r) que se va a estudiar preferentemente en este capítulo mide el grado de relación o asociación que existe entre dos variables cuantitativas, normalmente distribuidas y cuya forma de relación es lineal.

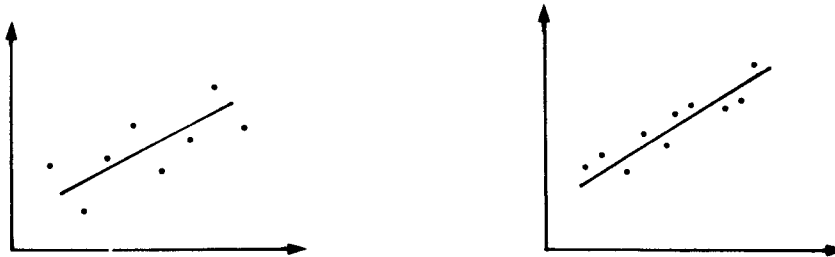
La existencia de una relación de tipo lineal señala que los valores correspondientes a dos (o más) caracteres biológicos que interesen a un investigador, varíen por causas comunes, ya sea en una misma dirección o en dirección opuesta. Esta característica es la que hace posible la presencia de asociación entre dos caracteres de manera que la fluctuación en uno de ellos es acompañada por una fluctuación en el otro.

De ahí que la validez de una proyección por regresión depende del grado en que *estén asociadas entre sí las variables*; si es alto el grado de la asociación, la estimación tiene base de fundamento, y si la asociación es débil, la proyección no se justifica.

El coeficiente de correlación mide la magnitud de la dispersión de los puntos de la muestra bivariada alrededor de la recta.

Esta medida de asociación entre dos variables cuantitativas, no involucra una relación de dependencia como lo hace la regresión, sino que, más bien, señala la fuerza con que las variables están relacionadas.

Recuérdese que para determinar la *ecuación de regresión* es necesario contar con antecedentes sobre los valores que han tomado las variables; la representación gráfica de estos valores ayuda a especificar el tipo de función. En esta etapa ya puede adelantarse algo acerca del grado de asociación. Obsérvense los dos diagramas siguientes:



En el primer diagrama de dispersión los puntos están más alejados de la función que en el segundo; la proximidad de los puntos observados a la función determina el grado de asociación.

El objetivo básico del análisis de correlación es pues evidente: se trata de disponer de un indicador cuantitativo del grado de asociación,

que respalda la ecuación de regresión que se pretende utilizar. De hecho, un conjunto de puntos que muestren la relación de un par de variables puede ser representado por cualquier función, pero una representación adecuada sólo se consigue cuando la garantiza una asociación estrecha entre las variables.

Cálculo de la correlación

Cuando la función que relaciona dos variables (X e Y) es lineal, la medida del grado de relación entre ellas está dada por el coeficiente de correlación rectilínea. Se habla entonces de correlación rectilínea.

Cuando las variables X e Y están relacionadas a través de funciones no lineales, la transformación de escala o logaritmos permite su tratamiento con el coeficiente de correlación rectilínea.

Todas estas consideraciones hacen pensar en la necesidad de una medida que ponga en evidencia el grado de dispersión de los puntos alrededor de la recta de regresión.

El coeficiente de correlación lineal indica el grado de relación entre X e Y, esto se mide a través del alejamiento de los puntos del plano cartesiano con respecto a la recta de regresión. El coeficiente de correlación rectilínea tiene la expresión:

$$r = \sqrt{\frac{S^2_{\hat{Y}}}{S^2_Y}} \qquad \lambda = \sqrt{\frac{\text{Variación explicada}}{\text{Variación total}}}$$

Donde S^2

Y representa la *varianza explicada*, es decir, aquella parte de la *varianza total* explicada por la ecuación de regresión y S^2_Y representa

la *varianza total* tal como se la definió en la primera parte.

$$S^2_{\hat{Y}} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\hat{Y}_i - \bar{Y} \right]^2}{n}$$

$$S^2_Y = \frac{\sum_{i=1}^n [Y_i - \bar{Y}]^2}{n}$$

Como puede observarse, ambas varianzas expresan un promedio de cuadrados de desviaciones respecto de la media aritmética y su cómputo no difiere del que se realiza para una varianza cualquiera. Lo que ocurre es que la variabilidad total se descompone en *dos fuentes*: la varianza explicada $S^2_{\hat{Y}}$ y la varianza no explicada $S^2_{Y_e}$, esta última se define así:

$$S^2_{Y_e} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y})^2}{n}$$

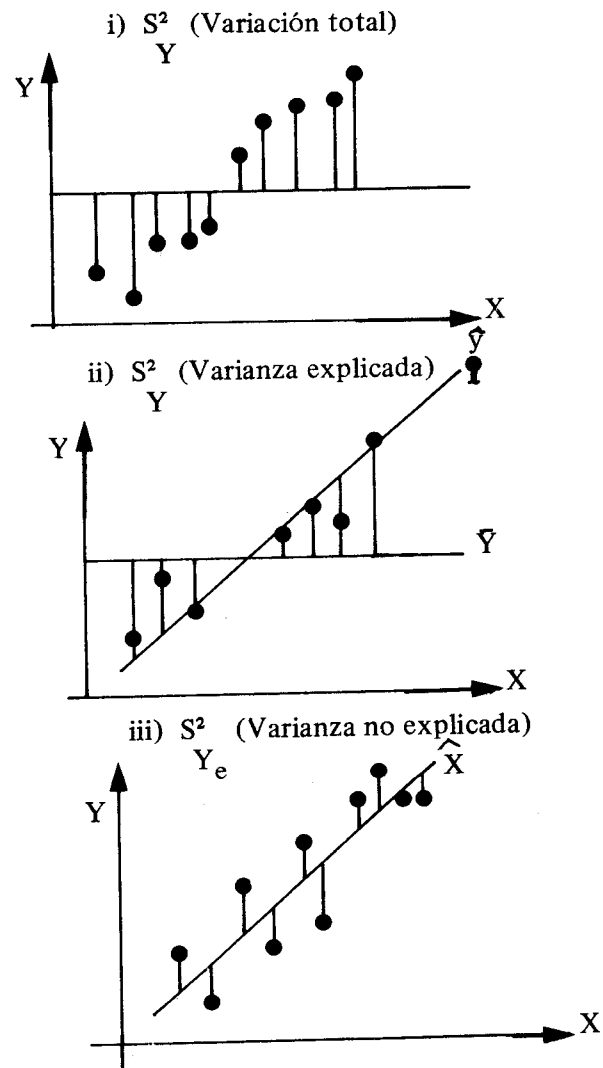
La raíz cuadrada de esta varianza se denomina *error típico de la estimación* o *error de proyección* por ser también indicador del grado de dispersión de los puntos observados con respecto a la línea de regresión.

La fórmula del coeficiente de correlación puede interpretarse como una proporción de la desviación típica explicada sobre la desviación típica total.

La suma de la varianza explicada $S^2_{\hat{Y}}$ más la varianza inexplorada $S^2_{Y_e}$ da por resultado la varianza total S^2_Y .

$$S^2_Y = S^2_{\hat{Y}} + S^2_{Y_e}$$

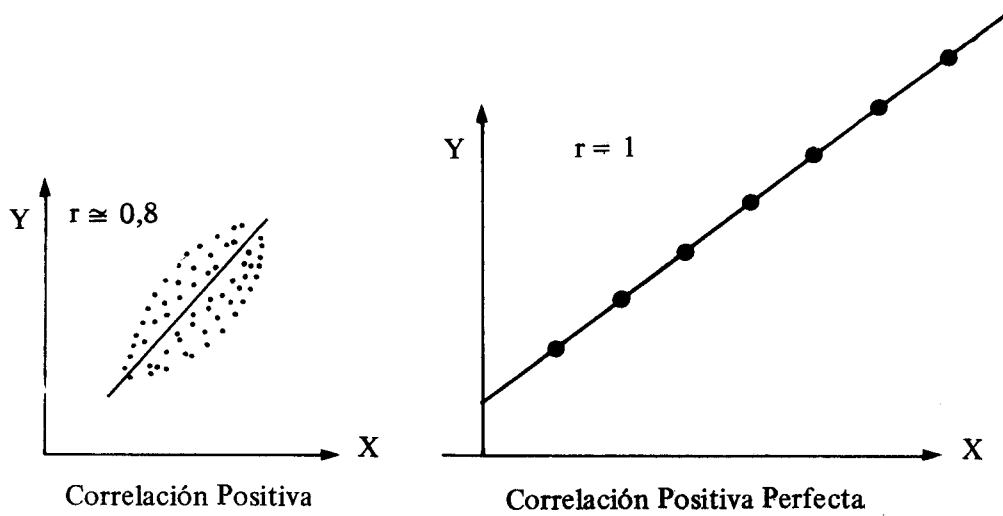
Conozcamos gráficamente la “estructura” de estas tres variaciones:



Propiedades del coeficiente de correlación

a) El valor de r , coeficiente de correlación, no puede ser mayor que $+1$. Cuando un valor de r extremo como éste se presenta, los puntos que representan a las unidades bariadas en el diagrama de dispersión caen en la línea de regresión, que se dirige hacia la derecha y hacia

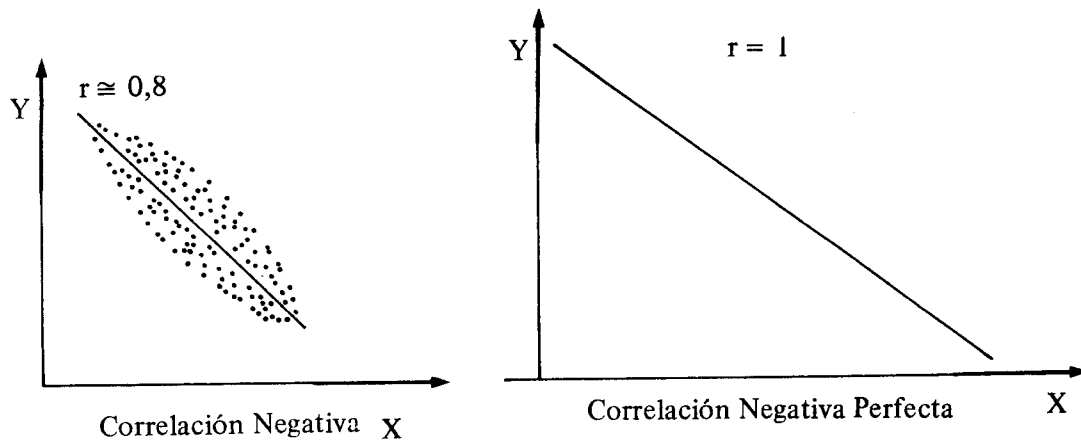
arriba. En este caso se habla de *correlación positiva perfecta* o *correlación directa perfecta*.



En el caso en que r sea positivo, las variables estudiadas cambian en la misma dirección, es decir, si se incrementa una de las variables (X) también aumenta la otra variable (Y), y viceversa.

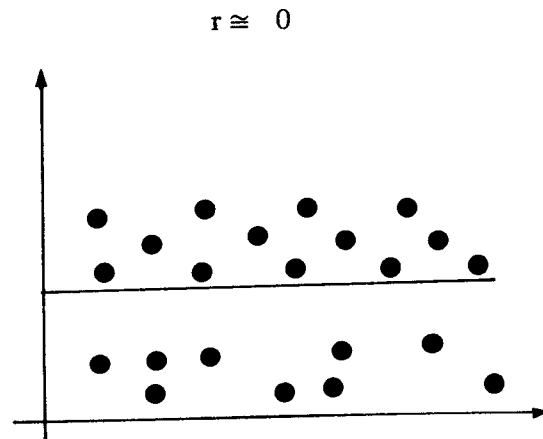
De aquí se desprende que a valores altos de la variable X corresponden valores altos de la variable Y , y a valores bajos de X corresponden valores bajos de Y .

b) El valor del coeficiente de correlación no puede ser menor que -1 . Si r tiene este valor, los puntos que representan a las unidades en el diagrama de dispersión, caen en la línea de regresión que se dirige hacia la izquierda y hacia arriba. En este caso se habla de *correlación negativa perfecta* o *correlación inversa perfecta*.



Si r es negativo, las características en estudio varían en sentido inverso, es decir, si una variable aumenta, la otra variable disminuye y viceversa. En otras palabras, a valores altos de la variable X, corresponden valores bajos de la variable Y, y a valores bajos de la variable X corresponden valores altos de la variable Y.

c) Si no hay relación alguna entre las variables en estudio, el valor del coeficiente de correlación debe ser cero y los puntos del diagrama de dispersión se distribuyen en forma aleatoria en todo el diagrama sin presentar una dirección o una tendencia definida.



Es decir, r tomará el valor cero cuando la línea de regresión *coincida con una paralela* al eje de las abscisas a la altura de la media aritmética.

Procedimiento simple para calcular "r"

El cálculo del coeficiente de correlación basado en las varianzas es bastante laborioso. Es conveniente disponer de algunos procedimientos sencillos que permitan aprovechar los datos básicos que se utilizan para resolver la ecuación de regresión. La fórmula más corrientemente usada es la llamada "producto-momento".

En estadística, momentos significan, en general, sumatorias de desvíos de los valores de una variable aleatoria con respecto a la media aritmética. Momento "uno" son desvíos elevados a 1, momento "dos" (o segundo) son desvíos elevados al cuadrado, etc. En el caso del coeficiente de correlación, el numerador está dado por la *covarianza* de ambas variables (X e Y), que es un momento "uno-uno" de las variables X e Y con respecto a sus medias aritméticas.

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y}) = \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)}{n}$$

En el denominador de la fórmula del coeficiente de correlación hay un producto de los momentos "segundos" de ambas variables, bajo raíz cuadrada.

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} = \sqrt{\left[\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2}{n} \right] \left[\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2}{n} \right]}$$

por tanto

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Aplicación de la correlación rectilínea

Utilizando el ejemplo entregado en el capítulo anterior, en este caso se está interesado en conocer el grado de relación o asociación existente entre el tamaño de la camada de cerdos y el peso promedio individual (kg) de los cerdos, variables que se designan por X e Y respectivamente.

Para el cálculo de r se designa por X al tamaño de la camada y por Y al peso promedio individual, siendo indistinto alternar el orden de las variables, ya que la *correlación es simétrica*, en contraposición a lo que ocurre en la regresión, donde se trata de un problema de dependencia y que por tanto es direccional.

Los datos básicos para calcular el coeficiente de correlación se dan en el cuadro siguiente:

X	Y	X ²	Y ²	XY
1	1,51	1	2,28	1,51
3	1,45	9	2,10	4,35
6	1,35	36	1,82	8,10
7	1,20	49	1,44	8,40
9	1,16	81	1,35	10,44
10	1,14	100	1,30	11,40
11	1,09	121	1,19	11,99
47	8,90	397	11,48	56,19
↓	↓	↓	↓	↓
$\sum_{i=1}^n X$	$\sum_{i=1}^n Y$	$\sum_{i=1}^n X^2$	$\sum_{i=1}^n Y^2$	$\sum_{i=1}^n XY$
$\sum_{i=1}^n X_i$	$\sum_{i=1}^n Y_i$	$\sum_{i=1}^n X_i^2$	$\sum_{i=1}^n Y_i^2$	$\sum_{i=1}^n X_i Y_i$
$\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)}{n} = 56,19 - \frac{(47)(8,90)}{7} = -3,57$				

$$\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{n} = 397 - \frac{(47)^2}{7} = 81,43$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)^2}{n} = 11,48 - \frac{(8,90)^2}{7} = 0,16$$

$$r = \frac{-3,57}{\sqrt{(81,43)(0,16)}} = -0,989$$

El valor de r señala que es alto el grado de asociación entre el tamaño de la camada (X) y el peso individual (Y), al nacer en cerdos. A mayor tamaño de la camada menor peso individual de los cerdos recién nacidos y viceversa.

CORRELACION MULTIPLE Y PARCIAL

Relaciones entre tres variables

Se tienen tres variables asociadas, que se representan por Y , X_1 y X_2 . Y representa, por ejemplo, la cantidad de leche (kg) producida por una vaca, en una lactancia. X_1 , los días de duración de la lactancia y X_2 la edad de la vaca. Una muestra de n vacas proporciona unidades relacionadas que, en general, se pueden designar por:

Y	X_i	X_2
Y_1	X_{11}	X_{21}
Y_2	X_{12}	X_{22}
\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots
Y_i	X_{1i}	X_{2i}
\vdots	\vdots	\vdots
Y_n	X_{1n}	X_{2n}

en donde X_{ki} representa el valor de la variable X_k correspondiente a la vaca i -ésima. Una hipótesis lineal se podría entonces escribir

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Se puede considerar a Y como función lineal de las X , siendo siempre los valores muestrales de la primera variable X un conjunto de unidades.

Este tratamiento se puede hacer general para k variables. El objetivo en este curso es dar los conceptos básicos que se requieren en el análisis de la relación entre tres variables, así se facilita la extensión al caso general. A este fin se concentra la atención en el cálculo algebraico. Las diversas medidas estadísticas se han simplificado. Se utiliza una notación un poco diferente a la desplegada en capítulos anteriores.

La estimación minimocuadrática de la relación (1) ya planteada está dada por:

$$\hat{Y}_i = a + b_{Y1.2} X_{1i} + b_{Y2.1} X_{2i} \quad (2)$$

en la que también definimos

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i \quad (3)$$

Nos referimos a la relación (2) como la ecuación de la regresión de Y respecto a X_1 y X_2 . Representa un plano en el espacio tridimensional: "a" es la ordenada en el origen del plano sobre el eje de las Y y es una estimación del parámetro β_0 en (1); $b_{Y1.2}$ indica la magnitud que se espera, que un cambio de una unidad en X_1 afecta a Y y es una estimación de β_1 , mientras $b_{Y2.1}$ es la cantidad en que se espera que resultará afectada Y por un cambio de una unidad en X_2 y es una estimación de β_2 . La ventaja de la notación de subíndices en (2) es que indica claramente el número de variables en el análisis. En los subíndices correspondientes a los coeficientes b , el primer símbolo indica la variable en el primer miembro de la ecuación, el segundo indica la variable a que este coeficiente b está vinculado, y el de detrás del punto indica que otras variables han sido también tomadas en cuenta en la estimación de la relación.

Existen tres conjuntos de estadígrafos muestrales que pueden emplearse al describir la relación entre tres (o más) variables. El primer conjunto se compone de los coeficientes de regresión a , $b_{Y1.2}$, $b_{Y2.1}$. Estos son una simple extensión de los coeficientes de regresión en el caso de dos variables, siendo la única diferencia que, en este caso aparecen dos variables X .

En el caso de dos variables, el coeficiente de correlación r correspondía a la raíz cuadrada de

$$r^2 = 1 - \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$

es decir, el ajuste de una línea recta en este caso de dos variables se medía en función de la razón entre la suma total de los cuadrados de viaciones de Y respecto a la línea y la suma total de los cuadrados de las desviaciones de Y respecto a la media. En el caso de tres variables, definimos el “coeficiente de correlación múltiple $R_{Y.12}$ ” análogamente, en función de la variación residual respecto al “plano” de regresión, esto es,

$$R_{Y.12}^2 = 1 - \frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} = 1 - \frac{S^2_{Y.12}}{S^2_Y} \quad (4)$$

en donde

$$S^2_{Y.12} = \frac{1}{n} \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \frac{1}{n} \sum (Y_i - a - b_{Y1.2}X_{1i} - b_{Y2.1}X_{2i})^2 \quad (5)$$

$$S^2_Y = \frac{1}{n} \sum (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (6)$$

Un nuevo concepto es el de coeficiente de *correlación parcial*. Por ejemplo, podemos preguntar si una correlación observada entre Y y X_1 se debe al hecho de que cada una de ellas es influida por X_2 o si hay una asociación debida a la influencia común de X_2 . Así, al determinar una correlación parcial entre Y y X_1 , se trata de eliminar de cada una de ellas la influencia de X_2 y ver qué correlación existe entre los residuos “inexplicados” que quedan. Esto es el equivalente estadístico de la técnica de los teóricos económicos de encerrar ciertas variables en una cláusula de “*ceteris paribus*” (y todo lo demás igual). Los coeficientes de correlación parcial se representan de la forma siguiente:

$r_{Y1.2}$ = correlación parcial entre Y y X_1 , cuando X_2 se mantiene constante

$r_{Y2.1}$ = correlación parcial entre Y y X_2 , cuando X_1 se mantiene constante

$r_{12.Y}$ = correlación parcial entre X_1 y X_2 cuando Y se mantiene constante

Estos coeficientes de correlación parcial están relacionados con los coeficientes de regresión en (2). Con la misma notación de subíndices, se pueden indicar los coeficientes de correlación simple.

$$r_{12} = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})(X_{1i} - \bar{X}_1)}{\sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2 \sum (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}} = \text{correlación simple entre } Y \text{ y } X_1$$

$$r_{13} = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})(X_{2i} - \bar{X}_2)}{\sqrt{\sum (Y_i - \bar{Y})^2 \sum (X_{2i} - \bar{X}_2)^2}} = \text{correlación simple entre } Y \text{ y } X_2$$

$$r_{23} = \frac{\sum (X_{1i} - \bar{X}_1)(X_{2i} - \bar{X}_2)}{\sqrt{\sum (X_{1i} - \bar{X}_1)^2 \sum (X_{2i} - \bar{X}_2)^2}} = \text{correlación simple entre } X_1 \text{ y } X_2$$

En una forma similar nos es posible indicar los coeficientes de regresión simple en el caso de dos variables, por ejemplo,

$$\bar{b}_{Y1} = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})(X_{1i} - \bar{X}_1)}{\sum (X_{1i} - \bar{X}_1)^2} = \text{coeficiente de } X_1 \text{ en la regresión de } Y \text{ respecto a } X_2$$

Hay una jerarquía en los coeficientes. Los coeficientes de orden cero son r_{Y1} , r_{12} .

Ajuste de plano de regresión

Aplicando (2) y (3), la suma de los cuadrados de los residuos respecto al plano es:

$$\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum (Y_i - a - b_{Y1.2}X_{1i} - b_{Y2.1}X_{2i})^2$$

Tomando la derivada parcial con respecto a a e igualando a cero resulta:

$$\sum Y_i = na + b_{Y1.2} \sum X_{1i} + b_{Y2.1} \sum X_{2i}$$

$$\text{es decir: } \bar{Y} = a + b_{Y1.2} \bar{X}_1 + b_{Y2.1} \bar{X}_2 \quad (7)$$

Resolviendo un sistema de ecuaciones con respecto a $b_{Y1.2}$ y $b_{Y2.1}$ y substituyendo los resultados en (7) obtenemos para "a"

$$a = \bar{Y} - b_{Y1.2} \bar{X}_1 - b_{Y2.1} \bar{X}_2$$

donde:

$$b_{Y1.2} = \frac{r_{Y1} - r_{Y2} r_{12}}{1 - r_{12}^2} \frac{S_y}{S_1} \quad (8)$$

$$\text{análogamente: } b_{Y2.1} = \frac{r_{Y2} - r_{Y1} r_{12}}{1 - r_{12}^2} \frac{S_y}{S_2} \quad (9)$$

Coefficiente de correlación múltiple

Este fue definido ya en (4) pero para el cálculo práctico es más cómodo obtener una expresión más sencilla.

Substituyendo de (8) y (9), se puede deducir una expresión para $R_{Y.12}^2$ en función de los coeficientes de correlación simples, a saber,

$$R_{Y.12}^2 = \frac{r_{Y1}^2 + r_{Y2}^2 - 2r_{Y1}r_{Y2}r_{12}}{1 - r_{12}^2} \quad (10)$$

$R_{Y.12}^2$ llamado coeficiente de *determinación múltiple*, tiene entonces

la interpretación ya familiar de la proporción de la varianza de Y explicada por la influencia lineal de X_1 y X_2 . Otra forma interesante de considerar a $R_{Y.12}$ es la de que éste es el coeficiente de correlación

simple entre los valores de Y_i y los valores de regresión \hat{Y}_i dados por (2).

Una interpretación análoga se aplica también al caso de dos variables; es decir, la correlación entre Y y X es simplemente la correlación entre Y y los valores \hat{Y} de la regresión lineal.

Coefficiente de correlación parcial

Para calcular, por ejemplo, $r_{Y1.2}$, ante todo eliminaremos de Y y de X_1 toda la influencia lineal de X_2 .

Luego:

$$r_{Y1.2} = \frac{r_{Y1} - r_{Y2}r_{12}}{\sqrt{1-r_{Y2}^2} \sqrt{1-r_{12}^2}} \quad (11)$$

análogamente:

$$r_{Y2.1} = \frac{r_{Y2} - r_{Y1}r_{12}}{\sqrt{1-r_{Y1}^2} \sqrt{1-r_{12}^2}} \quad (12)$$

y

$$r_{12.Y} = \frac{r_{12} - r_{Y1}r_{12}}{\sqrt{1-r_{Y1}^2} \sqrt{1-r_{Y2}^2}} \quad (13)$$

también

$$b_{Y1.2} = r_{Y1.2} \frac{S_{Y.2}}{S_{1.2}} \quad (14)$$

análogamente:

$$b_{Y1.2} = r_{Y2.1} \frac{S_{Y.1}}{S_{2.1}} \quad (15)$$

Estas dos últimas fórmulas son las equivalentes de primer orden de la relación de orden cero del capítulo de correlación simple para el caso de dos variables, o sea

$$b_{Y1} = r_{Y1} \frac{S_Y}{S_1} \quad (16)$$

Ellos demuestran que los coeficientes minimocuadráticos del punto de regresión, son, en efecto, los coeficientes de regresión simple entre los pares de residuos que se obtienen eliminando de cada variable la influencia residual de la tercera variable.

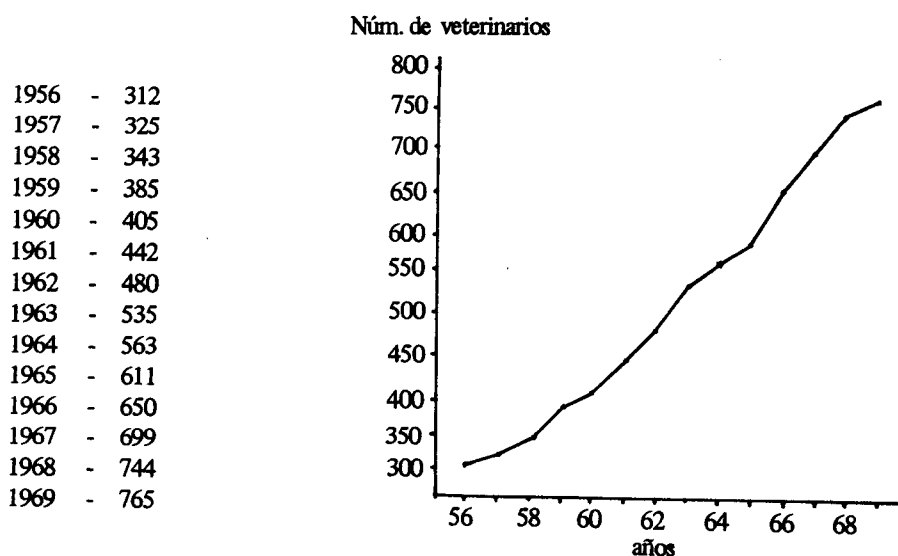
VI. Series cronológicas

SERIES CRONOLÓGICAS

Son conjuntos de datos resultantes de la observación de un fenómeno, realizada a través del tiempo a intervalos iguales de tiempo; por ejemplo: se mide el peso corporal de un bovino cada mes durante tres años; el nivel de anticuerpos contra la fiebre aftosa de un bovino mes a mes después de vacunado; la producción diaria de leche de una vaca durante 20 días.

Las series cronológicas se representan en gráficos lineales, uniendo con líneas los puntos que representan las distintas frecuencias. Se coloca el tiempo en la abscisa y la frecuencia en la ordenada, en papel aritmético cuando interesen los cambios absolutos y en papel logarítmico cuando interesen los cambios relativos.

Dotación de médicos veterinarios. Chile, 1956-1969

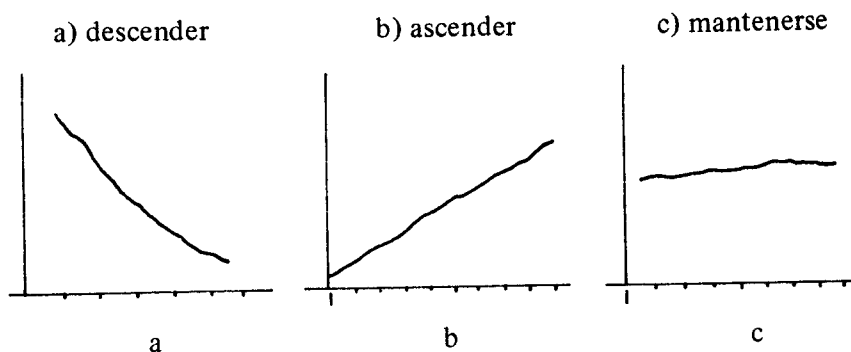


La variación de un hecho a través del tiempo se explica porque los hechos que se estudian están generalmente influenciados por múltiples causas que se presentan con cierta regularidad y condicionan más o

menos en forma constante a un mismo fenómeno. Es fácil distinguir:

TENDENCIA SECULAR

Su principal característica consiste en el movimiento suave y a largo plazo del fenómeno. En general podemos encontrar tres casos, una tendencia a:



No siempre es posible encontrar gráficos tan definidos en su tendencia. Los hay con grandes oscilaciones a cambios bruscos, pero en la mayoría de los casos es posible hablar de un descenso, ascenso o mantención.

Descripción de una tendencia secular

(a) *Diferencia absoluta*: Cantidad de habitantes por médico veterinario en América del Sur

1950	26.642
1970	16.539
Diferencia	10.103

En 20 años la cantidad de habitantes por médico veterinario en América del Sur aumentó en 10.103.¹

¹ ASTUDILLO, V.M.; MOSCOSO, V.H., "Estudio preliminar de los recursos humanos médicos veterinarios en las Américas", *Educación Médica y Salud*, vol. 6, núm. 1, 1972.

Por apoyarse sólo en los extremos, este procedimiento no debe emplearse en series o en grandes fluctuaciones. Puede emplearse como alternativa el cálculo de esta diferencia apoyada en un promedio de tres años en cada extremo.

Diferencia relativa: Es importante referir el aumento o disminución a la cantidad inicial con el fin de hacer comparaciones en forma correcta. Veamos lo que sucede entre dos poblaciones de animales, expresadas en unidades homogéneas, de Argentina y Colombia.²

País	Población homogénea en miles		Diferencia	
	1970	1950	Absoluta	Porcentual
Argentina	64.793	60.134	4.659	8
Colombia	19.063	17.252	1.811	10

Vemos que mientras Colombia aumenta en 1.811 unidades animales homogéneas (UAH) Argentina, en el mismo tiempo, aumenta en 4.659 UAH lo que aparentemente es mucho mayor, pero traducidas estas cifras a porcentaje sucede que en Colombia en 1970 hay 10 UAH más por cada 100 que había en 1950 mientras que en Argentina hay solo 8 más por cada 100 del año 1950.

Números índices: Consiste en elegir un año de la serie como índice 100 por ciento y comparar las demás con éste, dividiendo el valor de cada año por el valor del año índice y multiplicando por 100.

Exportación de carne fresca, refrigerada o congelada. Honduras (Datos aproximados)

Año	Toneladas	Índice
1965	5.800	100
1966	6.250	108
1967	6.600	114
1968	6.800	117
1969	10.900	188
1970	11.800	203

$$\frac{6.250 \times 100}{5.800} = 108$$

Promedio de cambio: Significa expresar el cambio sufrido por el fenómeno en cada unidad de tiempo sea éste de aumento o disminución pero observado como una línea recta. Consiste en calcular la diferencia entre el máximo y el mínimo y dividirlo por el número de años entre estos extremos.

Ejemplo: Si la población de médicos veterinarios de Chile³ entre 1980 y 1970 creciera en forma de una línea recta, el promedio de cambio sería:

$$\text{Población de 1979} = 771$$

$$\text{Población de 1950} = 206$$

$$\text{Diferencia} = 565$$

$$\text{Promedio de cambio: } \frac{565}{21} = 27 \text{ veterinarios más en cada año}$$

Ajuste de línea o curva matemática: Podemos representar la tendencia de un fenómeno por medio de una línea recta o curva aplicando la fórmula de la línea recta

$$Y = a + bX \text{ en que } b = \frac{\frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n}}{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{n}} \quad a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

donde X es el tiempo e Y los valores observados.

No es conveniente proyectar a plazos muy largos estos fenómenos por cuanto ellos pueden ser influidos por una serie de factores que hacen cambiar el curso de la función.

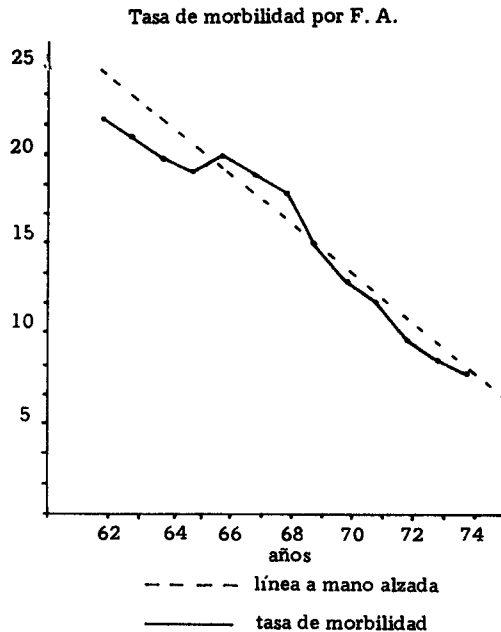
Idem.

Procedimiento gráfico

Línea a mano alzada: Se trata de un método subjetivo que consiste en trazar sobre el gráfico la curva que parezca más representativa del fenómeno ayudado por una regla o plantilla transparente y tratando de dejar igual número de puntos por encima y por debajo de ella.

Ejemplo:

Año	tasa %
1962	22
1963	21
1964	20
1965	19
1966	20
1967	19
1968	18
1969	15
1970	13
1971	12
1972	10
1973	9
1974	8

*Procedimiento mixto*

Semipromedios: Consiste en dividir la serie de valores en dos mitades iguales y calcular para las cifras dichos valores. Se localiza luego en el eje del tiempo el punto medio de cada mitad de la serie y frente a él se inscribe el valor del promedio correspondiente. Se traza luego una recta que pase por los promedios y que se prolonga hasta el comienzo y el final de la serie estudiada. En el caso de las tasas de morbilidad por fiebre aftosa tenemos:

Primer período

<i>Año</i>	<i>Tasa</i>
1962	22
1963	21
1964	20
1965	19
1966	20
1967	19

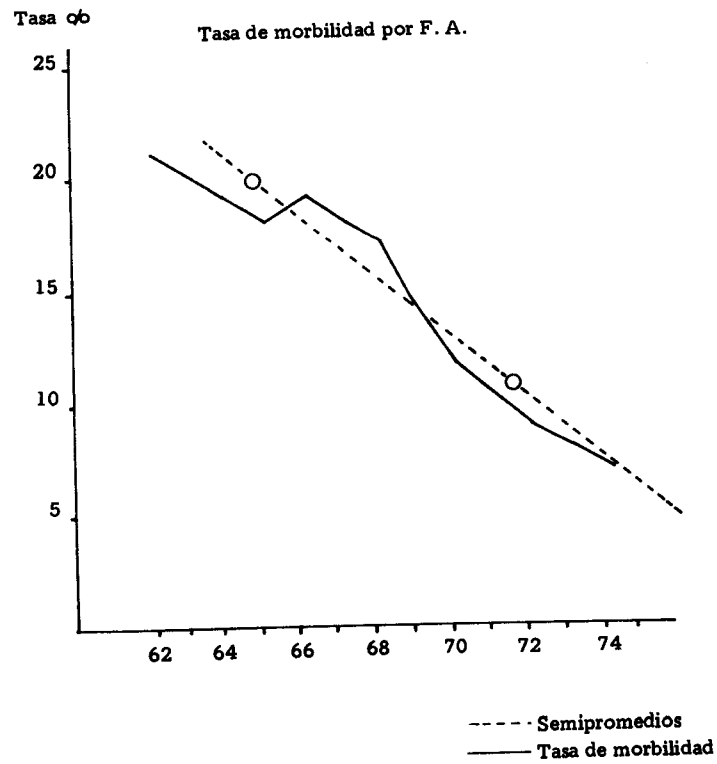
$$x = \frac{121}{6} = 20,2$$

Segundo período

<i>Año</i>	<i>Tasa</i>
1969	15
1970	13
1971	12
1972	10
1973	9
1974	8

$$x = \frac{67}{6} = 11,2$$

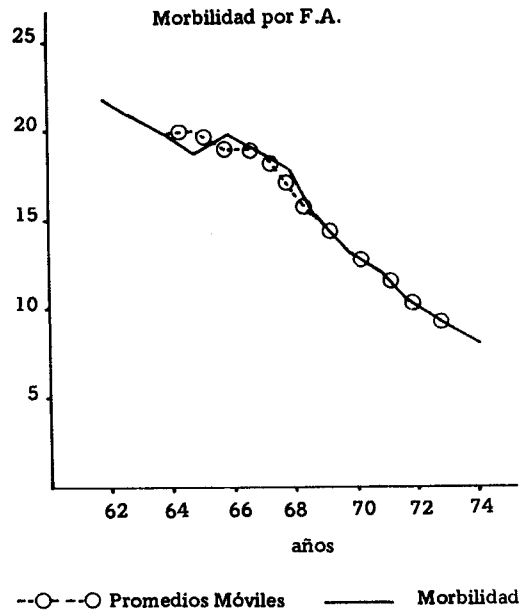
Luego, en el gráfico tenemos:



Con datos suavizados

Promedios móviles: Con el fin de suavizar los efectos de valores muy altos o muy bajos empleamos el cálculo de promedios calculados para períodos de 3 ó 5 años que se inscriben en el gráfico en el año central correspondiente a cada promedio. Veamos el ejemplo de las tasas de morbilidad por fiebre aftosa:

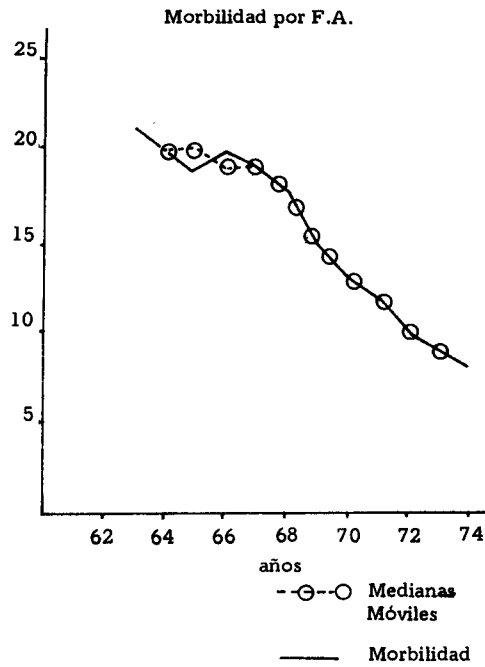
Año	Tasas	x Móviles		Año
		Lx	x	
1962	22			
1963	21	63	21	1963
1964	20	60	20	1964
1965	19	59	20	1965
1966	20	58	19	1966
1967	19	57	19	1967
1968	18	52	17	1968
1969	15	46	15	1969
1970	13	40	13	1970
1971	12	35	12	1971
1972	10	31	10	1972
1973	9	27	9	1973
1974	8			



Así, la primera x corresponde a la suma de $22 + 21 + 20 = 63$ dividido entre $3 = 21$ que se inscribe en el centro del período éste de 3 años, o sea frente a 1963.

El segundo es la suma de $21 + 20 + 19$ dividido entre $3 = 20$, que se inscribe frente a 1964 y así sucesivamente.

Medianas móviles: El procedimiento es exactamente igual al anterior con excepción de que en vez de calcular los promedios sucesivos calculamos las medianas. A veces es preferible este procedimiento ya que la mediana es menos influenciada por valores muy extraordinarios de la serie.



Año	Tasa	Mediana móvil
1962	22	
1963	21	21
1964	20	20
1965	19	19
1966	20	20
1967	19	19
1968	18	18
1969	15	15
1970	13	13
1971	12	12
1972	10	10
1973	9	9
1974	8	8

La primera mediana es el valor central entre 22, 21 y 20, o sea: 21; la segunda, el valor central entre 21, 20 y 19, o sea: 20.

FLUCTUACIONES PERIODICAS

Son variaciones que se presentan a intervalos más o menos regulares; pueden ser:

Variaciones estacionales: que estudian el comportamiento del fenómeno en las distintas épocas del año como ocurre con algunas enfermedades, la temperatura atmosférica; la venta de algunos productos, etc., como lo analizamos:

- 1o. hacemos un gráfico con los datos disponibles, por meses para varios años, o bien,
- 2o. usamos las medianas obtenidas para cada mes, de un conjunto de años. Se obtienen 12 medianas que se llevan a un gráfico en que la escala será los 12 meses del año.

Ejemplo:

Años	M e s e s												
	Total	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1963	5592	462	640	670	686	534	404	378	334	398	268	342	476
1964	5946	632	752	796	842	558	418	336	282	300	294	356	380
1965	5386	576	646	868	538	592	430	314	354	220	230	254	364
1966	4490	406	512	746	578	456	336	306	288	160	236	206	260
1967	4732	416	686	632	434	410	510	278	244	228	264	304	326
1968	6506	740	886	882	736	558	444	398	454	358	342	288	420
1969	6476	576	684	802	906	692	646	410	356	292	296	328	488
1970	6310	658	684	778	808	526	436	278	386	316	350	488	602
1971	6700	722	674	774	646	576	418	390	522	500	400	512	566
1972	6326	880	818	692	552	434	322	344	326	320	484	504	650
1973	6304	780	806	738	634	518	450	372	340	288	348	470	560
Mediana del período		632	684	774	646	534	430	344	340	300	296	342	476

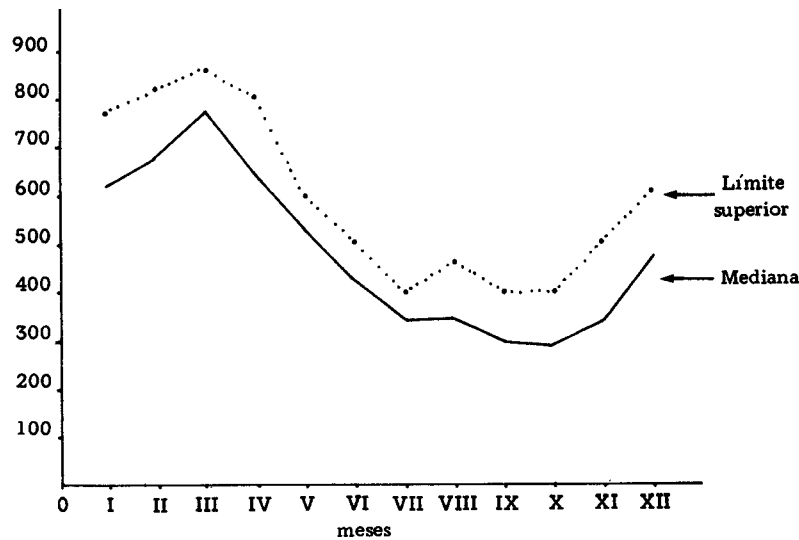
La mediana mensual nos resume los valores observados en la serie de años analizada, es una medida estática de tendencia central. En epidemiología, en cambio, estamos interesados en la variación que puede producirse alrededor de este valor central. Para ello calculamos los límites de variación habitual.

Límites de variación habitual: La forma más sencilla de establecer límites de variación habitual es buscar aquel valor que en la serie de enero, febrero, etc., ha sido sobrepasado sólo una vez. Para ello debemos buscar el valor inmediatamente inferior al máximo, el que constituirá nuestro límite superior. Para el límite inferior elegiríamos el valor inmediatamente superior al mínimo.

Como regla general podría decirse que el número de años más adecuado para fijar los límites de variación habitual está entre 7 y 11, que para fijarlos eliminamos los años evidentemente epidémicos y que usamos el período inmediatamente anterior al año a analizar.

Una vez que hemos obtenido los límites superiores o inferiores para cada período del año podemos inscribirlos en el gráfico en que hemos representado las medianas de estos períodos.

*Mediana y límite superior de variación habitual
(valor inmediatamente inferior al máximo en 11 años)
para casos de fiebre aftosa por mes
1963 - 1973*



La utilidad de todos estos procedimientos está en poder diagnosticar una situación presente. Por ejemplo, podemos ver en cualquier mes del año si los casos de una enfermedad están dentro de los límites de variación habitual para este mes en los últimos años. Si nos caen fuera de los límites sospechamos que algo anormal está aconteciendo. Si caen sobre el límite superior sospecharemos una epidemia, si bajo el límite inferior de que alguna medida ha reducido extraordinariamente los casos.

Variaciones cíclicas: Son movimientos que se producen a intervalos mayores que los estacionales y en forma menos regular. Por ejemplo: los años epidémicos de ciertas enfermedades.

Fluctuaciones accidentales

Son las producidas por factores incontrolables tales como terremotos, accidentes, etcétera, y que persisten después de suavizar la curva general.

VII. Estadísticas demográficas

ESTADISTICAS DEMOGRAFICAS

¿Cuál es la importancia de las estadísticas de población en salud animal?

La población animal es consumidora de atenciones: la salud de la población animal es el fin inmediato de los programas de salud animal. El final es la salud del hombre. Entonces es necesario conocer la población animal de aquellas especies cuya salud se intenta proteger y fomentar.

La población animal forma parte de la estructura de indicadores: normalmente los indicadores utilizados para medir el efecto alcanzado por los programas de control de enfermedades de los animales se refieren al riesgo de enfermar. Esta probabilidad es expresada por cocientes llamados tasas, que generalmente llevan en el denominador la población correspondiente.

¿Qué datos sobre la población animal, en forma estática, son necesarios?

Población específica total: a través de censos o de estadísticas continuas (muestreo) se enumeran los animales de aquellas especies de importancia económica. De una manera general expresa la potencial demanda o necesidades de salud animal.

Estructura: la *edad* en los animales —especialmente bovinos— es aproximada. No siempre ni en todos los lugares es posible contar con la estructura etaria de la población bovina. En ocasiones la forma popular como se designa a las “categorías” de bovinos sirve de referencia para tener una aproximación de la estructura etaria de una población bovina. En Río Grande do Sul se está utilizando la siguiente clasificación por sexo y edad para los bovinos:

- Menores de 1 año, de ambos sexos
- Novillos de 1 - 2 años
- Novillas de 1 - 2 años
- Toros de 1 - 2 años
- Novillos de 2 - 3 años
- Novillas de más de 2 años

- Toros de más de 2 años
- Vacas, en general hembras de 3 o más años
- Novillos de 3 - 4 años
- Novillos de más de 4 años
- Buey, macho castrado de más de 2 años, destinado al trabajo.

El *sexo* es conveniente considerarlo debido a que ciertas atenciones a la salud de los animales son específicas por sexo.

En general la estructura *sexo-edad* es necesario considerarla ya que los diferentes estratos por ella formados pueden estar expuestos a distintos riesgos, distintas enfermedades y necesitan distintas atenciones.

La *aptitud* de la población animal también suele tener importancia, ya que según se trate de ganado de carne, leche o mixto puede haber una relación entre esta aptitud y algunos de los riesgos de enfermedad.

La *agrupación en rebaños* puede interesar ya que el rebaño es una unidad biológico-administrativa con la cual se trabaja en salud animal, ya que la capacidad decisional radica en el propietario o encargado del rebaño. Un rebaño bovino comprende un conjunto de bovinos que "cohabitan" o viven juntos en una misma propiedad pecuaria y que por lo general son sometidos a normas de manejo semejante. Desde el punto de vista sanitario es conveniente conocer la distribución de los rebaños de acuerdo a su tamaño.

Distribución geográfica: la distribución geográfica de la población de animales de una especie interesa debido a que los programas de salud animal, en su ejecución, son locales, razón por la cual se ha de conocer la población que existe en cada unidad geográfica.

La propia distribución geográfica tiene mucha influencia en la frecuencia de una enfermedad, entre otras razones por la diferencia de densidad que puede haber de una región a otra, lo que influye en las enfermedades infecciosas.

Dentro de la distribución geográfica se puede considerar la distribución por divisiones *político-administrativas* (estados, municipios, etc.). Otra forma de distribución geográfica puede ser por *divisiones funcionales*, por ejemplo en regiones, inspectorías veterinarias (locales), etcétera. Esta forma de distribución es muy útil para la administración de un programa de salud animal.

Otro aspecto de la distribución geográfica de la población animal es la *densidad*, que relaciona el número de animales con la superficie ocupada.

DINAMICA DE LA POBLACION

La dinámica de la población animal se refiere a la rapidez con que ella cambia en su cantidad total, estructura y distribución. La importancia que tiene la dinámica de la población en salud animal está relacionada, por una parte, con el hecho de que los cambios influyen en los problemas de la salud de los animales, y también por el hecho que la dinámica de la población animal permite estimar el volumen futuro de la población, que es la base para los programas de salud animal.

La dinámica de una población animal específica está influida por los siguientes factores:

- Nacimientos	}	Entradas
- Ingreso (importación)		
- Muertes	}	Salidas
- Egreso (exportación)		

Al ingreso y al egreso los llamados *movimientos externos* que pueden alterar el tamaño y la estructura de la población animal. Además existen los *movimientos internos* que no afectan el tamaño y la estructura, pero afectan la distribución geográfica de la población en el ámbito físico donde está ubicada.

La cantidad de nacimientos (nacidos vivos) no es fácil de tener al día en forma confiable, cuando se trata de una población animal en un ámbito geográfico más o menos grande. En aquellas áreas donde se desarrollan programas de fiebre aftosa, con tres etapas de vacunación al año, es posible tener una aproximación de los "nacidos vivos" ya que contabiliza los menores de tres meses no vacunándolos. Obviamente, esta cantidad puede no corresponder exactamente a los nacidos vivos, ya que en esos meses que separan una etapa de vacunación a otra, pueden haber nacido bovinos que en el momento de contabilizarlos (etapa de vacunación) ya no existan, hayan muerto.

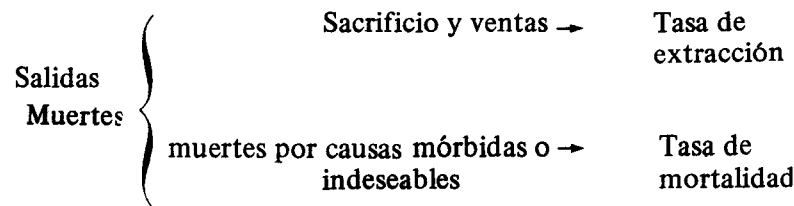
La *natalidad* es un *factor de entrada* de una población de individuos. Para estimar o medir la natalidad es conveniente conocer el número de nacidos vivos. Este número lo podemos conocer sólo en

forma aproximada cuando nuestro *interés es sólo demográfico, es decir, como factor de cambio del tamaño y estructura de una población animal*. La natalidad debe estar referida en términos de cada 100 hembras en edad de procrear en la población.

La natalidad es un indicador de la velocidad de “aumento” de la población a través del nacimiento de individuos vivos. La cantidad de nacimientos en una población está relacionada en alto grado con la proporción de hembras en edad de procrear, especialmente las vacas en la población bovina, de ahí que en salud animal existe mucho interés en tener una imagen de *la natalidad en términos de rendimiento*. Además, la tasa bruta de natalidad produce cierta distorsión ya que las poblaciones pueden diferir en cuanto a la proporción de hembras en edad de procrear, de ahí que se haga necesario contar con una medida de cuántas hembras en edad de procrear son necesarias para parir un nacido vivo. La tasa que mide este aspecto podría ser llamada *tasa de natalidad específica*. La tasa bruta considera la natalidad desde el punto de vista de los individuos nacidos, en cambio la tasa específica considera la natalidad desde el punto de vista de las hembras que dan nacimiento a individuos. *La tasa de natalidad específica es:*

$$\frac{\text{Número de nacidos vivos en un lugar en un año dado}}{\text{Número de hembras en edad de procrear en la misma población}} \times 100$$

La mortalidad en salud animal adquiere un significado muy peculiar, teniendo en cuenta que no sólo es un “factor de salida” de una población animal, capaz de modificar el tamaño y estructura de la población. En salud animal —hasta el momento— han adquirido más destaque los dos componentes básicos de las “salidas” de los animales de importancia económica, como son las “salidas” por *abate* y las muertes por causas *mórbidas o indeseables*.



El sacrificio es de origen antrópico, ya que es el hombre —el pecuarista— quien determina la muerte de un conjunto de animales teniendo en cuenta el beneficio económico para el productor y una oferta de proteínas para la sociedad. En términos socioeconómicos, la mortalidad por abate es benéfica, es un componente de capacidad de extracción de un rebaño junto a las ventas de ganado u otras fincas.

Las muertes por causas ajenas a la voluntad del hombre, que podemos llamar por *causas mórbidas o indeseables*, son todas aquellas muertes de animales por enfermedades, accidentes o cualquier forma que escape a la voluntad del hombre. La *mortalidad por causas mórbidas*, tiene un significado económico para el productor, ya que constituye una pérdida no sólo para él sino también para la sociedad, constituyendo una merma de la eventual oferta de proteínas para el hombre. Desde el punto de vista socioeconómico es una forma de “salida” perjudicial.

Desde el punto de vista de los objetivos de los programas de protección y fomento de la salud de los animales, es evidente, que es de mayor interés el conocimiento de las tasas de extracción y de mortalidad por causas mórbidas.

Es lógico pensar que el hombre buscará reducir la mortalidad indeseable y mejorar la disponibilidad de individuos para el abate, lo más precozmente que las características biológicas y de manejo lo permitan.

Para medir estas formas de “salida” se pueden sugerir las siguientes tasas:

Tasa de extracción

$$\frac{\text{Número de animales sacrificados y vendidos para finca en un lugar en un año dado}}{\text{Población animal en el lugar en el año dado}} \times 100$$

Tasa de mortalidad

$$\frac{\text{Número de animales muertos por causas ajenas a la voluntad del hombre, en un lugar, en un año}}{\text{Población de animales, en el lugar, en un año}} \times 1000$$

Esta última tasa intenta tener el mismo sentido que tiene la demografía (humana) de medir el "riesgo de morir" en una población animal. Además, el sacrificio toma preferentemente individuos de un sector de la estructura sexo-edad de la población animal. En cambio sí hace más sentido hablar de "riesgo de morir" en el caso de la mortalidad por causas mórbidas o indeseables.

Los *movimientos externos* sean los aferentes (importación), sean los eferentes (exportación) pueden llegar a ser contabilizados.

ESTIMACION DE LA POBLACION

Tal como hemos ya comentado, la población animal no es estática, en la realidad ella es dinámica ya que experimenta cambios en forma permanente, día a día. El censo nos proporciona cada 10 años una contabilización del tamaño de la población. Aun cuando en algunos países existen estadísticas continuas, es necesario, en ocasiones, hacer estimaciones de la población animal.

Métodos de incremento natural: Se puede aplicar sólo cuando existen buenos sistemas estadísticos que cubran nacimientos, muertes,

importación y exportación. En este método se agrega a la población dada por el último censo el exceso de nacimientos respecto de las muertes y el balance de la inmigración sobre la exportación, durante el período desde la fecha del censo hasta el momento de la estimación.

$$P_x = P_o + (N - M) + (I - E)$$

donde

P_x = población estimada a la fecha x

P_o = población del último censo

N = nacimientos, en el área, en el período

M = muertes, en el área, en el período

I = ingreso, en el área, en el período

E = egreso, en el área, en el período

Método de la progresión aritmética: Se supone que la población animal crece a una cantidad constante por año. Entre dos censos, cuando se hacen estimaciones intercensales y después del último censo cuando se hacen estimaciones post-censales.

Supóngase que en un país en 1960 existían 4 millones de bovinos y que en 1970 la población bovina era de 6 millones.

Queremos conocer la población bovina en 1965 (estimación intercensal).

El aumento de población bovina en 10 años fue $6 - 4 = 2$ millones.

El aumento anual fue $2 : 10 = 0,2$.

Es decir, 200.000 bovinos por año.

Entonces, en 1965 la población bovina será:

$$4 + (0,2) (5) = 4 + 1 = 5 \text{ millones.}$$

Fórmula general:

$$P_x = P_o + \frac{P_n - P_o}{(n - o)} \cdot (x - o)$$

donde

P_x = población bovina estimada a la fecha x

P_o = población bovina en penúltimo censo

P_n = población bovina en último censo

n-o = período entre los dos censos.

x-o = período entre penúltimo censo y la fecha de la estimación

Queremos conocer la población bovina en 1972 (estimación post-censal).

Población bovina en 1972

$$6 + (0,2) (2) = 6,4 \text{ millones de bovinos}$$

Fórmula general:

$$P_x = P_n + \frac{P_n - P_o}{(n - o)} (x - n)$$

donde los subíndices tienen los mismos significados ya dados.

Método de la progresión geométrica: En él se toma como supuesto básico que la población *crece a una razón constante por año*. Cuando se expresa por 100 se habla de porcentaje o tasa. Este método está basado en una ley geométrica de crecimiento. Estos supuestos se extienden no sólo al período intercensal, sino también a algunos años después del último censo.

Supóngase que en un país la población bovina en 1960 era de 6,5 millones y en 1970 de 8 millones.

Primero que nada determinamos la tasa anual de cambio a través de la siguiente expresión:

$$P_n = P_o \cdot (1 + t)^r$$

$$8 = 6,5 (1 + 10)^{10}$$

Fórmula general (a través de logaritmos)

$$\log P_n = \log P_o + r \log (1 + t)$$

$$\frac{\log P_n - \log P_o}{r} = \log (1 + t)$$

donde

P_n = población último censo

P_o = población penúltimo censo

t = tasa anual de crecimiento

$r = (n-o)$ = período entre los dos censos

$$\frac{0,90309 - 0,81291}{10} = \log (1 + t)$$

$$0,00902 = \log (1 + t)$$

$$1,021 = 1 + t$$

$$0,021 = t$$

$$2,1\% = t$$

Si queremos estimar la población bovina en 1972 tendremos que:

$$1972 = 1970 \cdot (1 + t)^2$$

$$= 6,5 \cdot (1,021)^2$$

$$= 6,5 \cdot 1,04$$

alcanza = 6 775 886 bovinos

EJERCICIOS

Ejercicio 1

OBSERVACION, RECOLECCION Y REGISTRO DE DATOS

Fue realizado un trabajo para determinar la “sensibilidad de las pruebas tuberculínicas en ganado bovino con *Mycobacterium bovis* en Argentina”; la experiencia se realizó aplicando tuberculina en 113 vacas Aberdeen Angus.

Al final del trabajo se tomaron los criterios de clasificación siguientes:

- I animales con infección indefinida, casos con cultivos positivos;
- P animales con infección probable, comprendía animales con lesiones tipo tuberculoso, pero sin cultivos positivos, y
- E expuestos, casos en que no se observaron lesiones, ni se aisló *M. bovis* por cultivo.

El peso promedio del grupo I fue de 417.6 kilos; el del grupo P de 447.8 kilos, y el del grupo E de 415.2 kilos.

El promedio de edad en años de los grupos I, P y E fue de 10.1, 9.0 y 8.3 respectivamente.

Los resultados obtenidos fueron así:

E-I-I-P-E-E-I-P-I-I-E-P-I-I-I-I-E-E-E-P-I-E-I-I-P-

E-E-I-P-I-I-P-E-P-I-I-I-E-I-E-E-I-I-P-P-I-I-

I-I-I-E-P-E-E-P-I-I-P-E-I-I-E-E-E-I-P-P-I-I-I-E-

I-P-E-E-E-I-I-I-I-I-P-E-E-E-I-I-E-E-I-P-I-I-P-

E-E-E-I-I-E-P-I-I-E-P-E-E -

- a) Registre la información sintéticamente según los criterios empleados.
- b) ¿Cuál es la naturaleza de las variables indicadas?
- c) ¿Cuál es el nivel o niveles de medida a utilizar?
- d) Construya un cuadro con los resultados observados.

- Fueron observados los pesos (kilos) en 50 bovinos, siendo éstos los siguientes :

410-412-408-405-420-416-410-417-423-425

414-400-428-432-410-409-417-424-417-404

409-413-429-435-439-416-414-419-424-425

408-414-430-419-405-432-419-412-415-418

430-434-436-401-414-416-422-421-411-417

Construya una distribución de frecuencias usando clases.

Ejercicio 2

TABULACION

- En un estudio sobre la prevalencia de tuberculosis en los bovinos de determinada hacienda, se encontraron los siguientes resultados :
 - a) En 1980 fueron examinados 384 animales, de estos 332 no reaccionaron a la prueba, 137 fueron hembras no reactoras y 12 hembras reactoras.
 - b) En 1981 de 407 animales examinados, 55 fueron reactores, encontrándose 15 hembras reactoras y 213 machos no reactores.
 - c) En 1982 fueron examinados 518 animales, encontrándose 451 no reactores, de los cuales 260 eran machos. Ninguna hembra reaccionó a la prueba.
 - d) En 1983 se examinaron 521 animales: 50 machos fueron reactores, 220 hembras negativas; el número de estas examinadas fue de 230.
- Con estos datos haga una tabla que presente la *relación completa* del estudio realizado.
- En una investigación para determinar el efecto de la ración en el aumento de peso en porcinos, 100 animales fueron divididos en grupos de igual tamaño, recibiendo el primero una ración A y el

otro una ración B, habiendo en cada lote el mismo número de hembras y machos. Con los resultados encontrados se construyó una distribución de frecuencias con clases de amplitud igual a 5 kg a partir del menor valor encontrado que fue 3 kg. Los totales presentados por las clases fueron 10, 22, 42, 18 y 8 animales respectivamente.

Los resultados para las dos raciones fueron los siguientes :

Ración A

- a) 10% de los animales presentó aumento de peso inferior a 9 kg, encontrándose en esta condición 3 hembras.
- b) 24% de los animales presentó ganancia de peso entre 9 kg (inclusive), habiendo en esta clase 7 hembras.
- c) 36% de los animales presentó una ganancia de peso entre 15 kg (inclusive), habiendo en este grupo 10 machos.
- d) Solamente 1 macho y 2 hembras ganaron un peso superior a 27 kg.

Ración B

- a) 10% de los animales presentó valores menores de 9 kg, habiendo en este grupo 1 macho.
- b) La clase de 15 kg — 21 kg incluyó 10 hembras.
- c) La clase de 21 kg — 27 kg incluyó 16% de los machos tratados con esta ración.
- d) La clase de 27 kg — 33 kg incluyó 8% de las hembras que recibían esta ración.

- Con base en los datos presentados, haga un cuadro que presente una relación completa de los resultados del experimento realizado.

Ejercicio 3

FIGURAS

- Haga un gráfico que muestre la frecuencia de las diferentes fuentes de la notificación de la ocurrencia de fiebre aftosa en un cierto lugar.

Fuente de notificación	No.	%
Propietario	241	62
Vigilancia	117	30
Terceros	30	8
TOTAL	388	100

- Se desea averiguar si las condiciones de manejo en que viven los bovinos influyen sobre la inmunidad a la fiebre aftosa (índice de seroprotección > 2 a 60 días de vacunados). Los resultados se entregan en el cuadro siguiente :

Grupos de edad (años)	CONDICIONES DE MANEJO					
	Buenas			Deficientes		
	Total	Con inmunidad		Total	Con inmunidad	
		No.	%		No.	%
< 1	903	170	19	700	71	10
1 - 2	897	808	90	710	525	74
> 2	2.500	2.427	97	2.000	1.600	80
Total	4.300	3.405	79	3.410	2.196	64

Presente estos resultados en forma gráfica.

- En dos países, un determinado año, se registró la situación en cuanto a rebaños afectados por fiebre aftosa.

Países	REBAÑOS AFECTADOS					
	Total		Colecta material			
			Sí		No	
	No.	%	No.	%	No.	%
A	340	100	160		180	
B	300	100	102		198	

Presente gráficamente los resultados.

- Un grupo de 760 bovinos entre 18 y 24 meses de edad, vacunados contra la fiebre aftosa, ha sido sometido a prueba de protección frente a la enfermedad, descargándoles virus vía intradermolingual, 21 días después de vacunados. La cantidad de bovinos inoculados para cada uno de los tipos de virus y los resultados aparecen en el cuadro siguiente:

Virus descargado	Total		Protegidos		No Protegidos	
	No.	%	No.	%	No.	%
0	176	100	141	80	35	20
A	338	100	304	90	34	10
C	246	100	224	91	22	9
Total	760	100	669	88	91	12

Presente gráficamente los resultados.

- Si consideramos sólo los 338 bovinos sometidos a la descarga del virus A, en el ejemplo anterior, y se estudia simultáneamente con la respuesta a la descarga, el nivel de anticuerpos circulantes medido a través del índice de seroprotección, se tienen los siguientes resultados.

Índice sero-protección	DESCARGA DEL VIRUS					
	Total		Protegidos		No Protegidos	
	No.	%	No.	%	No.	%
< 2	37	11	6	2	31	91
≥ 2	301	89	298	98	3	9
Total	338	100	304	100	34	100

Presente gráficamente los resultados.

- A seguir está la lista de los resultados de las tipificaciones del virus de la fiebre aftosa en tres diferentes zonas del país X, en 1975, en el orden en que se recibieron las muestras.

Zona 1a. A, C, O, N, O, C, O, C, O, A, N, C, C, O
 A, C, O, A, O, N, A, A, O, O, C, O, A, O
 A, O, C, O, A, O, A, A

Zona 2a. A, O, A, O, C, O, C, A, O, A, O, A, C, O
 A, O, C, O, C, A, O, A, C, O, A, A, O, C
 O, N, O, A, O, O, C, O

Zona 3a. A, O, A, O, O, A, A, A, O, O, O, C, O, C
 C, O, A, O, N, O, C, A, O, O, O, N, O, O
 A, O, A, O, C, O, O, A

- I) Efectúe la tabulación de los datos.
- II) Calcule los % de los virus encontrados por zonas y total.
- III) Presente los resultados en forma gráfica.
- IV) Interprete los resultados.

Ejercicio 4

FIGURAS

- Número de eosinófilos por mm^3 de sangre en muestras de 40 individuos.

Represente gráficamente esta distribución:

Eosinófilos mm^3	Frecuencia	Frecuencia media por unidad de variable	Frecuencia acumulada
50	349	5	5
350	449	5	10
450	549	6	16
550	649	9	25
650	749	6	31
750	849	4	35
850	1049	5	40
Total	40		

GRAFICA DE FRECUENCIA ACUMULADA

Período de incubación de anaplasmosis en 180 bovinos inoculados con Anaplasma marginale

<i>Días en incubación</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Frecuencia acumulada</i>
25	2	2
26	3	5
27	5	10
28	7	17
29	8	25
30	15	40
31	20	60
32	30	90
33	25	115
34	18	133
35	12	145
36	10	155
37	8	163
38	7	170
39	6	176
40	4	180
Total	180	

Hacer un gráfico con las frecuencias acumuladas.

Ejercicio 5

TABULACION, GRAFICOS, TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSION

con el fin de conocer el nivel de anticuerpos circulantes en bovinos de 20-24 meses de edad, se obtuvo suero de 90 bovinos con los siguientes resultados de índice de seroprotección en ratones lactantes :

1,2 2,8 2,1 3,1 2,6 3,2 2,2 2,9 2,0

3,0 3,4 1,7 3,5 3,8 2,5 3,6 1,5 1,2

4,0 0,1 3,3 1,8 1,4 0,7 1,6 2,0 3,2

2,5 2,3 2,6 2,2 2,2 5,0 3,1 2,8 2,6

3,8 3,0 1,4 3,3 2,4 2,3 4,2 3,4 4,0
 2,4 1,7 3,0 2,7 1,7 3,5 0,9 2,4 1,5
 1,3 2,6 2,7 2,0 3,1 2,7 2,2 2,7 3,6
 3,2 3,9 3,4 0,5 4,0 1,8 1,9 2,7 2,1
 1,7 1,6 2,2 2,3 2,5 1,4 3,3 4,4 2,2
 2,1 3,2 3,7 2,8 2,9 3,1 2,4 1,0 3,4

CLASIFICACION, RECUENTO Y PRESENTACION

1. Construya una distribución de frecuencias con estos datos. Las etapas son las siguientes :

- a) Determine el número de grupos (clases) que son convenientes.
- b) Defina el intervalo (amplitud) de cada grupo : *Margen de variación del total de medidas.*
- c) Prepare una tabla de trabajo para registrar el resultado de la clasificación, definiendo los límites de cada grupo.
- d) Construya una tabla de presentación. El esquema para la tabla está en la página siguiente. No olvide presentar la tabla en forma completa.

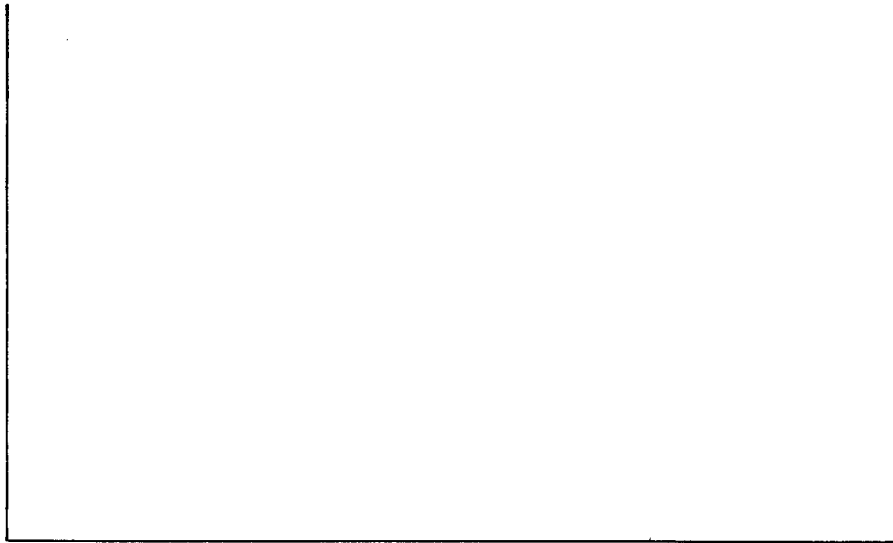
TABLA DE TRABAJO

--	--

TABLA DE PRESENTACION

--	--

- Presente estos mismos datos en un gráfico.



- Describa el índice de seroprotección de los 90 bovinos.

- Calcule el promedio aritmético y la desviación típica utilizando la tabla de presentación.

Y_i	n_i	y_i	n_i	$(y_i - \bar{y})$	$(y_i - \bar{y})^2$	n_i	$(y - \bar{y})^2$
-------	-------	-------	-------	-------------------	---------------------	-------	-------------------

- También se puede calcular el promedio aritmético y la desviación típica, utilizando una serie simple. Con tal propósito se eligieron 20 observaciones.

x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1,0		
1,4		
1,7		
1,8		
2,0		
2,1		
2,2		
2,4		
2,4		
2,6		
2,7		
2,8		
2,8		
2,9		
3,1		
3,1		
3,2		
3,4		
3,6		
4,0		

- Considere el promedio aritmético calculado. ¿Qué interpretación y usos tiene?

- Junto con estas ventajas prácticas, ¿qué limitaciones tiene el uso del promedio aritmético?

Ejercicio 6

CORRELACION

¿Existe alguna correlación entre la edad y el peso corporal de terneros machos, mestizos de Cebú y Angus? Para el estudio de este problema se dispone de los siguientes datos :

Terneros No.	Edad (meses)	Peso (kg)
1	10,5	182
2	8,5	144
3	9,0	153
4	6,0	127
5	8,0	138
6	9,5	160
7	11,5	201
8	11,0	189
9	7,0	132
10	10,0	171
11	12,0	210
12	12,5	227
13	6,5	130
14	7,0	137
15	8,5	151
16	12,0	203
17	10,0	173
18	9,5	168
19	7,5	139
20	11,0	185

Gráfico de correlación

Para facilitar el cálculo del problema haga un gráfico de correlación. Recuerde que :

- a) el punto de origen de los ejes se aconseja ser 0.
- b) las escalas deben comprender la amplitud de variación de cada grupo de medidas. En lo posible los ejes deben formar aproximadamente un cuadro.
- c) se inscribe un solo punto por cada par de medidas. En este caso un punto por cada ternero.
- d) los puntos no se deben unir ya que la distribución de ellos en el plano expresa gráficamente la correlación.
- e) asigne el peso al eje vertical y la edad al eje horizontal.

Descripción y análisis

1. Facilite la descripción del gráfico anterior trazando una línea vertical por la mediana de la edad y una línea horizontal por la mediana del peso de los terneros. Las observaciones quedan así agrupadas de la siguiente forma :

Edad	P e s o		Total
	Bajo	Alto	
Bajo			
Alto			
Total			

- ¿Cómo se distribuirán los puntos en el gráfico si no existiera ninguna relación entre los dos caracteres? En tal caso, ¿cuál sería el número esperado de terneros en los cuatro cuadrantes definidos por las líneas trazadas a través de la mediana?

- ¿Existe correlación entre la edad y el peso de los terneros?
En caso afirmativo, ¿de qué tipo es la correlación?

- ¿Cuál sería la distribución de los puntos si aconteciera que los caracteres tendieran simultáneamente uno a aumentar y el otro a disminuir? Haga un gráfico que represente esta situación. ¿Cuál sería en tal caso su respuesta a la pregunta tres?

- Estudie ahora el grado de correlación.
 - a) ¿Qué hecho en el gráfico señala el grado de correlación?
 - b) ¿Qué significa el hecho que terneros con la misma edad tengan diversos pesos?
 - c) ¿Qué diría usted acerca del grado de correlación entre ambos caracteres si todos los terneros con una misma edad tuvieran un peso igual? ¿Qué importancia práctica tendría este hecho?
 - d) *Conclusiones*
 1. ¿Puede concluirse, con los datos disponibles, que el aumento de la edad “causa” el aumento de peso en los terneros?
 2. Si la interpretación de una correlación tiene estas dificultades, ¿qué sentido tiene analizarla?

Ejercicio 7

TENDENCIA ESTACIONAL Y VARIACION SECULAR

El número de bovinos enfermos por fiebre aftosa notificados, por mes, en los años 1959 a 1970, en un cierto lugar, es el siguiente :

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1959	326	290	258	247	262	295	419	448	473	526	482	463	4489
1960	335	298	277	268	293	274	392	413	517	601	522	500	4690
1961	360	339	276	258	256	295	480	437	579	705	493	480	4958
1962	412	336	270	231	237	284	403	425	460	1114	545	620	5337
1963	342	297	283	263	259	271	344	449	456	673	1534	491	4762
1964	298	285	265	232	241	268	323	381	413	485	411	406	4008
1965	455	326	278	256	252	282	431	364	557	573	420	464	4658
1966	399	373	330	264	282	346	454	355	456	732	556	434	4981
1967	364	309	271	270	253	301	423	352	528	632	483	428	4614
1968	507	339	315	243	239	290	358	430	411	683	426	497	4738
1969	387	364	264	265	268	307	490	454	736	757	608	411	5311
1970	434	359	326	267	259	297	434	563	511	753	603	528	5334

Con estos datos se estudiará si existe un ciclo estacional.

2. Haga un gráfico con las medianas y los límites de variación habitual mensuales.
3. Describa los hechos principales que señala el gráfico.

Utilice los datos sobre bovinos enfermos por Fiebre aftosa entre los años 1959 y 1970, entregados en el capítulo I de este ejercicio.

1. Haga un gráfico que represente la variación anual de la cantidad mediana de enfermos por año.
2. Describa las características de esa variación.

VIII. Enfermedades en las poblaciones animales

ENFERMEDADES EN LAS POBLACIONES ANIMALES

Ningún ser vivo animal o vegetal vive aislado en el ambiente en que habita. En consecuencia, el ser vivo está colocado en medio de una trama infinita de factores que en diversa medida gravitan sobre su salud. Una diferencia entre el animal y el hombre es que éste, gracias al desarrollo de la cultura y la acumulación del conocimiento, es capaz de modificar el medio mucho más que los animales y que las plantas, y de hecho así ha sucedido. En el complejo dinámico de la explotación de los animales por el hombre y en la influencia de éste sobre la naturaleza se encuentran las explicaciones y causas determinantes de los problemas de salud en las poblaciones animales, o sea, que cuando el hombre se apropia de la naturaleza y la transforma por los modos de producción, modifica también el ambiente obligando de una forma u otra, la transformación de las especies.

A través del conocimiento biológico se puede y se debe actuar en puntos accesibles de las cadenas de interacción entre el hombre, los animales, agentes de enfermedades, reservorios y medio. No obstante, hay que tener presente que las condiciones de uso, trabajo, nutrición, etc., dadas por las relaciones de producción, determinarán mayor o menor grado de presencia y distribución de los problemas de salud en las poblaciones animales y humanas.

En una tentativa de ordenar los factores que actúan sobre los animales, se puede clasificar el medio ambiente en :Físico, Económico y Biológico.

MEDIO FISICO

El medio físico está compuesto por el ambiente inorgánico o geográfico que incluye el clima, la topografía y todas las condiciones mecánicas o inertes que nos rodean.

La influencia climatológica sobre la flora y fauna es particularmente importante en la ocurrencia de enfermedades zoonóticas transmitidas por artrópodos, incluyendo la anaplasmosis, la piroplasmosis y las arbovirosis (fiebre amarilla, etcétera), pero las mayores relaciones del clima con la salud son indirectas. En el caso de las llamadas “enferme-

dades tropicales” la causa reside en factores ajenos al clima. Si existe más Encefalitis equina Venezolana o Tripanosomiasis en los climas tropicales que en los templados, se debe a que los primeros ofrecen condiciones favorables para el desarrollo de insectos que son vectores de estas enfermedades. Ciertas formas de desnutrición proteica, constituyen enfermedades frecuentes en los trópicos; pero estos padecimientos no son debidos al clima tropical sino al tipo de alimentación variable en los países tropicales.

En las áreas situadas a grandes alturas sobre el nivel del mar, sobre los dos mil metros, no se observan enfermedades transmitidas por artrópodos; sin embargo, en estas regiones elevadas pueden observarse en algunas especies de animales, trastornos debidos a su falta de adaptación (mal de altura).

La morbilidad y mortalidad de muchas enfermedades varía con la estación y con los cambios bruscos del tiempo, por razones todavía mal comprendidas. En grado notable, las enfermedades respiratorias son más frecuentes en los meses fríos. Entre las posibles explicaciones se incluye el que los animales pasan más tiempo congregados en establos o corrales, lo que podría facilitar la transmisión, o el que se aumente su susceptibilidad a la enfermedad debido a las fluctuaciones tanto en temperatura como en humedad o más directamente al enfriamiento.

Por último, el clima repercute sobre la salud a través de su influencia sobre los ambientes biológicos y económicos. El clima afecta al ambiente biológico por lo menos en dos maneras importantes. Primero, la temperatura y la humedad ayudan a determinar la abundancia de especies de la flora y la fauna. Segundo, la estación determina el estado de desarrollo de la flora y, en muchos casos, los ciclos de desarrollo y abundancia de la fauna. Estos factores biológicos son de gran importancia para los reservorios y mecanismos de transmisión de los agentes microbianos y para los abastecimientos de alimento del hombre y de los animales.

A través de su influencia sobre el ambiente biológico, el clima ayuda a determinar el tipo e importancia de la agricultura y, por lo tanto, es un determinante parcial de la abundancia de alimentos.

Estudios más recientes han puesto en evidencia una notable relación entre los tipos de cultivos de la tierra, cambios de formas de producción pecuaria, desarrollo de nuevas áreas agroindustriales, etc., con la ocurrencia de varias enfermedades.

No podemos modificar, sino dentro de ciertos límites, el ambiente natural externo, pero podemos cambiar grandemente el ambiente material que nosotros hemos creado, y las condiciones que exponen a los animales domésticos a un mayor riesgo de enfermarse.

El control del ambiente físico externo de los hatos, con el objeto de proporcionarle mejores condiciones para su sobrevivencia y producción, se hace a través del *saneamiento*. Este se ocupa de áreas de actividades, tales como abastecimiento de agua, eliminación de excreta, exterminación de insectos y roedores y otros animales capaces de transmitir enfermedades, vigilancia de la calidad sanitaria de la ración, condiciones de salubridad de los albergues, etcétera, factores que sólo excepcionalmente, pueden controlarse individualmente. El saneamiento constituye una función definitiva, una de las que mejor se presta para la acción en defensa de la salud del rebaño y su mejor producción.

MEDIO SOCIOECONOMICO

Las prácticas de producción y comercio agropecuarios están determinadas por factores ecológicos, socioeconómicos, culturales y geopolíticos, que se expresan en la tecnología aplicada y en el grado con que esta tecnología modifica a la naturaleza. El crecimiento de las ciudades como consecuencia de la industrialización y del aumento del sector terciario, ha creado centros de consumo de productos agropecuarios que deben ser obtenidos en lugares de producción y elaboración distantes, muchas veces fuera de las fronteras de los países industriales. Como consecuencia de ese fenómeno, en el sector pecuario se produjo una división o especialización de los tipos y formas de explotación: cría en algunas regiones y engorde en otras y establecimiento de cuencas lecheras en las cercanías de los centros de consumo o de industrialización de leche.

Con el advenimiento de la industria del frío, el engorde se tornó una actividad de mayor rentabilidad con acortamiento de los períodos de ceba y de la edad de los animales y pasó a realizarse en praderas de rendimiento alto en base a pastos naturales de muy buena calidad, praderas artificiales permanentes o estacionales y rastrojos; la cría de bovinos, en cambio, ocupó campos de inferior calidad o alejados de los centros urbanos como consecuencia de la menor y más lenta rentabilidad del animal capital (toros, matrices), comparado con el animal producto (novillos, principalmente).

Consecuentemente, las propiedades destinadas a la cría de bovinos aumentaron de tamaño por concentración de tierras marginales o marginalizadas por la explotación extractiva de recursos agrícola-forestales agotados. El desarrollo de la infraestructura vial y de los medios de transporte incentivó el establecimiento de ciertas actividades agropecuarias que en general tomaron en cuenta las condiciones ecológicas y

climáticas más apropiadas, acentuándose de esta forma la división regional de los tipos de explotación. La instalación de plantas frigoríficas y las facilidades crediticias de la banca para negocios a corto plazo, también contribuyeron para la aceleración del proceso de diferenciación: concentración de animal producto y dispersión de animal capital.

Las actividades de engorde intensivo (*feed lot*), poco desarrolladas en América del Sur, se excluyen de esta tipología. En estas operaciones, el aporte energético del hombre es máximo y como tal, la protección del estado productivo del animal depende en forma casi exclusiva de la tecnología aplicada cuyos efectos, podría decirse, son inmediatos.

Como resultado de los factores que los determinan, los ecosistemas antropogénicos y con ellos las poblaciones domésticas, están sujetos a variaciones derivadas de influencias socioeconómicas, culturales y geopolíticas, que se sobreagregan a las climáticas. Algunas modificaciones son de origen local, generadas en cambios producidos dentro de la propia región; otras obedecen a decisiones tomadas a nivel político nacional, y otras, en fin, pueden ser derivadas de factores dependientes de la política y el comercio internacionales. La construcción de una carretera, por ejemplo, que se realiza a nivel local —cualquiera que sea el origen de la decisión de construirla— puede producir transformaciones ecológicas y sociogeográficas muy importantes con repercusiones en los procesos de producción y en el comercio agropecuario que desestabilizan, momentánea o permanentemente, a las poblaciones ganaderas, incidiendo sobre su estructura y su dinámica.

Los cambios en las políticas agropecuarias, decididos a nivel central de gobierno, tienen también efectos inmediatos, aunque actúan en general a mediano o largo plazos como estímulos o desestímulos a determinada actividad; esto también repercute en la estabilidad poblacional. No menos marcados pueden ser los efectos de las modificaciones de las condiciones de los mercados internacionales de productos agropecuarios sobre las poblaciones ganaderas de los países exportadores de carne, lana u otros productos agropecuarios; las variaciones bruscas en los precios y en la demanda, se manifiestan primero en las áreas de ganadería de engorde para luego repercutir en las áreas de explotación extractiva cuyas poblaciones, por estar constituidas por animales capital, son más lentas en modificarse.

Obviamente, todos estos cambios tienen repercusiones —a veces muy profundas— en la sociedad, al modificar el proceso de trabajo y las relaciones de producción, lo que a su vez, puede influir marcadamente a las políticas sanitarias o a su receptividad a nivel comunitario.

MEDIO BIOLÓGICO

El ambiente biológico incluye todos los seres vivos —plantas, animales o indeterminados— y también a los parásitos patógenos. El ambiente biológico influye sobre la salud animal favorable o desfavorablemente, en muchas maneras directas e indirectas.

Muchos agentes nocivos provienen del ambiente biológico. Muy numerosas son las sustancias denominadas alérgenos. Los pólenes vegetales, el polvo orgánico de los establos, las plumas y la “caspa” de la piel de muchos animales, provocan en el hombre la fiebre del heno; el jugo de varias hiedras venenosas produce una dermatitis vesicular intensa, y ciertos alimentos contaminados con hongos pueden causar prurito acentuado o urticaria. Sustancias altamente tóxicas se encuentran en hongos no comestibles potencialmente letales y en ciertas clases de plantas venenosas y, de manera insospechada, en algunos tubérculos como la mandioca, el ácido cianhídrico. Finalmente, ciertas sustancias de origen vegetal tienen efectos terapéuticos específicos al administrarse en dosis apropiadas, pero son tóxicas si se dan en exceso, (por ejemplo: aceite de cajú, la digitalina, *Ficus anthelmíntica*, *Atropus belladonna*).

La vida vegetal, por ejemplo, provee alimento y resguardo a muchas especies de artrópodos y otros vectores de enfermedades a los animales. La naturaleza y la abundancia de vida vegetal y su estado de desarrollo estacional determinan la presencia y especies de la fauna salvaje. Los artrópodos con frecuencia se crían en los huecos de los árboles y en plantas que colectan agua y utilizan el follaje para resguardarse de las aves de rapiña y como lugar para descanso en un microclima apropiado. Para los artrópodos hematófagos los vertebrados inferiores constituyen tanto la fuente habitual de alimento, como la fuente potencial de infección.

La salud de los animales se ve afectada también a través de la influencia del ambiente biológico sobre los hábitos y costumbres del hombre y éste, lógicamente, la modifica para su bienestar, lo que a veces es nocivo para los animales y la agricultura.

El ambiente biológico ha sido particularmente susceptible a las modificaciones del hombre. La manipulación del ambiente biológico no siempre ha contribuido al bienestar y productividad de los animales. Por razones diversas, se han introducido especies animales y vegetales en regiones distantes de su hábitat normal, en donde no existen los mecanismos naturales de control. Como una consecuencia no prevista de tal trasplante, por ejemplo, el conejo europeo se tornó en una seria amenaza para las cosechas australianas, la mangosta de la India en una

peste en Puerto Rico, y el principal reservorio de la rabia en algunas islas del Caribe. El jacinto acuático ha obstruido la navegación a lo largo de los canales de Texas a Florida. En muchas partes del mundo, la destrucción de grandes áreas de bosques ha disminuido la capacidad de retención de agua con una disminución de los mantos acuíferos que amenaza la existencia y capacidad de los abastecimientos hidráulicos. La deforestación, juntamente con el pastoreo exagerado o el desmenuzamiento de la tierra vegetal para el cultivo de granos, también ha conducido a una mayor erosión del terreno y, durante períodos de lluvia escasa, a la formación de inmensas áreas semidesérticas. Las consecuencias de la guerra del hombre contra los insectos, particularmente aquellos de importancia agrícola, todavía no pueden ser completamente evaluadas. No cabe duda que el extenso uso de plaguicidas químicos ha

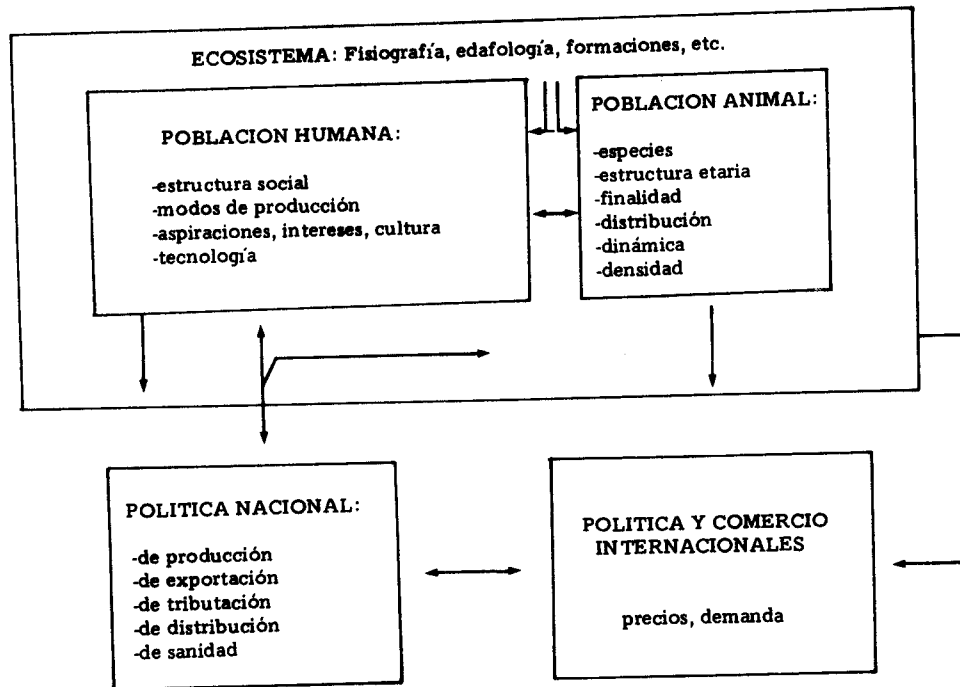


FIGURA 1

Representación esquemática de las interacciones entre las poblaciones animales y los factores ecológicos, socioeconómicos, políticos y comerciales que la influyen

desempeñado un gran papel en aumentar la producción agrícola total de algunos países. Sin embargo, existe el temor de que el hombre, los animales y la naturaleza puedan sufrir daños graves por acumulación gradual de sustancias químicas relativamente estables y muy tóxicas usadas a profusión hoy en día. Su presencia, aun en concentraciones mínimas, en los alimentos de origen animal y vegetal, constituye la amenaza más directa a los animales y al hombre. Los ejemplos anteriores sugieren que en los futuros esfuerzos por modificar el ambiente biológico, el hombre moderno debe sopesar, más cuidadosamente, los efectos a largo plazo, a cambio de las ventajas inmediatas.

AGENTES BIOLÓGICOS ESPECÍFICOS

Existen seis categorías básicas de agentes biológicos específicos. Las especies capaces de producir enfermedad son denominadas patógenas.

Protozoarios: Agentes unicelulares que producen, por ejemplo, la babesiosis, coccidiosis, toxoplasmosis, leishmaniasis, trypanosomiasis, entre otras enfermedades.

Metazoarios: Son parásitos animales multicelulares que producen enfermedades como la triquinosis, distomatosis, esquistosomiasis, cisticercosis y ascariasis. En general, no se transmiten directamente de un animal a otro. Necesitan un estadio de desarrollo en el medio ambiente y/o en un huésped intermediario.

Bacterias: Son organismos unicelulares que producen gran variedad de enfermedades como la tuberculosis, brucelosis, salmonelosis, infección estafilocócica, leptospirosis, etcétera. Muchas bacterias son transmitidas directamente de un animal a otro, otras son adquiridas de fuentes del medio.

Virus: Son los patógenos más pequeños. Algunas de las enfermedades producidas por virus son: fiebre aftosa, rabia, encefalitis equina, estomatitis vesicular. Son transmitidas de un animal a otro o por intermedio de un vector.

Hongos: Son agentes unicelulares responsables de enfermedades como la histoplasmosis, coccidioidomicosis, tiñas, blastomicosis. El reservorio de los hongos es casi siempre el suelo, comúnmente no se transmiten directamente de un animal a otro.

Rickettsias: Son parásitos intracelulares de tamaño intermedio entre los virus y las bacterias. Al igual que los virus necesitan de células vivas para su desarrollo y multiplicación: por ejemplo, la Fiebre Q, psitacosis y ornitosis.

Las propiedades de los agentes biológicos, que son directamente importantes en la ocurrencia de la enfermedad son las que se refieren a su perpetuación como especie, las que rigen el tipo de contacto con el huésped y las que determinan la producción de enfermedades a partir de ese contacto. También tienen importancia epidemiológica ciertas características útiles en la clasificación e identificación de los agentes específicos.

Los atributos importantes, como el tamaño, los detalles estructurales y la composición química, son características intrínsecas, o sea, que pueden describirse mediante el examen directo apropiado del agente. Otros atributos se describen sólo en base al comportamiento de los parásitos en sus huéspedes, y pueden clasificarse como propiedades "relacionadas al huésped".

PROPIEDADES DE LOS AGENTES BIOLÓGICOS

Las propiedades intrínsecas más obvias de los microorganismos son la composición química y la morfología (tamaño, forma y estructura). La primera abarca los ácidos nucleicos genéticamente cruciales, los sistemas enzimáticos que juegan un papel en la autorreplicación y quizá en el ataque al huésped, y las proteínas que determinan el carácter antigénico. La morfología y la composición química proveen las bases para la clasificación e identificación específica de los agentes vivos.

La propiedad más distintiva de un microorganismo es su carácter antigénico. Este carácter antigénico es importante en por lo menos tres aspectos. Primero, esta propiedad distintiva es la base de la inmunidad específica a la infección y enfermedad. Debido a esto, la infección por el virus de la encefalitis equina venezolana, EEV, sólo inmuniza contra el EEV y no contra la encefalitis equina del Este u Oeste. En segundo lugar, para agentes similares en tamaño, forma y comportamiento en el laboratorio, la identificación exacta depende de pruebas con antisueros específicos hacia agentes conocidos. La observación del resultado de tal prueba, por ejemplo, permitiría concluir que un virus excretado en las aftas de un bovino con una enfermedad vesicular, que causa histocultivos similares a los inducidos por los virus de fiebre aftosa, es el tipo O y no el tipo A o C de fiebre aftosa. Finalmente, antígenos preparados a partir de agentes conocidos pueden ser empleados para demostrar que un huésped particular ha experimentado una infección con un agente microbiano específico. La infección siempre estimula la producción de anticuerpos específicos, de manera que la demostración de su presencia en una muestra de suero prueba que el

donante del suero ha estado infectado. En el caso de un animal con encefalitis equina venezolana, EEV, el examen de dos muestras de suero, una tomada al principio de la enfermedad y otra durante la convalecencia, podría revelar un incremento marcado de anticuerpos al virus de EEV. Este hallazgo por si solo sería prueba de que la infección ha ocurrido recientemente y de que la causa probable de la enfermedad es el virus de EEV y no otro como el de la encefalitis equina del Este, EEE.

Otra propiedad importante del agente es su vulnerabilidad a las sustancias quimioterapéuticas o antibióticas. Las poblaciones (cepas) de especies microbianas están sujetas a cambios impredecibles en ciertas características que son determinadas genéticamente. Esto lleva a la selección natural de formas (sea por mutación o porque ya existían en forma minoritaria en la población microbiana) que son capaces de sobrevivir; y las cuales, a menudo, resultan en cepas resistentes a los medicamentos.

Los atributos que describen el comportamiento de los agentes biológicos en sus huéspedes sólo pueden definirse haciendo referencia a huéspedes específicos y serán descritos como propiedades relacionadas con el huésped.

Huésped. Es un animal vivo, inclusive los artrópodos, que en circunstancias naturales permite la subsistencia o el alojamiento de un agente infeccioso.

La entrada del agente biológico específico inicia en el huésped el proceso de infección.

Infección. Es la entrada y desarrollo o multiplicación de un agente infeccioso en el organismo de un animal.

Infección no es sinónimo de enfermedad. El resultado de la infección puede ser clínicamente inaparente o manifiesto. La sola presencia de agentes infecciosos vivos en las superficies exteriores del cuerpo no constituyen infección sino *contaminación* de tales superficies o artículos.

Infectividad. Es la propiedad del agente de poder alojarse y multiplicarse (infectar) dentro de un huésped.

La medida básica de infectividad es el número mínimo de partículas infecciosas que se requieren para producir una infección. Para un agente microbiano determinado, este número puede variar mucho de un huésped a otro y dentro de una misma especie, de acuerdo con la puerta de entrada, la edad y otras características del huésped. Comparaciones tan exactas y directas de infectividad generalmente sólo pueden hacerse en animales bajo condiciones de laboratorio. Tratándose del hombre, no es posible hacer mediciones directas de infectividad. En el caso de agentes transmitidos por contacto, una medida puede ser la frecuencia con la cual ocurre la infección en animales susceptibles después de un período de incubación.

Se puede utilizar la Peste Suina Africana y el ectima contagioso como de máxima infectividad, el cólera porcino como infectividad intermedia, la tuberculosis y brucelosis, de infectividad relativamente baja y, la actinomicosis en los bovinos que presentaría el nivel más bajo posible de infectividad (éste último puede reflejar, en parte, un período de incubación bastante largo).

Patogenicidad. Se refiere a la habilidad del agente microbiano de inducir enfermedad.

Esta habilidad depende, por supuesto, de una variedad de factores, tales como la rapidez y grado de daño tisular causado por la multiplicación del agente, y el hecho de que éste produzca una toxina específica como lo hacen los bacilos de la enterotoxemia y del tétanos. Sin embargo, cualquiera que sea el mecanismo para la producción de enfermedad, la medida de la patogenicidad es simplemente la proporción de infección que resulta en enfermedad. Como con la infectividad, se puede establecer un gradiente de patogenicidad. Los agentes de la rabia, peste porcina africana y EEE son altamente patógenos, en el sentido de que cada infección en un animal susceptible resulta en enfermedad.

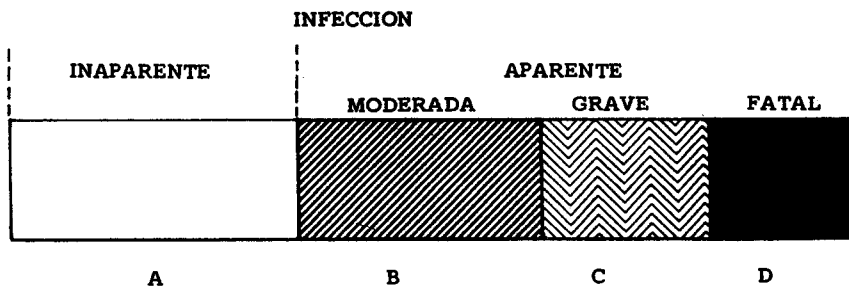
La capacidad de los agentes para infectar y producir enfermedades en animales y también en seres humanos es variable y se manifiesta en un rango de signos y síntomas. No todos los animales igualmente ex-

puestos a un agente infeccioso son infectados. De los que son infectados, algunos no presentan síntomas durante el curso de la infección (infección inaparente) en tanto que otros desarrollan signos y síntomas de enfermedad (infección aparente), la cual podrá ser de duración y grado también variable. La gravedad de una infección aparente es medida en términos de la morbilidad y mortalidad asociada a la enfermedad.

Infección inaparente. Es la presencia de infección en un huésped sin que aparezcan signos o síntomas clínicos manifiestos. Las infecciones inaparentes sólo pueden identificarse por métodos de laboratorio.
 Sinónimo: Infección subclínica.

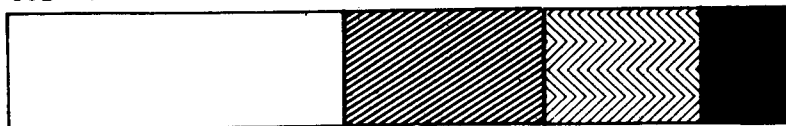
Infección latente. Estado en que las bacterias y los virus permanecen vivas sin multiplicarse en una región del organismo, sin presentar manifestaciones clínicas la mayor parte del tiempo.

El espectro de una enfermedad infecciosa según sus gradientes de gravedad puede ser presentado en forma esquemática como sigue :

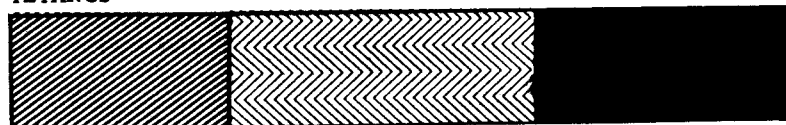


Como ejemplo para distintas enfermedades :

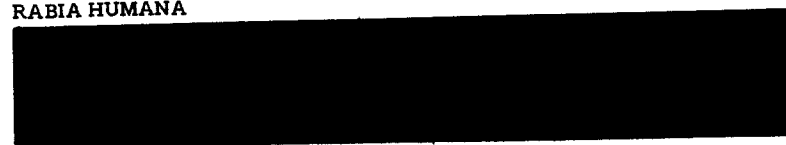
TUBERCULOSIS



TETANOS



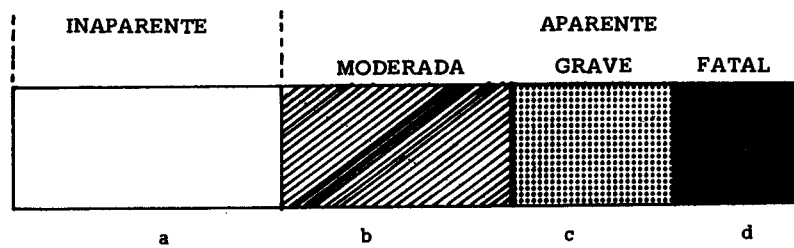
RABIA HUMANA



Virulencia. Es la capacidad del agente de producir casos graves o fatales.

En el caso de Newcastle en aves, la gravedad se midió por las secuelas permanentes o graves (por ejemplo, parálisis) o la muerte. La medida de la virulencia es el número de casos graves y fatales en proporción al número total de casos.

La comparación entre patogenicidad y virulencia puede ser entendible a través del esquema de espectro de gravedad de la enfermedad infecciosa:



$$\text{PATOGENECIDAD} = \frac{b+c+d}{a+b+c+d} \quad \begin{array}{l} \text{(CASOS DE ENF. APARENTE)} \\ \text{(TOTAL DE INFECTADOS)} \end{array}$$

$$\text{VIRULENCIA} = \frac{c+d}{b+c+d} \quad \begin{array}{l} \text{(CASOS GRAVES Y FATALES)} \\ \text{(TOTAL DE CASOS APARENTES)} \end{array}$$

La última característica de los agentes microbianos relacionada con el huésped es la habilidad de inducir inmunidad específica, propiedad también referida como antigenicidad, o tal vez más apropiadamente, como inmunogenicidad.

Los agentes pueden diferir a este respecto si sus antígenos intrínsecos son más o menos inmunogénicos, o si existen variaciones en la cantidad de antígeno producido durante la infección. El sitio de multiplicación del agente y la extensión de su diseminación en el huésped son también factores importantes. Aquí podría compararse el virus de la influenza porcina, que se multiplica solamente en las células epiteliales que recubren el árbol traqueo-bronqueal, con los virus de la EEV y del cólera porcino que se diseminan a través del torrente sanguíneo, multiplicándose en numerosos sitios en todo el cuerpo. La inmunidad es mucho más efectiva y más duradera en el caso de estos últimos.

Pregunta 1. ¿Cuál de los siguientes factores contribuye a la capacidad de causar enfermedades por los agentes biológicos?

- a) La especificidad del huésped.
- b) La capacidad de sobrevivir y permanecer infectante fuera del huésped.
- c) La capacidad de multiplicarse fuera del huésped.
- d) La patogenicidad.
- e) Todas las anteriores.

- Pregunta 2.** La capacidad de un agente infeccioso de producir enfermedad en un huésped susceptible es denominada.
Patogenicidad
Inmunogenicidad
Infectividad
Virulencia
Antigenicidad
- Pregunta 3.** Examine las siguientes afirmaciones:
a) Infección no es sinónimo de enfermedad.
b) La infección puede ser inaparente o manifiesta.
c) La presencia de agentes infecciosos vivos en las superficies exteriores del cuerpo se denomina infección inaparente.
d) Todos los animales expuestos a un agente infeccioso son infectados.
Señale cuáles son
a) Verdaderas:
b) Falsas:
- Pregunta 4.** ¿Cuál de las siguientes proposiciones indica cuándo una infección es aparente o inaparente?
a) Elevación o descenso de los títulos de anticuerpos.
b) Grado de infectividad del animal.
c) Presencia o ausencia de señales y síntomas clínicos.
d) Señales y síntomas moderados o graves.
e) Aislamiento e identificación de un agente infeccioso.
- Pregunta 5.** Los casos graves y fatales de una enfermedad en relación al total de casos clínicos caracterizan la:
a) Patogenicidad
b) Infectividad
c) Virulencia
d) Infección inaparente
e) Contaminación grave
- Pregunta 6.** ¿Cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas a enfermedades infecciosas no es correcta?
a) Una gran variedad de agentes biológicos puede producir síndromes clínicos similares.
b) Muchos agentes biológicos causan enfermedad en solamente parte de los animales que se infectan.

- c) El laboratorio es extremadamente importante para establecer la etiología de la infección.
- d) Todos los animales de la misma especie expuestos de manera igual a un agente infeccioso van a enfermarse.

Pregunta 7. Complete la siguiente gráfica de esquema de espectro de gravedad de la enfermedad infecciosa.
Enfermedad infecciosa

Rabia Bovina



Cólera Porcino



RESERVORIOS DE AGENTES Y ENFERMEDADES TRANSMISIBLES

Mucho se ha progresado en este siglo en el conocimiento y control de las enfermedades transmisibles: el resultado ha sido su notable reducción en los países desarrollados y en particular en aquellos cuya economía se basa en el sector agropecuario, a los cuales ha llegado el beneficio de los programas de salud animal.

No obstante, las enfermedades transmisibles todavía figuran entre las primeras causas de morbilidad y mortalidad en los países ganaderos de las áreas subdesarrolladas y son éstos casi siempre exportadores de proteínas de origen animal.

Enfermedad transmisible: Es cualquier enfermedad causada por un agente infeccioso específico o sus productos tóxicos que se manifiesta por la transmisión de este agente o sus productos, de un reservorio o un huésped susceptible, ya sea directamente de un animal o persona infectada, o indirectamente por medio de un huésped intermediario, de naturaleza vegetal o animal, de un vector o del medio ambiente inanimado.

Los gérmenes, patógenos o no, habitan, se multiplican y se mantienen en la naturaleza. Es muy importante conocer donde habitan de preferencia los gérmenes patógenos. El habitat normal en donde un agente infeccioso vive se multiplica y/o crece se denomina *reservorio*.

Reservorio ecológico: Especie animal no susceptible a la enfermedad producida por un agente infeccioso, pero en el cual dicho agente puede multiplicarse y eliminarse de manera de permitir su transmisión a cualquier huésped susceptible que entre en contacto con él.

Reservorio epidemiológico: Es todo individuo, persona o animal, que por el hecho de no estar sujeta a control y observación, puede mantener un agente y transmitirlo a otro individuo susceptible con el cual entre en contacto.

Los animales infectados pueden servir como reservorio para varias enfermedades del hombre.

Ejemplos :

Brucelosis
Leptospirosis
Peste

Psitacosis
Rabia
Tétanos

Es también muy importante identificar estos reservorios y siempre que sea posible, adoptar medidas de protección a los animales domésticos para proteger las especies susceptibles e indirectamente al hombre. Por ejemplo, la vacunación antirrábica del perro.

Zoonosis: Es una infección o enfermedad transmisible en condiciones naturales entre los animales vertebrados y el hombre.

Hay algunos microorganismos capaces de adoptar formas esporuladas o simplemente de resistir las condiciones adversas del ambiente exterior. El bacilo de Koch (tuberculosis) es capaz de resistir meses en el medio húmedo de un establo. La espora del bacilo carbuncoso o del bacilo tetánico puede resistir por años en el suelo. En estos casos, aun cuando el reservorio original es un ser vivo, se ha constituido en el suelo y otros sitios un vasto reservorio adicional de muy difícil o imposible control. Es la situación producida también en varias enfermedades parasitarias, que en forma larvaria se encuentran en el suelo, en el agua y otros sitios (por ejemplo: anquilostomiasis, esquistosomiasis).

Muchos de los agentes de infecciones micóticas como la histoplasmosis y la coccidioidomicosis viven y se multiplican en el suelo.

Fuente de infección: Es aquella que sirve como ambiente natural y sitio de multiplicación de un agente, y de la cual por una u otra ruta éste puede infectar a un individuo susceptible.

La fuente de infección debe distinguirse claramente de la fuente de contaminación, como por ejemplo la que produce un derrame de una fosa séptica en un abastecimiento de agua.

Los animales actúan como fuente de infección, a partir de casos clínicos agudos y a partir de portadores. En los casos agudos, la debilidad producto de la propia enfermedad limita los contactos del enfermo con otros animales. Por ejemplo, en el Antrax, el estado del enfermo durante el inicio es tal que casi siempre cae en postración. De esta manera reduce su movilidad limitando las posibilidades de transmisión a otros animales.

Los animales infectados y que no presentan síntomas constituyen un gran riesgo para transmitir y mantener la enfermedad en el rebaño, pues albergan el agente infeccioso y mantienen sus contactos corrientes en su hato. A estos animales se les llama portadores.

Portador: Es un animal infectado que alberga un agente infeccioso específico de una enfermedad sin presentar síntomas clínicos de esta y constituye fuente potencial de infección para otros animales.

El estado de portador puede ocurrir en un animal durante el curso de una infección inaparente (generalmente denominado portador sano o asintomático), o durante el período de incubación, en la fase de convalecencia y postconvalecencia de infecciones que se manifiestan clínicamente (por lo común llamado portador en incubación o portador convaleciente, respectivamente). En cualquiera de los dos casos, el estado de portador puede ser breve o prolongado (portadores temporales o crónicos).

Mientras mejor se conozcan las características de las enfermedades, más se podrá conocer su condición de producir portadores y de qué tipos. Es fácil entender la relación de lo expuesto con la permanencia y propagación de enfermedades en la población. Cuando el portador no se identifica, no se tomarán medidas de precaución para prevenir la transmisión a otros animales.

Por ejemplo, en la Fiebre Aftosa se puede demostrar la presencia del virus en las secreciones faríngeas durante varios meses, tanto en los casos clínicos como en los asintomáticos. En la leche se identifica el virus desde 1 a 4 días antes de los síntomas clínicos. El virus persiste en el semen y puede ser una fuente potencial de infección.

Distintos vehículos inanimados y vectores mecánicos pueden llevar la infección de un lado a otro, a veces a grandes distancias.

Entre los últimos, el más importante es el hombre (especialmente los que por su ocupación, visitan varias fincas al día).

En la mayoría de las enfermedades infecciosas existe la posibilidad de transmisión durante el período de incubación, principalmente en el período inmediato antes de presentar los síntomas y signos que permiten hacer el diagnóstico.

Período de incubación: Es el máximo intervalo de tiempo que transcurre entre la exposición de un agente infeccioso y la aparición del primer signo o síntoma de la enfermedad de que se trate.

Hay casos extremos en que este estado de portador en período de

incubación puede tener una larga duración. Por ejemplo, en la rabia desmódica la saliva del murciélago infectado puede ser infectante hasta 24 días antes del inicio de la enfermedad. En la rabia del perro, el virus puede estar presente en su saliva hasta 72 horas antes de presentar señales de la enfermedad. Este conocimiento llevó a determinar el período de diez días para mantener en observación a perros u otros animales que se sepa hayan mordido a una persona. Si el perro no desarrolla señales de rabia en este intervalo, es posible concluir de que no transmitió la enfermedad a través de la mordedura diez días antes.

La transmisión de una enfermedad, por lo tanto, puede empezar antes de que ella se evidencie en el animal, pero también puede seguir por algún tiempo después de la recuperación clínica del enfermo. Cuando el tratamiento no es adecuado esto puede aumentar la extensión del período de transmisión, como ya se observó en casos de salmonelosis no bien tratada.

Como regla, la mayoría de las enfermedades no son transmisibles durante la fase inicial del período de incubación ni después del completo restablecimiento del enfermo.

Período de transmisibilidad. Tiempo durante el cual el agente infeccioso puede ser transferido directa o indirectamente de un animal infectado a otro, de un animal infectado al hombre o de un hombre infectado a un animal, inclusive artrópodos.

En algunas enfermedades como el muermo y el distemper, en las que las mucosas se encuentran afectadas desde que penetra el agente patógeno, la posibilidad de transmisión se puede dar desde el momento de la exposición a la fuente de infección hasta que el microorganismo infectante desaparece de las membranas mucosas afectadas. En otras enfermedades como la brucelosis y cólera porcino, la transmisibilidad puede ser intermitente, durante la evolución de la enfermedad.

En las enfermedades transmitidas por artrópodos, como la encefalitis y la fiebre amarilla en primates no humanos, el período de transmisibilidad es aquel en que el agente infeccioso permanece en forma infectante en la sangre u otros tejidos del animal infectado, en cantidad suficiente para infectar al vector. Los artrópodos también presentan un período de transmisibilidad, es decir, el tiempo durante el cual el agente infeccioso se encuentra en sus tejidos en forma y localización tal que sea transmisible.

MODOS DE TRANSMISION DEL AGENTE

Un modo de transmisión es esencial para que el agente infeccioso pueda transportarse de la puerta de salida del reservorio a la puerta de entrada del huésped.

Los principales mecanismos son los siguientes :

a) *Transmisión directa:* Es la transferencia directa e inmediata del agente infeccioso a una puerta de entrada receptiva para que se pueda llevar a cabo la infección del animal. Esto puede ocurrir por contacto directo como cópula, por rociado de gotillas en las conjuntivas o en las membranas mucosas de la nariz o boca al toser, mugir (generalmente la diseminación de estas gotillas es variable según el agente y el tamaño de las gotillas o, como en el caso de la micosis sistémica, por exposición directa de tejido susceptible a un agente que vive normalmente en forma saprofitica en el suelo, humus o materia vegetal en descomposición o por la mordedura de un animal rabioso.

b) *Transmisión indirecta:*

1. *Mediante vehículos de transmisión.* A través de objetos o materiales contaminados, tales como frenos, bretes, instrumentos quirúrgicos o vendajes, agua, alimentos, productos biológicos (incluyendo suero y vacunas).

El agente puede o no haberse multiplicado o desarrollado en el vehículo antes de ser introducido en el animal.

2. Por intermedio de vector

Vector. Es un invertebrado que propaga la enfermedad entre un vertebrado enfermo a otro sano.

a) *Mecánica:* Es el simple traslado mecánico del agente infeccioso por medio de un insecto reptante o volador, ya sea por contaminación de sus patas o trompa o por pase a través de su tracto gastrointestinal, sin multiplicación o desarrollo del microorganismo.

b) *Biológica:* Cuando sea necesaria la propagación, desarrollo cíclico o una combinación de ambos en el artrópodo vector antes que pueda transmitir la forma infectante del agente al animal. El artrópodo se hace infectante después de que el agente pasa por un período de incubación. La transmisión puede efectuarse a través de la saliva durante la picadura (por ejemplo en la fiebre amarilla), o por regurgitación (pes-

te) o al depositar sobre la piel a los agentes infecciosos, (por ejemplo en la enfermedad de Chagas), que pueden entrar por la herida de la picadura o por el rascado.

3. *A través del aire.* En la diseminación de aerosoles microbianos transportados hacia una puerta de entrada apropiada, generalmente el tracto respiratorio. Los aerosoles microbianos son suspensiones aéreas de partículas constituidas total o parcialmente por microorganismos. Las partículas con diámetro de 1 a 5 micras penetran fácilmente en los alvéolos del pulmón y allí permanecen. También pueden permanecer suspendidas en el aire durante largos períodos de tiempo: algunas mantienen su infecciosidad y/o virulencia y otras la pierden. Las principales son:

a) *Núcleo de gotillas:* Generalmente son los pequeños residuos de la evaporación de gotillas emitidas por un huésped infectado. Esos núcleos de gotillas también pueden formarse intencionalmente por aparatos atomizadores diversos o accidentalmente en laboratorios microbiológicos, en mataderos, industrias que emplean extracciones, salas de autopsias, etcétera. Estas gotillas generalmente se mantienen suspendidas en el aire durante un tiempo prolongado.

b) *Polvo:* Pequeñas partículas de dimensiones variables que pueden proceder del suelo (generalmente esporas de hongos separadas del suelo seco por viento o agitación mecánica), del pienso seco, cama o pisos contaminados.

PUERTAS DE ELIMINACION O DE SALIDA DEL AGENTE

El camino por el cual un agente infeccioso sale de su huésped es, en general, denominado como puerta de salida. Las principales vías de salida del agente son:

Respiratorias: Tuberculosis, muermo, Newcastle, etcétera. Las enfermedades que utilizan esta puerta de salida son las de mayor dificultad para su control.

Genitourinarias: Linfogranuloma de Sticker, leptospirosis.

Digestivas: Salmonelosis, coccidiosis, disentería, etcétera.

Piel: A través de lesiones superficiales o por picaduras, mordeduras, y perforación por agujas. Son ejemplos: Rabia, enfermedad de Chagas, leishmaniasis, hepatitis canina, etcétera.

Placentaria: En general la placenta sirve de barrera efectiva de pro-

tección del feto contra infecciones de la madre. Sin embargo, no es efectiva para algunas enfermedades como la toxoplasmosis, hepatitis, etcétera.

Puertas de entrada en el nuevo huésped

Las puertas de entrada de un germen en el nuevo huésped son básicamente las mismas empleadas para su salida. Por ejemplo, en las enfermedades respiratorias, la vía aérea es utilizada como puerta de salida y puerta de entrada. En otras enfermedades, las puertas de salida y de entrada pueden ser distintas. Como ejemplo, en las infecciones alimentarias por brucela, el agente es eliminado a través de la glándula mamaria y entra al nuevo huésped a través de la leche o subproductos contaminados por secreción conjunta con la brucela.

Pregunta 8: El local natural en el cual un agente infeccioso vivo, crece y multiplica es llamado:

- a) Vehículo
- b) Reservorio
- c) Caso clínico
- d) Fuente de infección
- e) Zoonosis

Pregunta 9: El modo de transmisión directo (de animal a animal) se caracteriza por:

- a) Una puerta de salida específica desde el reservorio
- b) La gravedad de la enfermedad
- c) La existencia de un vehículo o vector
- d) Una transmisión inmediata entre puerta de salida y puerta de entrada
- e) La puerta de entrada en el huésped

Pregunta 10: De la siguiente lista de enfermedades, indique con una "S" las enfermedades en que el suelo es el reservorio y con una "A" las enfermedades en que es el animal.

- a) Histoplasmosis
- b) Antrax
- c) Fiebre Q
- d) Leptospirosis

Pregunta 11: ¿Cuál de los siguientes no es un reservorio de agentes infecciosos?

- a) El hombre
- b) Los animales
- c) El suelo
- d) El aire
- e) El agua

Pregunta 12: Portadores son definidos como animales que:

- a) Son inmunes a la enfermedad porque ya han adquirido la infección anteriormente.
- b) Tienen inmunidad pasiva debido a mecanismos naturales o artificiales.
- c) Albergan determinados agentes infecciosos sin presentar evidencia de la enfermedad pero sirven como fuentes potenciales de infección.
- d) Están muy enfermos y sirven como fuentes potenciales de infección para los susceptibles.

Pregunta 13: ¿Cuál de las siguientes *no es* una característica de los portadores animales?

- a) Albergan los agentes infecciosos antes que las señales o síntomas de la enfermedad aparezcan.
- b) Están infectados y aunque no presenten señales o síntomas son fuentes de infección.
- c) Están infectados y presentan señales y síntomas clínicos.
- d) Siguen infectantes durante la convalecencia de la enfermedad y después de recuperados.
- e) Albergan los agentes infecciosos por un año o más y son capaces de seguir como fuentes de infección.

Pregunta 14: ¿En cuál de las siguientes enfermedades la salida respiratoria es, en general, la más importante y difícil de controlar?

- a) Brucelosis
- b) Rabia
- c) Leptospirosis
- d) Fiebre Q
- e) Psitacosis

Pregunta 15: ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre puertas de salida no es correcta?

- a) Las "Puertas de salida" son aplicables en casos de reservorios humanos y animales pero no en relación al ambiente.
- b) El camino seguido por el agente infeccioso cuando abandona su huésped es comúnmente llamado puerta de salida.
- c) Infecciones transmitidas por la saliva representan salida por el tracto alimentario.
- d) La puerta de salida transplacentaria es muy importante una vez que la placenta es generalmente inefectiva en la protección del feto en relación a infecciones internas.
- e) El mecanismo percutáneo de salida a través de la piel incluye picaduras de artrópodos y perforaciones por objetos como agujas.

Pregunta 16: La mayoría de las enfermedades son transmisibles durante la fase inicial del período de incubación:

Verdadero _____

FACTORES DEL HUESPED

Aspectos estructurales y funcionales. La piel intacta y las membranas mucosas proveen al cuerpo de una cubierta impermeable a muchos parásitos vivos y a agentes químicos exógenos. Las membranas mucosas son más fácilmente penetrables que la piel intacta, y sirven a menudo de puerta de entrada a varios agentes patógenos.

Hay que recordar que los estados de enfermedad crónica, desnutrición y fatiga disminuyen la capacidad de reacción. Muchos reflejos son importantes mecanismos de defensa. La tos y el estornudo, por ejemplo, representan un esfuerzo para limpiar las vías respiratorias de sustancia dañinas. Las secreciones mucosas, como las lágrimas, tienen una acción limpiadora simple y pueden también contener anticuerpos específicos contra microbios patógenos.

Varios mecanismos ayudan en la defensa contra los agentes químicos exógenos. En el caso de algunos venenos como el arsénico y el selenio, el cuerpo del animal desarrolla una tolerancia de tal naturaleza que

se requieren dosis cada vez mayores para producir un efecto tóxico. Los venenos metálicos, como el plomo, son removidos rápidamente de la circulación y almacenados en los huesos, de donde son movilizados con lentitud y excretados durante un período considerable de tiempo. Las sustancias tóxicas son eliminadas a través de la bilis, de las secreciones intestinales y por las escresiones de los riñones y glándulas sudoríparas. El hígado tiene la habilidad especial de detoxificar ciertos tipos de venenos orgánicos desdoblándolos en productos inocuos de excreción.

Un germen que penetra la cubierta protectora del cuerpo se enfrenta a una variedad de mecanismos de defensa. Los parásitos extracelulares, como las bacterias, estimulan comúnmente el desarrollo de inflamación en el sitio de la invasión. Esta inflamación representa el esfuerzo del cuerpo para detener y destruir a los invasores. Una red fina de retención compuesta de fibrina se deposita en el sitio atacado, y numerosas células fagocitarias se congregan en ese lugar e intentan engolfar y digerir los parásitos. Los parásitos que escapan son transportados por los canales linfáticos a los ganglios linfáticos periféricos, como es el caso del *Malleomyces mallei* estas barreras regionales fallan en detener a los parásitos y éstos llegan a la corriente sanguínea, ahí los espera una batería final de filtros llenos de grandes fagócitos (médula ósea, bazo e hígado). Mientras tanto, la infección habrá estimulado la formación de anticuerpos específicos, que se combinarán con cualquier parásito persistente hasta hacerlo más vulnerable a la fagocitosis y a la digestión. La presencia inicial de tales anticuerpos, generados a raíz de una infección previa, podría prevenir o limitar la invasión del huésped.

Edad. La edad es un factor importante puesto que la ocurrencia y gravedad de las enfermedades varía según la edad del huésped.

El distemper y el carbunco sintomático son ejemplos de cómo la edad influye en la ocurrencia de las enfermedades infecciosas. En ambos casos la infección y la enfermedad atacan predominantemente a animales jóvenes, quienes son elegidos debido a su falta de inmunidad y alto riesgo de exposición.

La tuberculosis y la brucelosis son ejemplos de problemas que afectan más a los adultos. En la vejez predominan afecciones como las enfermedades degenerativas y tumores.

Sexo. Las diferencias en susceptibilidad debidas intrínsecamente al sexo son más difíciles de demostrar en animales. Las variaciones en la ocurrencia de la enfermedad de acuerdo al sexo refleja con frecuencia grados diferentes de exposición, a riesgo distinto entre macho y hembra en razón de los usos diferentes.

Especie y raza. Los miembros de un grupo racial comparten mu-

chos rasgos genéticamente determinados que pueden incluir, además de las características físicas obvias, un aumento en la susceptibilidad o resistencia a los agentes específicos de enfermedad. Este concepto es fácil de comprender, pero demostrar que las diferencias en la incidencia de enfermedad son genéticamente determinadas es muy difícil, ya que se debe tomar en cuenta el efecto de todos los factores ambientales pertinentes. Un ejemplo es el de la resistencia al cólera porcino, que posiblemente es mayor en las razas de porcinos criollos, que en las razas europeas.

Estado de nutrición. Los efectos del estado nutricional y las infecciones están íntimamente relacionados y a veces cada uno de ellos agrava al otro. La desnutrición intensa, acompañada de una baja ingestión de nitrógeno, conduce a un definido deterioro de la respuesta inmune y al aumento correspondiente en la susceptibilidad a las enfermedades bacterianas. Es más probable que la salmonelosis se presente en forma más grave y acompañada de complicaciones en los ratones de bioterio que sufren malnutrición proteicocalórica, que en el *Mus musculus* (ratón casero). La enterotoxemia por *C. welchii* afecta a los animales bien nutridos.

SUSCEPTIBILIDAD Y RESISTENCIA

Las consecuencias de la interacción entre el huésped y el agente son extremadamente variables, y es importante considerar ahora aquellas características del huésped que contribuyen a esta variabilidad.

Susceptibilidad. Susceptible es cualquier animal que se supone no posee resistencia contra un agente patógeno determinado que le proteja contra la enfermedad si llega a estar en contacto con ese agente.

La susceptibilidad del huésped depende de factores genéticos, factores generales de resistencia a las enfermedades y condiciones de inmunidad específica para cada enfermedad.

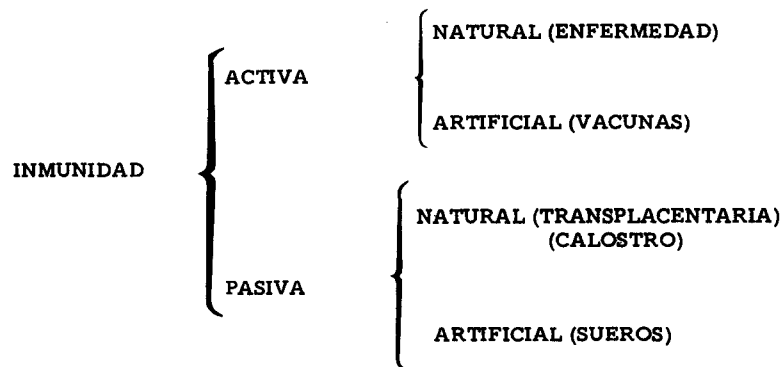
Los factores genéticos o *inmunidad genética* es una especie de memoria celular, heredada a través de generaciones que facilitarían la producción de anticuerpos, lo que no ocurre en ciertas especies de animales carentes de la experiencia racial específica frente a determinada enfermedad. Son bien conocidos los ejemplos sobre el impacto de

ciertas enfermedades en razas seleccionadas de bovinos, comparado con el impacto que causa esa misma enfermedad en razas mestizas de la misma especie.

Resistencia. Es el conjunto de mecanismos corporales que sirven de defensa contra la invasión o multiplicación de agentes infecciosos, o contra los efectos nocivos de sus productos tóxicos.

Inmunidad. Es un estado orgánico constituido por todos aquellos mecanismos fisiológicos que dotan al organismo animal con la capacidad de reconocer materiales o sustancias extrañas a su propio organismo para utilizarlos, eliminarlos o metabolizarlos con o sin perjuicio para sus propios tejidos.

Animal inmune: Es el animal (o persona) que posee anticuerpos protectores específicos, o inmunidad celular como consecuencia de una infección o inmunización anterior, o el que puede estar predispuesto, debido a cualquiera de estas circunstancias, a responder eficazmente.



El animal es inevitablemente parte de un rebaño por lo que es interesante considerar el fenómeno de resistencia y susceptibilidad en el rebaño en conjunto. Sin tomar en cuenta el agente patógeno o su fuente, la proporción de susceptibles en una población es un factor importante que tiene influencia sobre la incidencia de la enfermedad. Esto es especialmente importante para los agentes que pasan de un animal a otro. Si la proporción de inmunes es demasiado grande, el agente no puede penetrar y diseminarse. Esta relación se aplica a poblaciones tanto de animales vertebrados como de humanos, y ha sido denominada "inmunidad de masa" o en el caso de animales "inmunidad de rebaño". Desde el punto de vista del control de enfermedades específicas, como la rabia en el perro, sería deseable saber exactamente que proporción de la población debe ser inmune para hacer que la expansión de una epidemia sea altamente improbable. Esta proporción variará con la infectiosidad del agente, susceptibilidad del huésped, la duración del período durante el cual el huésped es infeccioso. No existe información precisa al respecto, aunque se dispone de datos aproximados para algunos agentes de enfermedad, por ejemplo, el 80 por ciento de inmunes en el caso de la rabia. No obstante, el análisis de modelos matemáticos de epidemias sugiere que en ningún caso la proporción inmune necesita llegar al 100 por ciento para que la diseminación se detenga.

La exposición anterior se centró completamente en los agentes microbianos vivientes, porque este grupo se conoce desde hace más tiempo y se comprende mejor. Este grupo también proporciona analogías para muchos de los conceptos y enfoques que adoptamos al tratar de entender otros tipos de enfermedades. Puede ser útil señalar algunas de las analogías entre los parásitos vivientes y los agentes inanimados de la enfermedad.

Tomemos por ejemplo los vapores tóxicos que se desprenden de algún solvente comercial de uso común. Los conceptos de infectividad, patogenicidad y virulencia encuentran su equivalente en el simple concepto de toxicidad, que se mide en términos de dosis mínima efectiva. No existe problema con respecto a la manera de transporte, que es por el aire, o a la puerta de entrada, que son las vías respiratorias. El término "reservorio" adquiere un significado literal, puesto que se refiere al tanque o recipiente en que se guarda el solvente.

Aunque estas analogías son bastante forzadas, los conceptos principales que debemos tener presentes son: que todos los agentes de enfermedad poseen propiedades que ayudan a determinar la ocurrencia de la enfermedad, y que, para cada agente, deben existir ciertos equivalentes de los mecanismos de transmisión y reservorio que se han descrito con referencia a los agentes infecciosos.

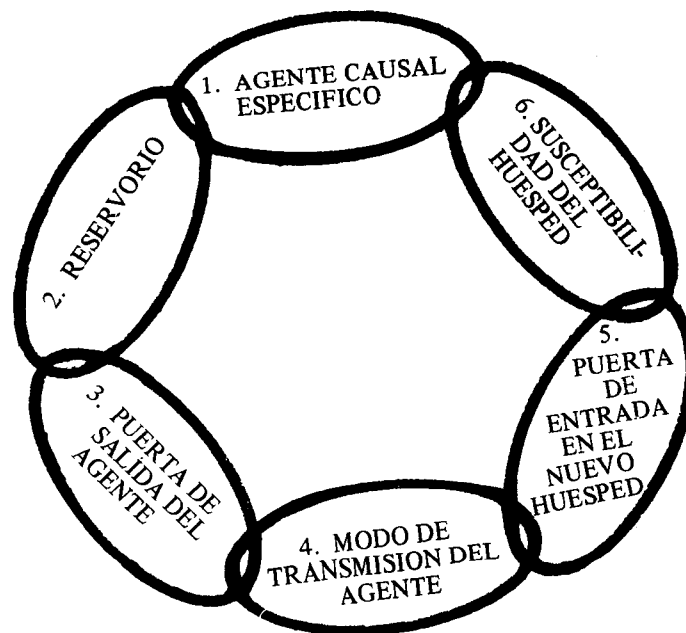
- Pregunta 17:** Los factores del huésped afectan a:
- a) La resistencia o susceptibilidad a la enfermedad
 - b) Las características antigénicas del agente
 - c) El riesgo de exposición
 - d) El modo de transmisión de la enfermedad
- Pregunta 18:** ¿Cuál de las siguientes *no* es un factor general de resistencia a la infección?
- a) El ácido gástrico
 - b) Los elementos ciliados del tracto respiratorio
 - c) El reflejo de la tos
 - d) Las antitoxinas
 - e) Las membranas mucosas
- Pregunta 19:** ¿Cuáles de las siguientes condiciones aumentan la susceptibilidad a la infección?
- a) Malnutrición
 - b) Enfermedad pre-existente
 - c) Mecanismos inmunogénicos deprimidos por drogas
 - d) Ninguno de los anteriores
 - e) A, B, y C
- Pregunta 20:** ¿Qué tipo de inmunidad confiere el pasaje de anticuerpos maternos para el feto?
- a) Natural activa
 - b) Artificial activa
 - c) Natural pasiva
 - d) Artificial pasiva
 - e) Resistencia general
- Pregunta 21:** ¿Qué tipo de inmunidad confiere una vacuna?
- a) Natural activa
 - b) Artificial activa
 - c) Natural pasiva
 - d) Artificial pasiva
 - e) Resistencia general
- Pregunta 22:** ¿El calostro, qué tipo de inmunidad confiere?
- a) Natural activa
 - b) Artificial activa
 - c) Natural pasiva
 - d) Artificial pasiva
 - e) Resistencia general

Pregunta 23: ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas?

- a) Infecciones virales benignas pueden contribuir a la introducción de una enfermedad bacteriana grave.
- b) Las razas de bovinos más seleccionadas presentan una mayor resistencia a las infecciones.
- c) Las bacterias estimulan una reacción inflamatoria en el sitio de invasión de la piel.
- d) El estímulo a la formación de anticuerpos específicos ocurre en la convalecencia del enfermo.

EJERCICIO - CADENA EPIDEMIOLOGICA

Un esquema tradicional en epidemiología es la llamada cadena epidemiológica o también conocida como cadena de infección. El esquema busca ordenar los llamados eslabones que identifican los puntos principales de la secuencia continua de interacción entre el agente, el huésped y el medio. Se supone que el conocimiento actual permite una elaboración más detallada del esquema para diferentes problemas de salud. En términos generales, se describe la cadena como sigue:



A. Seleccionar, en discusión del grupo, una enfermedad infecciosa de importancia en su país.

Enfermedad seleccionada: _____

B. En forma resumida y descriptiva identificar los principales elementos y la secuencia de la cadena epidemiológica de esa enfermedad.

C. Listar algunos de los factores más importantes del medio físico, biológico y económico que influyen sobre la enfermedad.

Medio físico

Medio biológico

Medio económico

IX. Cuantificación de los problemas de salud animal

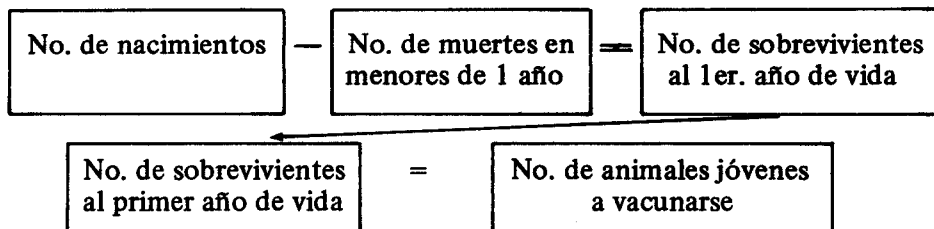
MEDICION DE LAS ENFERMEDADES

Para que el servicio de salud animal pueda desarrollar adecuadamente sus funciones, deberá ser capaz de efectuar mediciones con el objeto de conocer la frecuencia con que ocurren las enfermedades en las poblaciones animales.

Por ejemplo, si existe rabia bovina en una localidad, la información sobre la población animal en esa localidad es esencial para organizar los recursos existentes y obtener de otro nivel del Sistema, los recursos adicionales para aprovisionamiento de vacunas, redes de atrape de quirópteros hematófagos, anticoagulantes químicos para el Control del Vector, etcétera. Así el recuento de los casos de una enfermedad es una medición de gran importancia y sirve para orientar la administración de la salud animal frente a la magnitud de recursos necesarios para el programa.

El recuento de nacimientos permite conocer la cantidad de becerros menores de 1 año que existen en un rebaño, en un año determinado. Esta medición puede ser usada, por ejemplo, para proyectar la cantidad de vacunas necesarias. Esta cantidad se podrá corregir si también se conoce el número de muertes, en animales menores de 1 año que ocurren en esa misma región en el año considerado.

Ejemplo :



Resumiendo, la enumeración o recuento de casos de enfermedad, nacimientos y muertes, junto al conocimiento sobre la cantidad de población existente (censos) son datos básicos que permiten al servicio de

salud animal, obtener un mejor conocimiento sobre problemas de salud de los rebaños.

El recuento periódico de los datos mencionados es de interés para permitir la provisión de los recursos necesarios. Pero además de eso, permite también observar si la atención de los problemas a través de programas, resulta beneficiosa al reducir la frecuencia de la enfermedad en el rebaño y también para evaluar la producción pecuaria y la disponibilidad de carne y leche.

Consideramos, por ejemplo, una área geográfica determinada en un país de la América Latina. En el rebaño se observaron 6 000 casos de Brucelosis en el año 1975. Un nuevo recuento en 1980 demostró la existencia de 8 000 casos.

Casos de Brucelosis en un rebaño en un país latinoamericano

<i>Año</i>	<i>1975</i>	<i>1980</i>
No. de casos	6 000	8 000

Los hechos que pudieron explicar la diferencia observada pueden ser resumidos entre los siguientes:

- a) La atención veterinaria y las medidas de control fueron inadecuadas y, en consecuencia, hubo aumento del número de casos.
- b) Las medidas de búsqueda de casos positivos permitieron una mejor identificación de casos antes desconocidos, dando la impresión de aumento de la enfermedad en el rebaño.
- c) Otros factores independientes de las medidas de control y de atención provocaron un aumento de la enfermedad (movimiento de animales, cambio de manejo, etcétera).
- d) Hubo un aumento del rebaño en esa área por crecimiento natural o por compra de ganado en pie.

Si relacionamos el número de casos con el total de la población existente en los dos años tendremos:

<i>Año</i>	<i>1975</i>	<i>1980</i>
No. de casos de Brucelosis	6 000	8 000
No. del Rebaño	300 000	500 000

Observamos que hubo un aumento del número de casos de 6 000 a 8 000 pero también aumentó la población de 300 000 a 500 000. Por lo tanto, lo que deseamos comparar es la diferencia entre 6 000 casos en 300 000 con 8 000 casos en 500 000 bovinos.

$$\frac{6\ 000}{300\ 000} \quad \frac{8\ 000}{500\ 000}$$

Un cálculo sencillo nos permitirá la comparación más directa :

$$6\ 000 \div 300\ 000 = 0.02$$

$$8\ 000 \div 500\ 000 = 0.016$$

A fines de comparar números enteros y no fraccionarios, se acostumbra multiplicar el resultado por 100: 1 000; 10 000 ó 100 000 (lo que sea más conveniente). En el ejemplo, si multiplicamos los resultados de la división por 10 000 tendremos:

En 1975 = 200 casos por cada 10 000 bovinos (que es lo mismo que 6 000 casos en los 300 000 bovinos) y en 1980 = 160 casos por cada 10 000 bovinos (o sea 8 000 casos en 500 000 bovinos). Con esto se puede observar que hubo una disminución relativa de la brucelosis cuando nos referimos al rebaño de esa área.

En otras palabras, el riesgo de enfermarse por brucelosis disminuyó en esa área, de acuerdo a la frecuencia de casos observados en los dos años señalados.

<i>1975</i>	<i>1980</i>
200 (casos por 10 000 bovinos)	160 (casos por 10 000 bovinos)

Cuando hacemos la medida del número de casos existentes, sin distinguir si son casos nuevos o antiguos, se acostumbra identificar esta medida como *prevalencia* de la enfermedad.

El cálculo realizado fue el de la *tasa de prevalencia* de la brucelosis (en el área específica en los años 1975 y 1980).

$$\text{Tasa de prevalencia de la enfermedad A} = \frac{\text{Número total de casos en un período o fecha determinada}}{\text{Población estimada para el mismo período o fecha}} \times \text{factor (100, 1 000 a 10 000)}$$

Muchas veces hay interés en conocer solamente cuántos *casos nuevos* de una enfermedad ocurrieron en un período de tiempo. Si las medidas de control sobre una enfermedad fueron adecuadas, se espera que no ocurran nuevos casos de esa enfermedad o que su ocurrencia disminuya.

Cuando se hace el cálculo relativo de casos nuevos o animales que desarrollan la enfermedad durante un período de tiempo determinado, se denomina el cálculo como *tasa de incidencia*.

$$\text{Tasa de incidencia de la enfermedad B} = \frac{\text{Número de casos nuevos de la enfermedad B en determinado período}}{\text{Población promedio para el mismo período o fecha}} \times \text{factor}$$

En los cálculos de las tasas de incidencia y de prevalencia siempre es importante dejar bien claro a qué población se refieren y a cuál período de tiempo. Pueden relacionarse al rebaño entero de una región o a un grupo específico que estaría expuesto al problema.

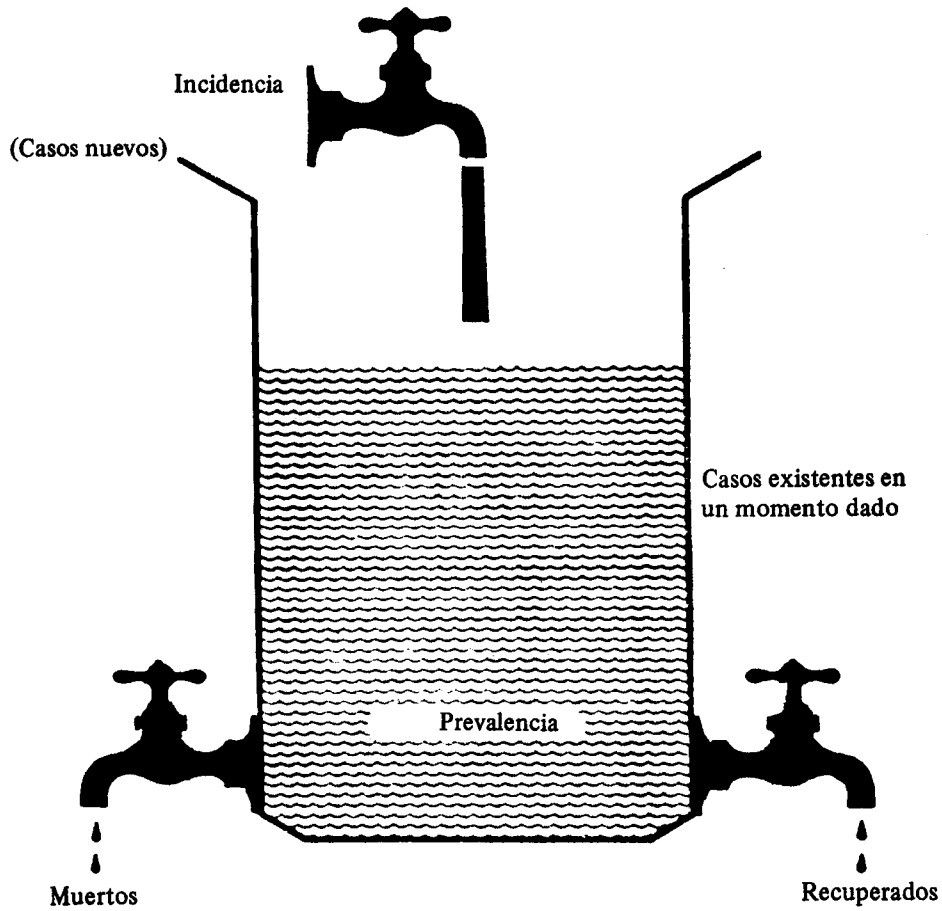
Por ejemplo, la incidencia de la mastitis bovina, en la Provincia del Sur, durante el mes de diciembre de 1974 fue de 20 por mil vacas en ordeño.

*Incidencia de Mastitis en vacas de ordeño
Provincias del Sur, diciembre, 1974*

$$\text{Tasa de incidencia de mastitis en vacas en ordeño} = \frac{\text{Número de vacas en ordeño que desarrollaron mastitis en el mes de diciembre}}{\text{Número de vacas en ordeño en la Provincia del Sur al centro del período en el mes de diciembre}} \times 1000$$

Ambas, incidencia y prevalencia, son medidas de morbilidad (enfermedad), pero difieren en que la incidencia está diseñada para medir los casos nuevos que se presentan en un período determinado de tiempo y la prevalencia mide el número de animales que tiene la enfermedad en un momento o período dado.

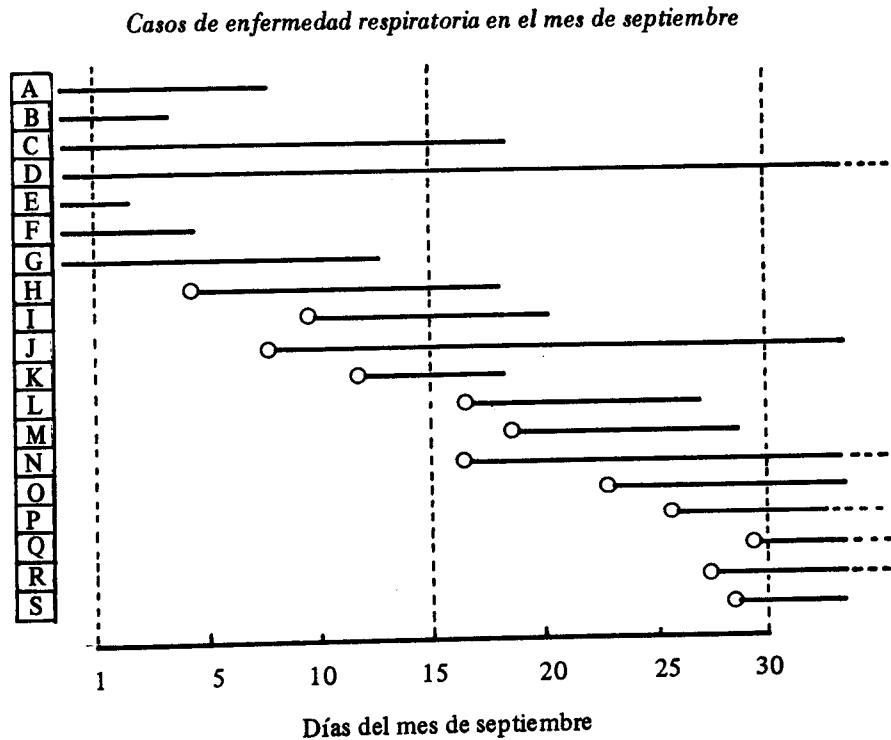
La figura de abajo esquematiza estas relaciones :



EJERCICIOS

Ejercicio 1

En el esquema siguiente cada línea representa un caso de enfermedad respiratoria (pneumonía) y la duración en días de cada caso, durante el mes de septiembre.



Conteste las siguientes preguntas :

- a) ¿Cuál es la incidencia de la enfermedad en el mes de septiembre?
- b) ¿Cuál es la prevalencia en el día 15 de septiembre?

Quando suele ocurrir un elevado número de casos, en períodos cortos de tiempo, es de interés conocer la incidencia. En estos casos se acostumbra denominar *tasa de ataque* de la enfermedad en cuestión,

usualmente expresada como un porcentaje. Por ejemplo, 96 porcinos fueron expuestos a un agente (aflatoxina en un alimento contaminado) resultando que 26 animales se enfermaron en un período corto de tiempo

La *tasa de ataque* puede ser calculada haciendo las siguientes operaciones:

$$\text{Tasa de ataque} = \frac{26}{96} \times 100 = 27.1\%$$

Otra forma, también importante, de medir la ocurrencia de enfermedades en las poblaciones es a través del recuento de muertes. Las tasas de mortalidad son análogas a las tasas de incidencia pero referidas al proceso de la muerte en vez de corresponder al de estado de enfermedad.

$$\text{Tasa de mortalidad general} = \frac{\text{Muertes por todas las causas ocurridas en 1 año}}{\text{Población estimada al centro del período}} \times 1\,000$$

Las tasas de mortalidad, así como las de prevalencia e incidencia, pueden ser calculadas y referirse a toda la población general de un país o provincia o restringirse a una especie animal de una hacienda o de un rebaño. Pueden, además, ser calculadas para grupos específicos hembras o machos, animales jóvenes de 5 a 18 meses, etcétera, y también para grupos de enfermedades o para enfermedades o problemas específicos.

Con relación a lo anterior, hay que recordar dos tasas de mortalidad que se refieren a grupos específicos de una población y que son de importancia en salud animal. Se trata de la tasa de mortalidad específica por edad y mortalidad por causa específica y por edad.

$$\text{Mortalidad específica por edad} = \frac{\text{Muertes en grupo de edad específica}}{\text{Población estimada en ese mismo grupo de edad al centro del período}} \times 1\,000 *$$

* Esta tasa sólo se utiliza en circunstancias especiales.

$$\text{Mortalidad por causa específica y por edad} = \frac{\text{Muerte por una causa determinada en grupo de edad específica}}{\text{Población estimada en ese mismo grupo de edad al centro del período}} \times 100\,000$$

Nótese que también en estas dos tasas se utiliza la población estimada en ese mismo grupo de edad al centro del período. La razón de esto es que en poblaciones animales, el movimiento de animales es muy frecuente y rápido por razones obvias.

A veces se observa como si una enfermedad determinada estuviera causando un alto número de muertes. Hay interés en calcular cuántos animales enfermos mueren, o sea casos fatales entre el total de casos. A este cálculo se le llama *tasa de letalidad*.

$$\text{Tasa de letalidad por la Enfermedad A} = \frac{\text{Número de animales que mueren debido a la enfermedad A}}{\text{Total de animales con la enfermedad A}} \times 100$$

Repitiendo, la *mortalidad* se refiere a muertes en relación a toda la población (sana o enferma) mientras que la *letalidad* se refiere a las muertes ocurridas entre los animales con la enfermedad. Por ejemplo : En una finca o región específica, con una población de 30 000 porcinos al centro del período, en un año determinado hubo 2 000 casos de cólera porcina con 60 muertes.

La mortalidad por cólera fue de 20 por 10 000 y la letalidad de 3%.

$$\text{Mortalidad por cólera} = \frac{60 \times 10\,000}{30\,000} = 20$$

o sea 20 muertes por cada 10,000 porcinos

$$\text{Letalidad por cólera} = \frac{60 \times 100}{2,000} = 3$$

o sea 3 muertes por cada 100 casos

Tasas de uso frecuente en epidemiología

Tasa	Numerador Denominador	Por	Observaciones
MORTALIDAD GENERAL	Muertes por todas causas ocurridas en un año. Población estimada al centro del período	1 000	
Mortalidad específica por edad	Muertes en grupo de edad específica Población estimada en ese mismo grupo de edad al centro del período	1 000	
Mortalidad por causa específica y por edad	Muerte por una causa determinada en grupo de edad específica Población estimada en ese mismo grupo de edad al centro del período	100 000	
Letalidad	Muertes por causa determinada Número de enfermos por la misma causa	100 1 000	Mide riesgos de morir entre enfermos. Es más bien una razón porcentual entre muertos y enfermos. No debe confundirse con tasa de mortalidad.
MORBILIDAD			
Incidencia	Casos nuevos reportados en la unidad de tiempo (1 año habitualmente) Población estimada al centro del período.	1 000	
		10 000	
		100 000	
Prevalencia	Número total de casos existentes en un período o fecha determinada. Población estimada para el mismo período o fecha.	100	
		1 000	
		10 000	
Ataque	Total de casos observados en un brote. Población expuesta al riesgo.	100 000	
		100	usada en epidemias

Un último aspecto debe ser señalado cuando nos referimos al cálculo de tasas de incidencia, prevalencia y mortalidad. Estas tasas permiten comparar la importancia relativa de las enfermedades entre diferentes períodos de tiempo (ejemplo 1975 y 1980) y además facilitan la comparación entre localidades distintas (por ejemplo: la prevalencia de la tuberculosis o de la desnutrición en las regiones A y B).

Ejercicio 2

Los datos siguientes se refieren a dos países latinoamericanos, que denominaremos A y B en un año determinado, 1976, la incidencia de rabia en las mismas, así como las complicaciones post-vacunales.

<i>Datos</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
Población humana total	107 145 000	15 470 000
Casos de rabia humana	196	30
Casos de rabia en caninos	8 735	807
Número de personas vacunadas	1 150 000	130 000
Complicaciones post-vacunación	15	10

Calcular

- a) Tasa de mortalidad por rabia humana por 100 000 _____
- b) Tasa de mortalidad por rabia canina por 100 000 _____
- c) Tasa de incidencia de accidentes post-vacunales por 100 000 _____
- d) Necesidades de vacuna para humanos y caninos para 1977 _____
- e) Compare las dos poblaciones y destaque las diferencias entre ellas _____

- a) En este ejercicio se ha considerado que existe en la mayoría de los países un perro por cada 10 habitantes.

- b) La cobertura buscada de vacunación es del 80 por ciento de la población canina.
- c) Para calcular las necesidades de vacuna antirrábica humana, tomar en cuenta que hay un incremento del 10 por ciento de la población humana.

Medidas de tendencia central

Muchas veces en epidemiología es necesario utilizar un valor resumen que represente una serie de valores en su conjunto. Esta representatividad se obtiene a través de una medida de la tendencia central de los datos.

Por ejemplo, para indicar que en la rabia el período de observación del perro debe ser generalmente 10 días, fue necesario observar una gran cantidad de casos de la enfermedad, desde el momento en que mordió, o el aparecimiento de los síntomas hasta la muerte y medir este período para indicar cuál era la tendencia central de estos datos.

Ejemplo: Período de observación de la rabia en 11 perros.

Perro 1 -	6 días
Perro 2 -	11 días
Perro 3 -	9 días
Perro 4 -	8 días
Perro 5 -	8 días
Perro 6 -	9 días
Perro 7 -	9 días
Perro 8 -	11 días
Perro 9 -	10 días
Perro 10 -	14 días
Perro 11 -	15 días

En el ejemplo, el valor más frecuente, o sea el que más se repite, se denomina “la moda” o “*el modo*”.

Observamos que lo más frecuente fue el deceso del animal en un período de 9 días (3 veces). Este valor puede ser utilizado para representar el período de observación cuarentenaria en animales mordedores.

Si hiciéramos un ordenamiento (creciente o decreciente) de los valores, por ejemplo:

6, 8, 8, 9, 9, 9, 10, 11, 11, 14, 15,

Observamos que el sexto valor, o sea el que se encuentra bien en medio a la serie, también es de 9 días. Este valor central de una serie

creciente o decreciente denominase *mediana*. Este método de identificación de la mediana también es útil y puede ser utilizado para representar el grupo.

Finalmente, el *promedio* aritmético también es muy útil y en el caso se obtendría por cálculo sencillo (suma de todos los valores de los períodos de incubación y división por el número de animales):

$$\frac{6 + 8 + 8 + 9 + 9 + 9 + 10 + 11 + 11 + 14 + 15}{11} = \frac{110}{11} = 10$$

El resultado de 10 días es mayor que los valores del modo y de la mediana, una vez que el promedio, tomando en cuenta los valores de todos los casos, sufrió la influencia de los tres casos con 6, 14 y 15 días en que se dio el desenlace de los casos.

Las medidas de tendencia central son de gran utilidad también para comparar grupos de valores. Por ejemplo, tenemos dos grupos de animales: un grupo que se enfermó después de comer y otro grupo que no presentó ningún signo o síntoma. Las edades de los animales en los dos grupos fueron las siguientes :

enfermos: 8, 12, 17, 7, 9, 11, 6, 3 y 13 (meses)

sanos: 19, 33, 7, 26, 21, 35, 33 y 24 (meses)

Los promedios aritméticos calculados fueron:

enfermos: 10 meses

sanos: 25 meses

Por lo tanto, la enfermedad atacó más a los jóvenes que a los adultos. Los jóvenes eran más susceptibles o utilizaron más el alimento contaminado.

Distribución proporcional

En situaciones en que no es posible calcular tasas de incidencia o de mortalidad porque se desconoce el denominador (número total de animales sometidos al riesgo de enfermarse o de morir), utilizamos lo que se llama la distribución proporcional.

La distribución proporcional indica, del total de casos o muertes ocurridas por una determinada causa, cuántos se distribuyen, por ejemplo, entre los machos y cuántos entre las hembras, cuántos han ocurrido en los diferentes grupos de edad, etcétera.

Los cálculos son siempre hechos como porcentaje.

La distribución proporcional no mide el riesgo de enfermarse o morir (como es el caso de las tasas) sino cómo se distribuyen los casos entre los animales afectados.

Ejemplo:

En un brote de intoxicación alimentaria en una determinada hacienda se enfermaron 38 animales, siendo 24 machos y 14 hembras.

¿Cuál es la distribución proporcional de casos según el sexo?

<i>Sexo</i>	<i>Núm. casos</i>	<i>Distribución proporcional</i>
Machos	24	63.2
Hembras	14	36.8
Total	38	100.0

$$\text{MACHOS} = \frac{24}{38} \times 100 = 63.2\%$$

$$\text{HEMBRAS} = \frac{14}{38} \times 100 = 36.8\%$$

Pregunta 1:

Indique el denominador que se deberá utilizar para el cálculo de las siguientes tasas de incidencia:

- de fiebre aftosa en bovinos en el país X en el año 1980.
- Neumonía en terneros en las regiones A y B del país X en el año 1982.

Pregunta 2:

Se observó en una finca que la incidencia de la tuberculosis bajó en un período de tres años, pero, en ese mismo período, aumentó la prevalencia. ¿Cómo explicaría el hecho?

Pregunta 3:

En un criadero de perros, la letalidad por Leptospirosis es del 5 por ciento. Durante el año ocurrieron 40 muertes por esa enfermedad. ¿Cuántos casos de Leptospirosis ocurrieron en el criadero en ese año?

Pregunta 4:

Una tasa de incidencia usualmente expresada en porcentaje y aplicada en poblaciones específicas, por limitados períodos de tiempo como en epidemias, es conocida como:

- a) Tasa de prevalencia
- b) Tasa ajustada
- c) Tasa de letalidad
- d) Tasa de ataque
- e) Tasa de mortalidad

Pregunta 5:

Analice el siguiente cuadro :

<i>Grupo de edad (en meses)</i>	<i>Número de muertes</i>	<i>Rebaño estimado al centro del período</i>
0 - 19	14	170 100
20 - 39	20	120 800
40 - 59	36	95 750
60 y más	99	63 350
Total	169	450 000

De acuerdo con la información precedente, señale :

- a) Tasa de mortalidad (por 100 000) para el grupo de edad de menores de 19 meses:
- b) Tasa de mortalidad (por 100 000) para el grupo de edad de mayores de 60 meses:
- c) Tasa de mortalidad (por 100 000) para el grupo de 20 - 39 meses:

Pregunta 6:

Veintiseis casos de Rabia Bovina fueron diagnosticados en Santa Catarina, Brasil, entre el 1o. de enero y el 30 de junio de 1977. El total de casos al 30 de junio era de 264. La población de la región era de 183 000 bovinos, estimada al centro del período.

- a) ¿Cuál es la tasa de incidencia por 100 000 bovinos durante este período?

- A. 7.6 casos nuevos por 100 000 bovinos
- B. 14.2 " " " 100 000 "
- C. 27.3 " " " 100 000 "
- D. 78.7 " " " 100 000 "
- E. 144.3 " " " 100 000 "

b) En la misma población se realizó la prueba de tuberculina y se encontró que el número de reactores al 30 de junio de 1977 era de 300. ¿Cuál fue la tasa de prevalencia reactores en esa población hasta la fecha indicada?

- A. 14.2 casos por 100 000 bovinos
- B. 164.0 " " 100 000 "
- C. 290.0 " " 100 000 "
- D. 310.1 " " 100 000 "
- E. 350.9 " " 100 000 "

Pregunta 7:

Durante la segunda semana de febrero, 87 personas en un pequeño pueblo (población 460 habitantes) comparecieron a una fiesta de cumpleaños donde se les sirvió una comida preparada por varias personas del lugar. Un día después, 39 de los participantes se enfermaron con un cuadro clínico en el que predominaba la diarrea.

Calcule

- a) La tasa de ataque entre los participantes de la fiesta:
De los 39 hombres presentes, 29 se enfermaron.

Calcule

- b) La tasa de ataque entre los hombres:
c) La tasa de ataque entre las mujeres:

Cincuenta y siete participantes tenían más de 60 años de edad; treinta y tres se enfermaron.

Calcule

- d) Tasa de ataque para el grupo de mayores de 60 años:

Pregunta 8:

Examine el cuadro siguiente:

<i>Columna 1</i> Edad (años)	<i>Columna 2</i> Núm. de casos	<i>Columna 3</i> Población	<i>Columna 4</i>	<i>Columna 5</i>
Menos de 5	3	48	14.3	6.3
5 - 19	6	17	28.6	35.3
20 - 39	5	23	23.8	21.7
40 y más	7	109	33.3	6.4
Total	21	197		

- a) Los números en la columna 4 son:
- La distribución proporcional de la población por edad
 - Las tasas de ataque por edad
 - La distribución proporcional de los casos por edad
 - Las tasas de mortalidad por edad
 - Ninguno de los anteriores.
- b) Los números en la columna 5 son:
- La distribución proporcional de la población por edad
 - Las tasas de ataque por edad
 - La distribución proporcional de los casos por edad
 - Las tasas de mortalidad por edad
 - Ninguno de los anteriores

Pregunta 9:

Se estableció que el tiempo de duración en días entre todos los casos de una enfermedad era:

9, 7, 11, 9, 8, 4, 6, 12, 6, 8, 8, 5.

Con los datos precedentes calcule:

- Media
- Mediana
- Modo

ORDENAMIENTO Y PRESENTACION DE DATOS

Para que sea posible conocer los hatos de animales en el rebaño que presentan mayor número de casos, los lugares con mayor incidencia o pre-

valencia de determinadas enfermedades y el momento en que estas enfermedades ocurren, algunos procedimientos básicos deben ser seguidos.

Los datos sobre casos de enfermedad atendidos o notificados por el servicio de salud animal pueden representar solamente un listado de ocurrencias por raza, especie, edad, sexo, etcétera, sobre el cual la única información que se puede obtener es el número total de casos. Si entre tanto, buscamos a partir de este listado agrupar los casos según algunas características de los mismos, la tarea de identificar los grupos en el rebaño con mayores problemas se simplifica. Por ejemplo, entre las características de los animales se pueden agrupar los casos según la especie de los enfermos, edad, sexo, raza, uso procedencia, etcétera.

A partir de este listado de datos podemos, además, identificar los casos que han ocurrido en determinadas comarcas o áreas de una hacienda o región y comparar la ocurrencia de la enfermedad entre varios lugares.

Por último, podemos examinar la ocurrencia de los casos según el momento en que han ocurrido y cómo han sido notificados. La distribución de los casos en el tiempo puede ser hecha por días, por semanas, por meses o por otros períodos de tiempo que se consideren adecuados. Esto permite saber en qué momento se han presentado el mayor número de casos, cuándo empezaron a aumentar y cuándo están disminuyendo.

Los datos agrupados, según determinadas características (especie, edad, sexo, procedencia, etcétera) pueden ser presentados a través de tablas y/o gráficas. Esto facilita los cálculos y la comparación e interpretación de los resultados.

Ejemplo de una tabla:

*Resultados serológicos de Estomatitis vesicular en muestras
colectadas de bovinos de seis fincas (A-F) puerto de San José, Escuintla, Guatemala
Enero 1960*

<i>Edad en grupos de años</i>	<i>Negativo</i>	<i>Positivo</i>	<i>Total</i>
0 - 2.9	41	2	43
3 - 5.9	24	20	44
6 - 8.9	13	30	43
9 o más	4	40	44
Total	82	92	174

Ejemplo para confección de una tabla:

Supongamos un listado de casos de una enfermedad en bovinos que ocurrió en edades de 20 hasta 63 meses en un país, (Z), en un año determinado (Y).

27	36	34	46	43	29	54
28	29	27	40	43	29	37
40	33	50	37	41	42	46
32	27	43	34	32	32	20
30	41	54	42	47	27	43
35	49	49	54	36	35	24
36	51	36	24	35	43	30
25	33	38	38	36	47	41
29	51	32	36	53	38	38
30	35	44	46	38	47	55
29	44	48	30	31	36	50
46	47	36	37	36	39	40
30	58	42	46	49	37	
29	38	44	40	63	42	
35	35	63	47	37	35	
32	48	32	38	43	50	
36	36	53	28	35	39	
37	38	34	41	41	45	

Si hacemos una escala de 20 a 63 meses, en intervalos de cuatro meses tendremos:

20 a 23
 24 a 27
 28 a 31
 32 a 35
 36 a 39
 40 a 43
 44 a 47
 48 a 51
 52 a 55
 56 a 59
 60 a 63

Con el intervalo utilizado tenemos 11 grupos, para agrupar los datos por edad:

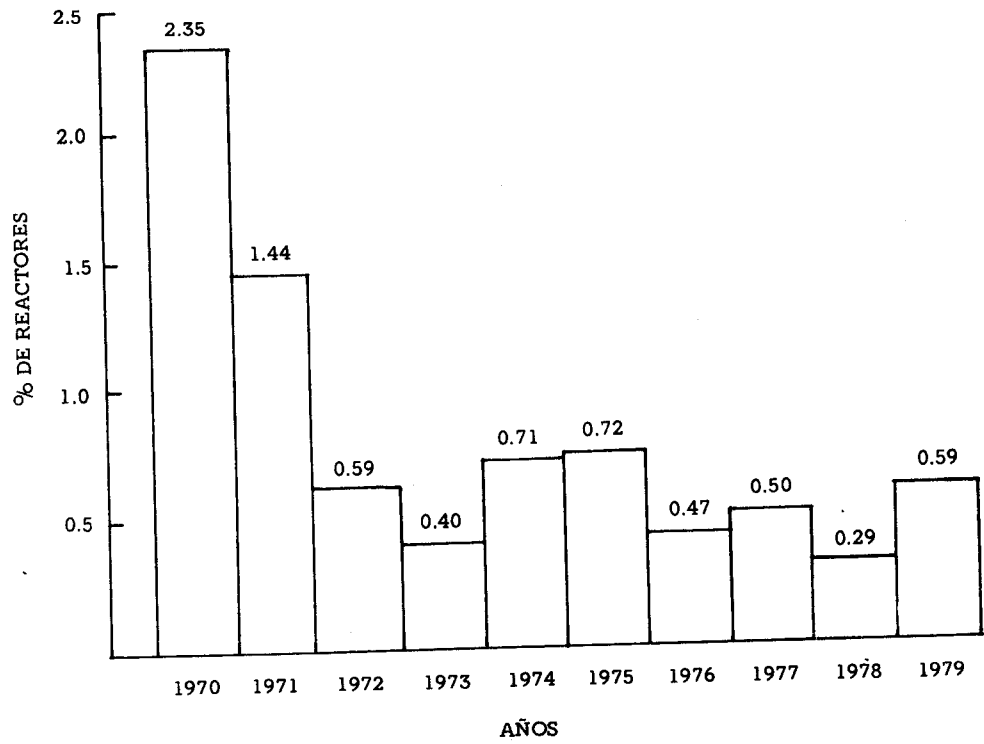
20 - 23	1 (uno)
24 - 27	111111 (seis)
28 - 31	11111 11111 111 (13)
32 - 35	11111 11111 11111 11111 (20)
36 - 39	11111 11111 11111 11111 11111 111 (28)
40 - 43	11111 11111 11111 111 (18)
44 - 47	11111 11111 1111 (14)
48 - 51	11111 11111 (10)
52 - 55	11111 11 (siete)
56 - 59	1 (uno)
60 - 63	11 (dos)

La etapa final es la presentación de la distribución de los casos por edad, en una tabla.

Distribución de casos de una enfermedad en bovinos por edad del país Z en el año Y

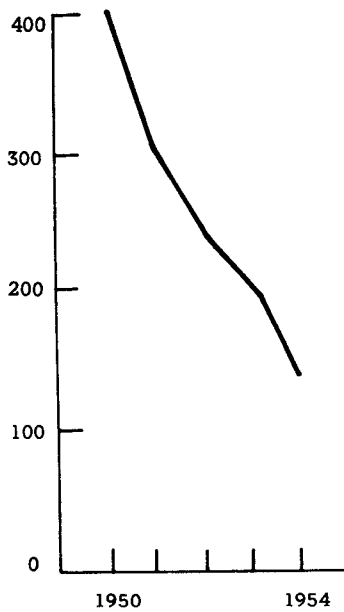
<i>Edad de grupos por mes</i>	<i>Número de casos</i>
20 - 23	1
24 - 27	6
28 - 31	13
32 - 35	20
36 - 39	28
40 - 43	18
44 - 47	14
48 - 51	10
52 - 55	7
56 - 59	1
60 - 63	2
Total	120

*Reactores bovinos a la prueba de Brucelosis
Jamaica 1970 - 1979*

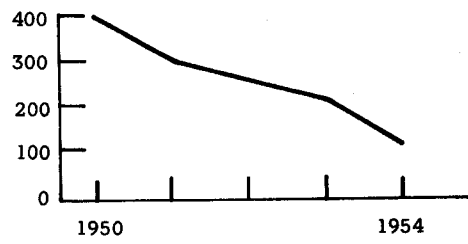


Núm. Animales	11.512	12.779	11.502	9.914	18.687	42.483	31.224	30.308	26.611	23.350
Núm. Reactores	270	184	68	40	133	309	130	152	84	139

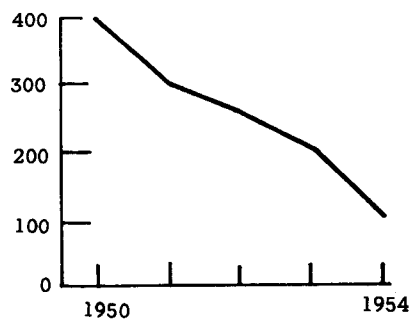
*Ejemplo del efecto de las Dimensiones
de las Escalas en los Gráficos*



A. Incorrecto: Escala vertical exagerada



B. Incorrecto: Escala horizontal exagerada



C. Correcto: La proporción entre las escalas es adecuada

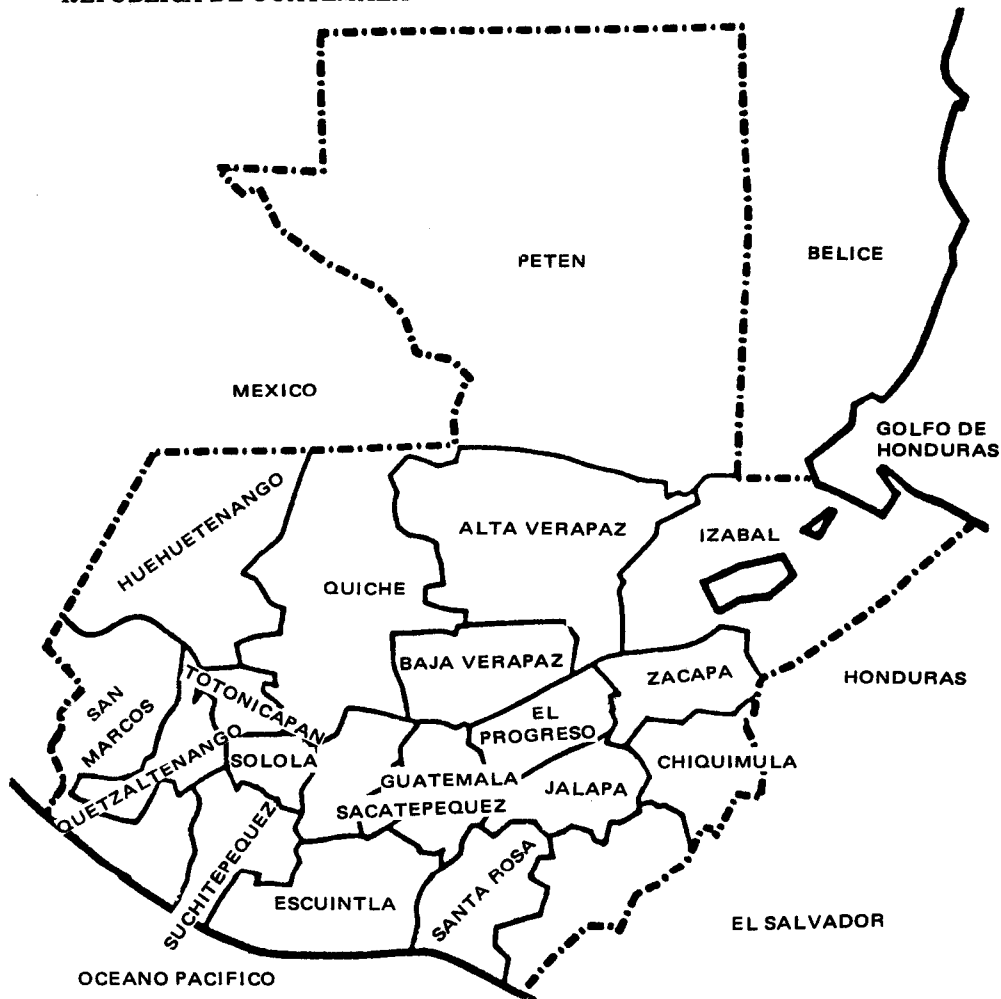
EJERCICIO

ESTOMATITIS VESICULAR EN GUATEMALA

La Estomatitis Vesicular es endémica en Guatemala. En las Tablas 1 y 2 se presenta la distribución de la población ganadera por especie, sexo y grupo de edad, así como la División Política por departamentos.

La notificación de la Estomatitis Vesicular se hace a través de los servicios veterinarios departamentales y los datos son tabulados y analizados en la Dirección General de Servicios Pecuarios.

REPUBLICA DE GUATEMALA



A continuación, se describen los casos de Estomatitis Vesicular ocurridos en los primeros meses de 1979.

Casos de Estomatitis vesicular en bovinos, Guatemala 1979

<i>Sexo</i>	<i>Edad</i>	<i>Lugar</i>	<i>Fecha de inicio</i>
M	1	Escuintla	24/1
H	2	Sacatepéquez	24/1
H	3	Sacatepéquez	11/1
M	4	Chimaltenango	10/2
H	7	Chimaltenango	9/2
H	8	Quezaltenango	8/1
M	2	Quezaltenango	28/1
M	3	Sololá	30/1
H	4	Sololá	25/2
M	5	Sololá	25/2
H	2	Retalhuleu	23/2
H	1	Retalhuleu	4/1
H	2	Quezaltenango	2/1
H	9	Suchitepéquez	9/1
M	8	Suchitepéquez	11/2
H	8	Jalapa	13/1
H	7	Jalapa	15/1
H	4	Jutiapa	24/1
M	3	El Progreso	30/1
M	8	Santa Rosa	27/1
H	2	Sololá	26/1
H	1	Jalapa	2/2
M	2	Jutiapa	3/2
M	1	Chiquimula	4/1
M	3	Chiquimula	7/1
M	3	Escuintla	8/12
M	3	Suchitepéquez	30/12
M	5	Tononicapán	1/1
H	4	Sololá	29/12
H	5	Tononicapán	2/1
M	2	Chimaltenango	4/1
M	3	Jutiapa	5/1
H	1	Guatemala	18/1
H	2	Guatemala	20/1
H	3	Guatemala	26/1
H	2	Guatemala	13/1
H	1	Guatemala	14/1
M	3	Guatemala	7/1
M	4	Guatemala	12/1
H	5	Guatemala	24/1
M	2	Guatemala	25/1
H	1	Sacatepéquez	24/1
H	3	Sacatepéquez	22/1
H	4	Sacatepéquez	28/1
H	5	Sololá	23/1
H	6	Sololá	22/1
H	7	Sololá	22/1

<i>Sexo</i>	<i>Edad</i>	<i>Lugar</i>	<i>Fecha de inicio</i>
H	4	Sololá	19/1
M	3	Sacatepéquez	19/1
H	3	Baja Verapaz	14/1
H	2	Baja Verapaz	10/1
M	4	Baja Verapaz	10/1
M	5	Baja Verapaz	5/1
H	6	Quezaltenango	4/1
H	3	Quezaltenango	7/1
H	2	Quezaltenango	9/1
H	1	Quezaltenango	8/1
M	1	Quezaltenango	6/1
M	1	Retalhuleu	4/1
M	2	Retalhuleu	3/1
H	3	Retalhuleu	4/1
H	4	Retalhuleu	5/1
H	5	Retalhuleu	30/1
H	6	Suchitepéquez	2/1
H	7	Suchitepéquez	1/1
H	8	Suchitepéquez	1/1
M	4	Suchitepéquez	2/1
M	5	Jutiapa	4/1
M	2	Jutiapa	3/2
H	3	Jutiapa	2/2
H	2	Chiquimula	4/2
H	2	Chiquimula	5/2
H	1	Chiquimula	4/1
H	3	Chiquimula	7/1
H	3	Chiquimula	8/1
M	5	Chiquimula	11/1
H	4	Guatemala	30/1
M	6	Jalapa	20/1
M	7	Jalapa	17/1
H	8	Jalapa	14/1
H	9	Jalapa	13/1
M	6	Jalapa	17/1
H	7	Jutiapa	24/1
M	8	Jutiapa	27/1
H	4	Jutiapa	28/1
M	3	Jutiapa	30/1
H	3	Santa Rosa	10/1
M	3	Santa Rosa	12/1
M	2	Santa Rosa	13/1
M	4	Santa Rosa	14/1
M	6	Santa Rosa	18/1
M	4	Santa Rosa	9/1
M	3	Santa Rosa	8/1
H	2	Santa Rosa	7/1
M	6	Santa Rosa	6/1
M	7	Santa Rosa	4/1
H	3	Sacatepéquez	28/2
H	2	Sacatepéquez	29/1
H	1	Sacatepéquez	28/1
M	1	Sacatepéquez	30/1

<i>Sexo</i>	<i>Edad</i>	<i>Lugar</i>	<i>Fecha de inicio</i>
M	1	Sacatepéquez	4/1
M	2	Sacatepéquez	17/1
H	3	Escuintla	12/1
H	3	Escuintla	13/1
H	4	Escuintla	17/1
M	5	Escuintla	23/1
M	5	Escuintla	3/2
M	6	Sololá	4/2
M	4	Sololá	25/1
M	5	Sololá	27/1
M	6	Sololá	30/1
M	6	Guatemala	24/1
H	7	Guatemala	27/1
M	8	Guatemala	30/1
M	4	Guatemala	1/2
H	3	Guatemala	30/1

Total: 116 casos

Describe las características de la Estomatitis Vesicular en Guatemala, según edad y sexo de los enfermos, según donde ocurrieron los casos y según su distribución en el tiempo.

Para eso :

1. Agrupe los datos según lo solicitado.
2. Calcule las tasas correspondientes usando las tablas, gráfico y mapas anexos.

Observación:

Para la distribución en el tiempo, considere solamente los casos ocurridos en enero, 1979.

CUADRO 1

Estomatitis vesicular de bovinos, Guatemala 1979
Tasa de ataque según edad - sexo

Edades (Años)	Machos		Hembras		Tasa		Total		TASA Enfermos Población (100 000)
	Enfermos	Población (100 000)	Enfermos	Población (100 000)	Enfermos	Población (100 000)	Enfermos	Población (100 000)	
0 - 2	6	82 000	8	86 000	7.3		14	168 000	8.3
2 - 4	12	100 000	23	110 000	21		45	210 000	20.9
4 - 6	16	33 000	14	35 000	48.5		29	68 000	44
6 - 8	9	20 000	9	20 000	45		18	40 000	45
8 - 10 (o más)	3	2 000	7	1 000	150		10	3 000	333
	55	237 000	61	252 000	23.21		116	489 000	22.72
	0 - 2	$\frac{6 \times 100\,000}{82\,000} = 7.3$	8	$\frac{8 \times 100\,000}{86\,000} = 9.3$			$\frac{14 \times 100\,000}{168\,000} = 8.3$		
	2 - 4	$\frac{12 \times 100\,000}{100\,000} = 12$	$\frac{23 \times 100\,000}{110\,000} = 20.9$				$\frac{44 \times 100\,000}{210\,000} = 20.9$		
	4 - 6	$\frac{16 \times 100\,000}{33\,000} = 48.5$	$\frac{14 \times 100\,000}{35\,000} = 40$				$\frac{30 \times 100\,000}{68\,000} = 44$		
	6 - 8	$\frac{9 \times 100\,000}{20\,000} = 45$	$\frac{9 \times 100\,000}{20\,000} = 45$				$\frac{18 \times 100\,000}{40\,000} = 45$		
	8 o más	$\frac{3 \times 100\,000}{2\,000} = 150$	$\frac{7 \times 100\,000}{1\,000} = 700$				$\frac{10 \times 100\,000}{3\,000} = 333$		

1) Ejercicio Estomatitis Vesicular

*Tabulación de los datos sobre Estomatitis vesicular en bovinos
Guatemala 1979*

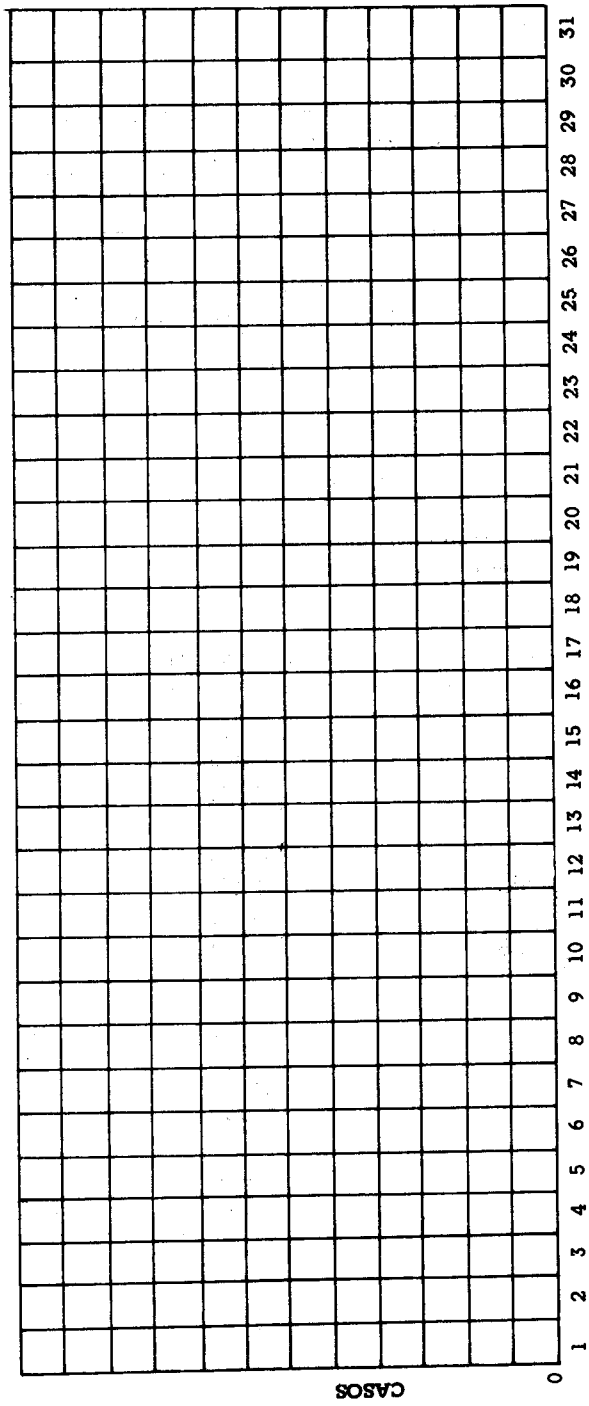
		<i>Machos</i>			<i>Hembras</i>		
0 - 2	11111	1	= 6	11111	111	= 8	
2 - 4	11111	11111 11111 11111	1 = 2	11111	11111 11111 11111 11111	111 = 23	
4 - 6	11111	11111 11111 1	= 1	11111	11111 11111	= 14	
6 - 8	11111	1111	= 9	11111	1111	= 9	
8 o más	111		= 3	11111	11	= 7	

CUADRO 2

*Casos y tasas de ataque (por 100 000)
según áreas administrativas*

<i>Area</i>	<i>Casos</i>	<i>Población bovina</i>	<i>Tasa</i>
Guatemala		11.068	
Escuintla		252.472	
Santa Rosa		93.345	
Jalapa		17.309	
Jutiapa		111.598	
Zacapa		43.124	
Chiquimula		49.734	
Alta Verapaz		76.534	
Baja Verapaz		15.313	
Chimaltenango		53.435	
Sacatepéquez		5.508	
Sololá		15.213	
Suchitepéquez		108.296	
Retalhuleu		72.403	
Quezaltenango		29.308	
Totonicapán		5.028	
Huehuetenango		27.166	
San Marcos		34.294	
Quiché		21.768	
Petén		-	
Izabal		47.334	
El Progreso		28.247	
Total país		1 118.497	

Casos de Estomatitis vesicular por fecha de inicio
Guatemala, enero 1979



DIAS

□ = 1 CASO

X. Vigilancia epidemiológica

VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA

La vigilancia epidemiológica es información para la acción. Es la observación y el análisis rutinario tanto de la ocurrencia y distribución de enfermedades como de los factores pertinentes a su control para la toma oportuna de acciones.

Por lo tanto, para que estas acciones de prevención y control resulten oportunas y efectivas, es fundamental que:

1. La vigilancia epidemiológica sea un componente imprescindible de los programas de control de enfermedades.

2. Todas las actividades de la vigilancia epidemiológica deben ser ejecutadas en todos los niveles de prestación de servicios (local, regional y central).

La escasez de personal experto y de servicios de laboratorio es frecuentemente mencionada como un obstáculo al desarrollo de una vigilancia efectiva. Sin embargo, en muchos casos, mejores resultados pueden ser obtenidos por:

1. El establecimiento de enfermedades prioritarias

2. El uso racional de los recursos disponibles

3. Una mejor coordinación de los diversos niveles de prestación de servicios.

Esta abordaje es particularmente importante en los países en proceso de desarrollo, donde la escasez de los recursos hace imperativo ser muy consciente de los costos y tratar de evitar errores al nivel de decisión.

La coordinación entre los servicios de salud animal y salud pública es importante y es necesario que cada servicio veterinario detecte en el campo casos sospechosos de zoonosis en humanos o animales e informe estas ocurrencias al Servicio de Salud Pública.

Para establecer en qué enfermedades debemos concentrarnos, debe tomarse en cuenta no sólo el grado de severidad de las diferentes enfermedades, su incidencia, prevalencia y mortalidad, sino también la probabilidad de éxito de las actividades de control en vista de las facilidades y recursos localmente existentes.

En su forma más simple se hace la vigilancia de casos notificados por personas legas o por personal auxiliar a una autoridad coordinadora.

En su forma más compleja se hace la vigilancia de un conjunto de

enfermedades susceptibles de prevención o control y comprende una red desarrollada y jerarquizada de unidades de servicio.

ACTIVIDADES DE LA VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA

Las actividades básicas de la vigilancia son:

1. La recolección de datos
2. Su consolidación y análisis
3. La toma de decisiones (acciones)
4. La divulgación de la información sobre la enfermedad y de los resultados de las medidas aplicadas.

Recolección de datos

La recolección de los datos debe ser precedida de una selección cuidadosa, de cuáles enfermedades o condiciones serán objeto de vigilancia epidemiológica así como de qué datos serán recolectados, indicando quién hará la recolección, cómo y con qué frecuencia. Deberá evitarse la recolección de datos superfluos. No deberán solicitarse datos para los cuales no se haya previsto una utilización específica.

Una vez definidos los datos necesarios, los pasos a seguirse son :

1. Identificar las personas o servicios (Veterinarios, auxiliares, Servicios de Agricultura, Asociaciones Ganaderas, Policía de Frontera, Servicio de Aduanas) que puedan proveer datos;
2. Establecer instrumentos adecuados de transmisión de los datos entre los notificantes y el servicio de salud animal (formularios, visitas a los servicios, teléfono, etcétera) y, la frecuencia con que deben ser notificados.
3. Organizar registros simples de los datos en el servicio de salud animal (tarjetas, libros, ficheros, etcétera).

La recolección de datos requiere de un sistema de notificación que proporcione a períodos definidos, datos confiables sobre el comportamiento de las enfermedades. Cuando se identifican las fuentes de notificación, deberá enfatizarse el valor de aquel personal o instituciones que por sus características estén en mayor contacto con los ganaderos o regiones atacadas por determinada enfermedad objeto de vigilancia. La adecuada identificación y selección de estas fuentes de notificación será, sin lugar a dudas, de gran valor para precisar la imagen de lo que ocurre en torno a las enfermedades a ser controladas. Los puestos de notificación idealmente deben cubrir toda la región o área. Además de estas fuentes regulares de notificación, es conveniente seleccionar den-

tro de los servicios veterinarios regionales, grupos que actúen como "puestos centinelas" y cuya notificación incluya la información epidemiológica necesaria. Si estos "puestos centinelas" son adecuadamente seleccionados en función a la patología que atienden, la información que proporcionen podrá servir también para establecer un sistema para la detección precoz de situaciones de alarma y de brotes epidémicos.

Cada uno de los centros de notificación deberá ser claramente seleccionado sobre el tipo de datos que deberá recolectar cuando identifique algún caso sospechoso de alguna de las enfermedades objeto de vigilancia. Habitualmente, los datos mínimos requeridos son: especie animal, sexo, edad, uso, procedencia, número de animales atacados, raza, fecha de inicio de los síntomas y si fuera el caso, antecedentes vacunales, cuando se tenga que realizar alguna investigación individual sobre los casos.

Para cada uno de los niveles de notificación se deberá diseñar alguna forma que homogenice la recolección de los datos. La frecuencia con que estas formas deberán ser enviadas a los niveles superiores se establecerá de acuerdo a la capacidad de respuesta y de las acciones de control que serán ejecutadas.

El envío rutinario de las formas deberá realizarse aun en aquellas situaciones en que no se hayan detectado casos, de tal manera que los responsables de los programas de control conozcan la situación epidemiológica y sepan además, que los centros de notificación están vigilando de manera activa y continua las enfermedades previamente convenidas.

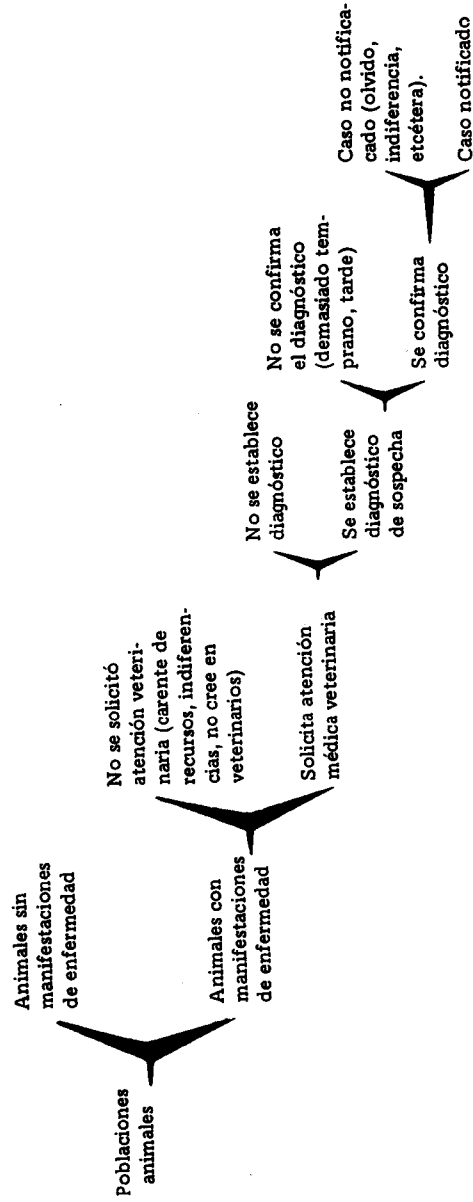
No todos los casos ocurridos en un área son notificados, sin embargo, es importante que se sepan las razones que expliquen el subregistro (véase esquema 1).

Cuando un caso o casos son notificados en la zona de una jurisdicción de salud animal y la notificación proviene de otra, la autoridad que recibe el informe debe notificar a la primera lo ocurrido, sobre todo si la enfermedad exige el examen de los contactos u otro posible vehículo.

Además de la notificación sistemática de determinadas enfermedades, regularmente se exige la notificación especial de todas las epidemias o brotes de enfermedades, inclusive de aquellas que no aparecen en las listas de notificación obligatoria, nos referimos a cualquier enfermedad exótica.

ESQUEMA 1

Limitaciones de la notificación
(adaptado a Veterinaria)



FUENTE: Fox, Hall y Elveback, *Epidemiology*, Heath and Disease

Consolidación y presentación de los datos

La consolidación y presentación es el agrupamiento y ordenamiento de los datos recolectados en tablas, gráficos o mapas que pueden facilitar su análisis e interpretación.

Análisis e interpretación

El análisis es una actividad que involucra primariamente un proceso de comparación de datos con el propósito de:

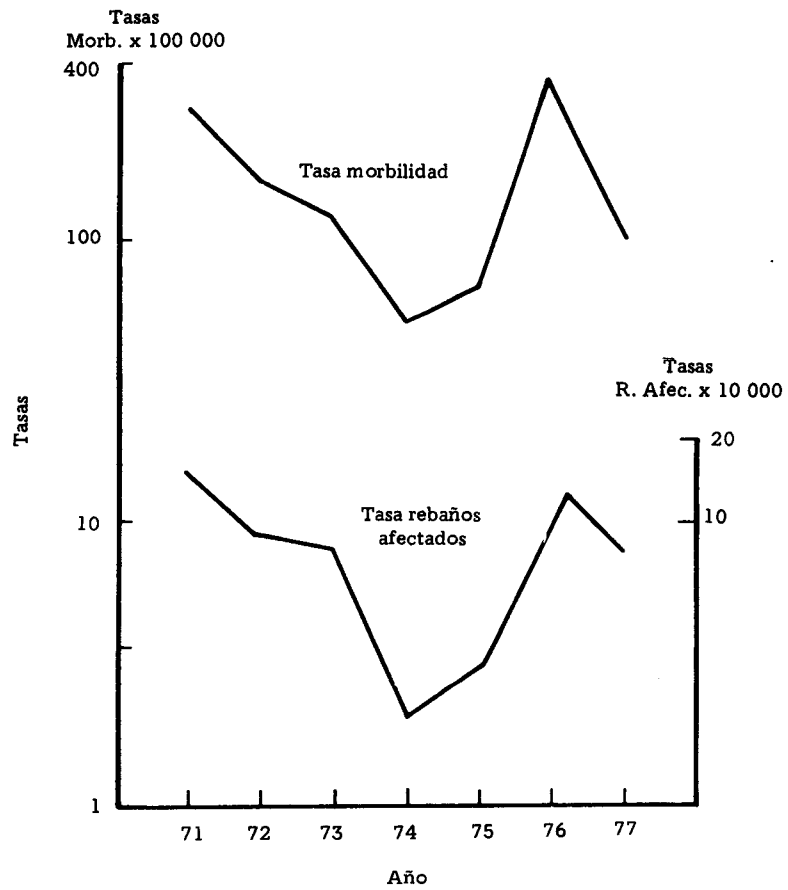
1. Establecer las tendencias de la enfermedad a fin de detectar eventuales incrementos o descensos y/o cambios en su comportamiento.
2. Identificar los factores asociados con el eventual incremento o descenso de casos y/o muertes e identificar los grupos de mayor riesgo.
3. Especificar los puntos más vulnerables para aplicar las medidas de control.

Las comparaciones pueden ser hechas en relación al tiempo, a características de los animales y a los lugares.

Comparación por tiempo

- I. De períodos inmediatamente anteriores en la misma localidad.

*Tasas de morbilidad y de rebaños bovinos afectados con Fiebre aftosa.
Río Grande do Sul, Brasil, 1971-1977*

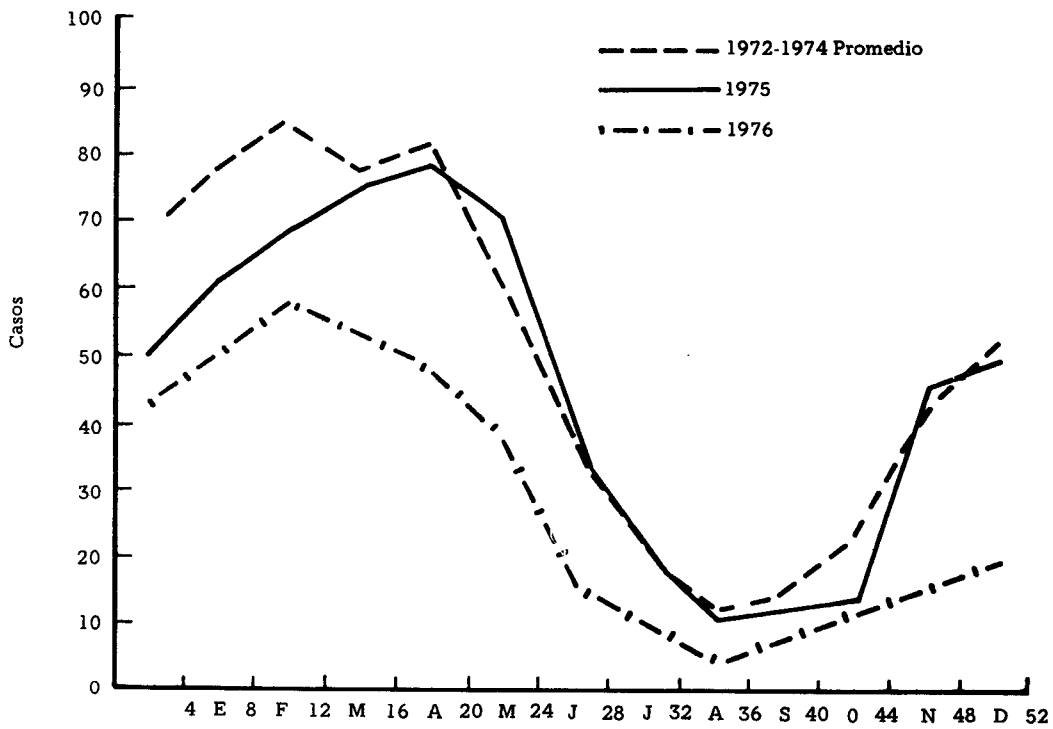


Pregunta 1: a) Indique el comportamiento de la fiebre aftosa en Río Grande do Sul en los años 1971 a 1977.

b) ¿Qué factores podrían estar influenciando la tendencia?

II. De períodos iguales (mismo mes por ejemplo) de años anteriores en la misma localidad.

Casos reportados de Brucelosis humana de origen caprino por años en la costa central del Perú, 1972 - 1976



Pregunta 2: Indique el comportamiento de la Brucelosis humana de origen caprino, en la Costa Central del Perú de acuerdo a los datos incluidos en el gráfico.

III. De períodos iguales, en distintos lugares.

Distribución de casos nuevos y conocidos de Leptospirosis y Tasa/10 000 caninos, según Región en 1978 - Lugar X

<i>Región</i>	<i>Núm. de casos</i>	<i>Tasa/10 000 caninos</i>
1	294	40.5
2	234	47.8
3	75	24.1
4	102	29.1
5	137	69.9

Pregunta 3: Indique las diferencias en el comportamiento de la Leptospirosis en el Lugar X, según regiones.

Comparaciones por características

Los datos sobre los casos o muertes pueden ser comparados según determinadas características de los animales - como sexo, edad, especie, situación de uso o explotación, lugar de procedencia y raza.

Positividad a rabia por edad y sexo en los perros bajo
Observación en la ciudad de Cali, Colombia en 1967

Edad (Meses)	Machos			Hembras			Total		
	Núm. de positivos	Núm. de perros	Porcentaje de positividad	Núm. de positivos	Núm. de perros	Porcentaje de positividad	Núm. de positivos	No. de perros	Porcentaje de positividad
Menor de 6	3	24	12.5	1	4	25.0	4	28	4.3
7 - 12	6	49	12.2	2	9	22.2	8	58	3.8
13 - 24	4	54	7.4	3	15	20.0	7	69	0.1
Mayor de 24	1	44	2.3	0	11	0.0	1	55	1.8
	14	171	8.2	6	39	15.0	20	210	9.5

- Pregunta 4:* a) Describa la ocurrencia de la rabia según el sexo y la edad de los animales.
b) ¿Cómo se podría explicar esta distribución?

Pregunta 5: ¿Qué dato adicional permitiría mejorar el análisis de la situación?

Comparación por lugar

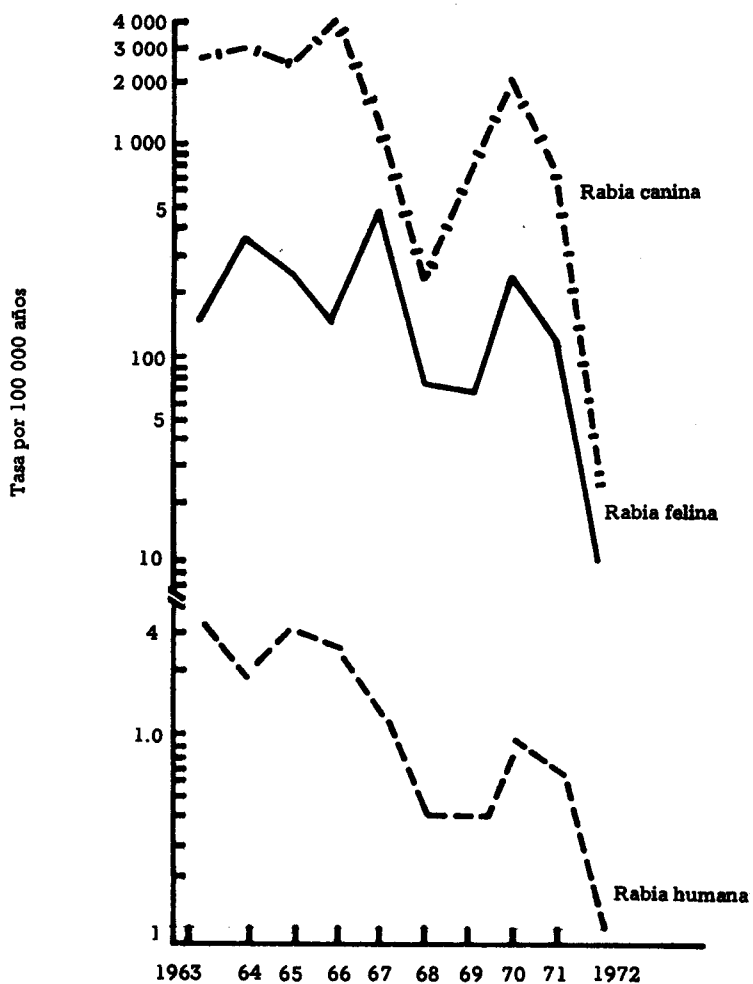
*Casos de rabia en perros en el Lugar X, 1979
Según grupos de edad y lugar de procedencia (urbano y rural)*

<i>Grupo por edad (en años)</i>	<i>Casos</i>			
	<i>Número</i>		<i>Porcentaje</i>	
	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>
menos de 1 año	50	2	66.6	11.7
1 - 4	15	10	20.0	58.8
5 - 9	10	5	13.3	29.4
Total	75	17	100.0	100.0

Pregunta 6: Describa la ocurrencia de la enfermedad según su distribución (urbana y rural), por grupos de edad.

Comparación por especie

Rabia humana, canina y felina en Lima metropolitana durante los años 1963 - 1972

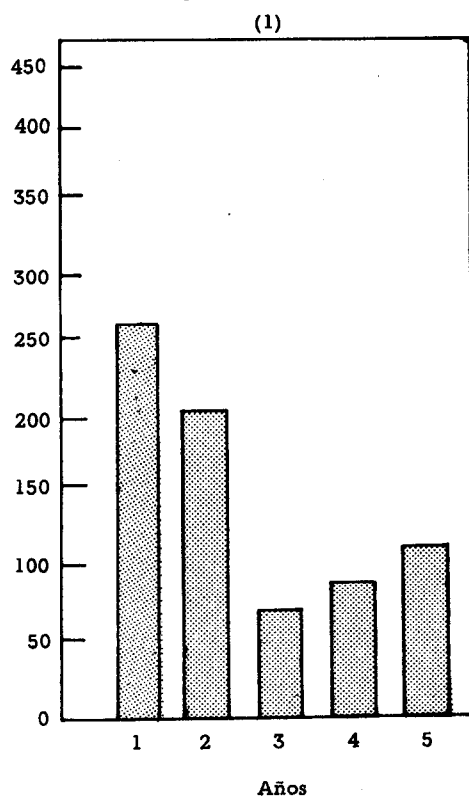


Pregunta 7: Describa el comportamiento de la rabia según especies.

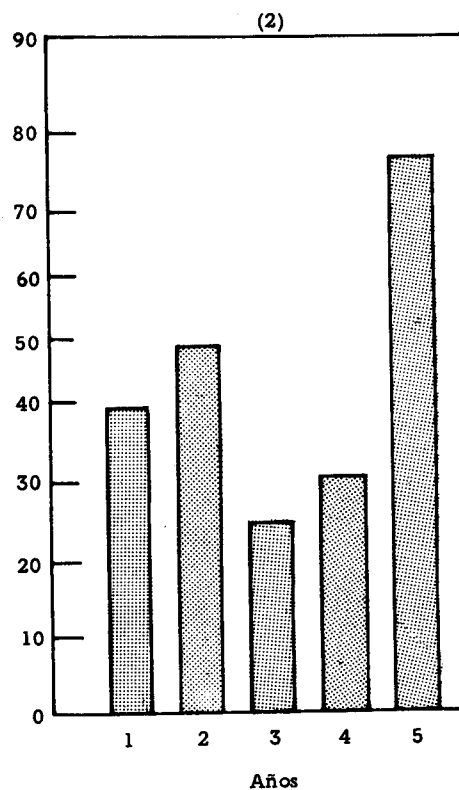
Como se mencionó anteriormente, aunque los números absolutos sirven para establecer comparaciones, es común que se les convierta en:

tasas para que estas comparaciones nos permitan conocer de manera más adecuada los diferentes riesgos a los cuales están expuestos los diversos grupos de una población.

Resultados de una encuesta serológica de Leptospirosis en perros



Tasa de reaccionantes a Leptospirosis 10 000 caninos



En los gráficos (1) y (2) se presentan datos sobre Leptospirosis en perros de 1 a 5 años de edad (números absolutos y tasas) en el año 1978, lugar X.

- Pregunta 8:* a) ¿En qué grupo de edad ocurre el mayor número de casos?
 b) ¿Cuál es la razón por la que los reaccionantes de cinco años presentan la mayor tasa?

Toma de acciones

Como resultado del análisis de los datos, se iniciará, tan pronto como sea posible, la aplicación de las medidas de prevención o control más adecuadas a la situación.

Cuando más periférico en la estructura de los servicios de salud animal sea hecho el análisis de los datos, más oportunas y eficaces serán las acciones tomadas.

Divulgación de la información

La divulgación periódica de la información resultante del análisis e interpretación de los datos colectados, y de las medidas de control tomadas, constituye una de las etapas cruciales de la vigilancia epidemiológica, sobre todo cuando los diferentes contribuidores de datos reciben a cambio una imagen más amplia e integral del problema objeto de control. La experiencia indica que para evitar que el personal que notifica sobre la ocurrencia de casos o muertes pierda el entusiasmo, es menester hacerle partícipe de todo el proceso, devolviendo de manera regular informes consolidados de la situación epidemiológica para que él, a su vez, pueda juzgar su propia contribución al desarrollo de los programas de control.

A nivel local esta divulgación de información puede ser hecha de varias maneras: en reuniones de trabajo, por radio, por periódicos o por contactos personales. Si las circunstancias lo justifican, un informe específico puede ser publicado y distribuido a los interesados.

Pregunta 9: ¿Cómo se hace la divulgación de la información sobre casos y medidas de control en su área de trabajo?

ELEMENTOS DE LA VIGILANCIA

Los datos usados para la vigilancia epidemiológica se relacionan básicamente a los siguientes elementos:

CASOS
REBAÑOS
MUERTE
RESULTADOS DE LABORATORIO
MEDIDA DE PREVENCIÓN O CONTROL
MEDIO AMBIENTE
VECTORES

RESERVORIOS POBLACION

Rebaños, casos y muertes: Son los datos obtenidos del estudio sobre rebaños afectados, casos y muertes debido a determinada enfermedad. Además del número total de rebaños, casos y/o muertes, de la fecha y del lugar de ocurrencia, se utilizan datos sobre las características de los enfermos y/o muertos, como por ejemplo, la edad, el sexo, especie y explotación.

Resultado de laboratorio: Son los datos obtenidos de las actividades de rutina de los laboratorios y que corresponden a resultados de pruebas que pueden permitir:

- La confirmación del diagnóstico (aislamiento, serología, examen anatomopatológico).
- La detección de resistencia bacteriana a antibióticos y quimioterápicos.
- La determinación de niveles inmunitarios en la población (serología, pruebas cutáneas, etcétera).
- La determinación de actividad de agentes biológicos, químicos y físicos en el ambiente.

Medidas de prevención o control: Son los datos que se obtienen en general de los programas y que se relacionan con la extensión de las medidas de prevención o control usadas (vacunas aplicadas, focos controlados, segregación, cuarentena, etcétera).

Medio ambiente: Son los datos sobre condiciones ambientales: región, localización, medio urbano o rural, sistema de manejo, higiene y características físicas de los establecimientos, características climáticas, alimentación, etcétera.

Vectores: Son los datos sobre los tipos de vectores existentes en el área, su distribución geográfica, sus hábitos y su nivel de resistencia o susceptibilidad a los insecticidas.

Reservorios: Son los datos sobre los portadores animales, los tipos y distribución de los reservorios animales.

Población: Son los datos sobre el tamaño de la población, su composición por especie, por edad, por sexo y otras características; su distribución geográfica y sus movimientos migratorios, su susceptibilidad o resistencia a determinadas enfermedades.

La selección de datos para la vigilancia dependen de:

A. *Las características de la enfermedad*

El conocimiento de la epidemiología de la enfermedad permitirá seleccionar los datos más indicativos de su presencia y distribución.

El modo de transmisión (ejemplo: por contacto directo de animal a animal por medio de vectores, por el agua o alimentos), determinará

qué elementos son útiles para indicar la ocurrencia de la enfermedad y cuáles son inadecuados.

Si la letalidad es alta, el conocimiento de las muertes ocurridas puede permitir una evaluación aproximada del total de casos ocurridos. Al contrario, en enfermedades con letalidad muy baja o nula los datos sobre muertes son inútiles para la vigilancia.

B. La estructura y desarrollo de los servicios de salud animal

La cantidad de datos utilizados para la vigilancia de las enfermedades deberá ser proporcional a la capacidad de análisis y de respuesta de los servicios de salud animal. Una gran cantidad de datos tiene limitada importancia si el servicio sanitario no tiene posibilidades de analizarlos y de tomar acciones para la prevención y control de los problemas identificados.

MECANISMOS PARA LA OBTENCION DE LOS DATOS

Los mecanismos por los cuales se obtiene la información sobre los elementos anteriormente revisados básicamente son:

NOTIFICACION
REGISTRO
RUMORES
INVESTIGACION EPIDEMIOLOGICA
ENCUESTAS

La notificación: Es el procedimiento a través del cual el personal de salud animal informa rutinariamente a los encargados de los programas, los casos u otros eventos ocurridos en su área de trabajo. En general, los datos que deben ser informados son determinados por los servicios de salud animal. Otro sistema de notificación frecuentemente utilizado es mediante animales centinelas.

Los registros: Son anotaciones regulares de determinados eventos: muertes, nacimientos, vacunaciones, realizadas por los servicios de salud animal y por otras instituciones, públicas o privadas.

Los rumores: Se refieren a opiniones regulares espontáneas por lo general asociadas a un aumento de casos, focos o muertes de una determinada causa. Estos rumores se originan en la comunidad y son divulgados por sus líderes o por los periódicos.

La investigación epidemiológica: Es el procedimiento a través del cual se obtiene de forma activa información complementaria sobre uno o varios casos de determinadas enfermedades.

La investigación epidemiológica se inicia siempre a partir de las no-

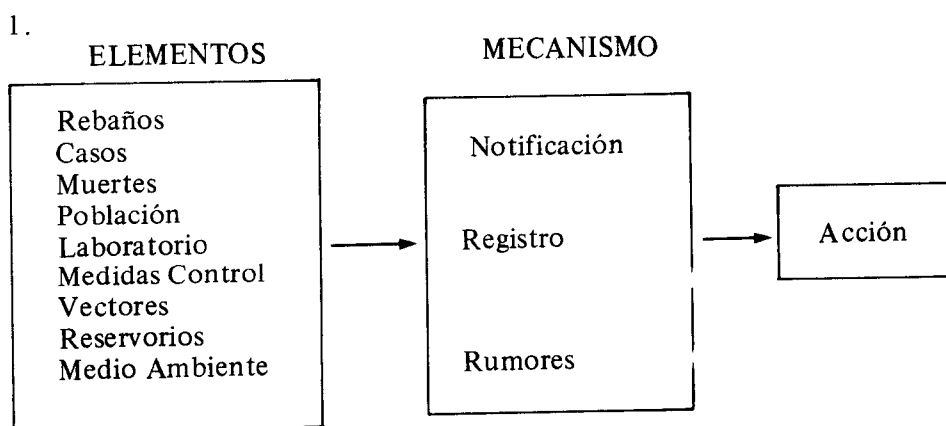
tificaciones recibidas de los rumores o del análisis de los datos de registro.

Las encuestas: Son procedimientos, en general eventuales, a través de los cuales se obtiene información sobre las características de las poblaciones, la distribución de alguna enfermedad, el funcionamiento y cobertura de los servicios de salud animal, etc. Son, en general, usadas cuando los datos disponibles, obtenidos por otros mecanismos, son poco confiables o incompletos o cuando hay ausencia de registros.

Las encuestas pueden ser hechas por entrevistas, por verificación en mataderos, identificando secuelas y por pruebas de laboratorio.

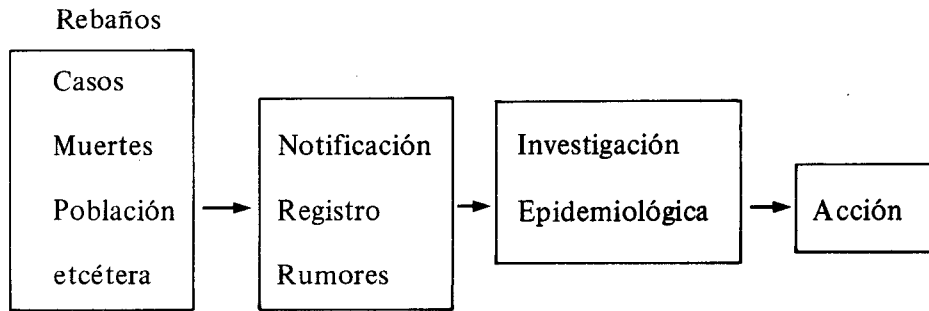
A continuación se presentan algunas situaciones de uso de los varios mecanismos.

En el esquema (1), las acciones de control son tomadas con base en el *análisis de los datos* obtenidos a través de registro, de notificación y de rumores. No se hace investigación epidemiológica.



En el esquema (2), a partir de los datos de Notificación, Registro y Rumores, se realiza una investigación epidemiológica de casos para orientar las acciones de control.

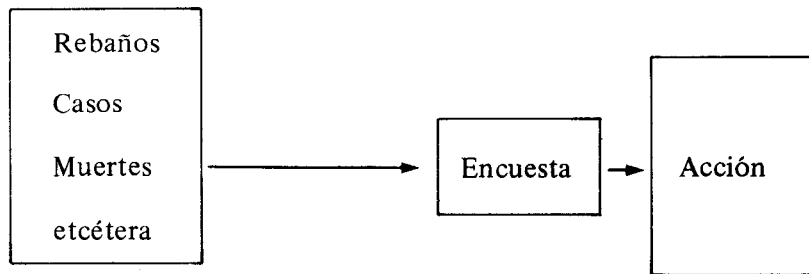
2.



En cualquiera de las 2 situaciones, dependiendo de las circunstancias locales, se puede paralelamente obtener datos a través de encuestas.

Otra posibilidad de uso de la encuesta, como se ha comentado, es cuando hay *ausencia* de registros o notificaciones sobre determinada enfermedad o sobre el uso de medidas de control y se necesita conocer la extensión del problema.

3.



Pregunta: Dé ejemplos de enfermedades en su área de trabajo en las cuales se aplica para la vigilancia de enfermedades el esquema 1 y el esquema 2.

ESQUEMA 1:

ESQUEMA 2:

Pregunta: Describa alguna experiencia personal en la que se utilizó una encuesta para identificar problemas de salud y/o organizar un programa esquema 3.

EJERCICIOS

Ejercicio I

De acuerdo a su experiencia, señale ventajas y limitaciones generales de:

NOTIFICACION DE CASOS

<i>Utilidad</i>	<i>Limitaciones</i>
En general representan los únicos datos disponibles.	La cobertura de los servicios de salud animal es limitada.

REGISTRO DE MUERTES

<i>Utilidad</i>	<i>Limitaciones</i>
Sirve para llamar la atención ante la posible presencia de un problema sanitario.	Las muertes no tienen certificación veterinaria en los países.

INVESTIGACION EPIDEMIOLÓGICA

<i>Utilidad</i>	<i>Limitaciones</i>
Ofrecen la posibilidad de verificar la información recibida anteriormente.	Requiere personal adiestrado

DATOS SOBRE POBLACIÓN

<i>Utilidad</i>	<i>Limitaciones</i>
Permiten clasificar la población según sus características.	No siempre están disponibles.

ENCUESTAS

<i>Utilidad</i>	<i>Limitaciones</i>
Pueden proveer información sobre prevalencia, incidencia y mortalidad.	Necesitan personal adiestrado.

Ejercicio II

Para la vigilancia epidemiológica del cólera porcino se considera, en general, que los datos siguientes son los más importantes:

CASOS, SEGUN

- Edad
- Fecha inicio
- Localidad
- Estado de vacunación

MUERTES, SEGUN

- Edad
- Fecha ocurrencia
- Localidad
- Estado de vacunación

POBLACION, SEGUN

- Edades
- Area geográfica

MEDIDAS DE CONTROL

- Cobertura de la vacunación
 - por grupo de edad
 - por área geográfica

Usando cólera porcino como ejemplo y teniendo en cuenta los conceptos presentados en este módulo, indique qué datos serían necesarios para la vigilancia epidemiológica de la rabia humana, de la tuberculosis bovina y del Newcastle.

Ejercicio III - Vigilancia Epidemiológica

1. Trabajo Individual

Indique qué tipo de datos considera necesarios para la vigilancia epi-

demiológica de las enfermedades que corresponden a su grupo de trabajo.

ENFERMEDAD: _____

2. *Trabajo en grupo*

Discuta sus respuestas con el grupo y en conjunto elabore una relación final de datos.

XI. Investigación epidemiológica

ENFERMEDAD DE LOS LEGIONARIOS *

Cuando la convención de la Legión Americana del Estado de Pennsylvania que se había reunido del 21 al 24 de julio de 1976 en el Hotel Bellevue Stratford en Filadelfia, estaba próxima a ser clausurada, algunos de los participantes comenzaron a enfermarse. Casi todos atribuyeron su estado de salud al intenso programa planeado para la convención.

Al volver a sus respectivas ciudades sin embargo, algunos continuaron quejándose de dolor de cabeza, fiebre alta, escalofrío, tos seca y dolores musculares; síntomas de una enfermedad infecciosa aguda. El 27 de julio un legionario anciano falleció en Athens, Pennsylvania, pero no se prestó mucha atención al caso porque el individuo padecía de problemas cardíacos. No obstante, para el viernes 30 de julio ya habían muerto cinco legionarios más y otros habían sido hospitalizados en el estado. Durante el fin de semana murieron otros cinco.

En la mañana del lunes 2 de agosto, el epidemiológico del Estado de Pennsylvania llamó al jefe de la Unidad de Control de Enfermedades Transmisibles del Departamento de Salud de Filadelfia y declaró que se había dado la voz de alerta a todo el Estado. "Se han registrado 11 decesos por neumonía y cada una de esas personas había asistido a la convención de la Legión Americana la semana pasada en Filadelfia".

En esa época los Estados Unidos estaba preparado para combatir una posible epidemia de gripe porcina y las autoridades de salud pública, en todo el país, estaban planeando realizar un programa federal de inoculación en masa. Ambos epidemiólogos pensaron inmediatamente en la "gripe porcina" y procedieron a iniciar las investigaciones epidemiológicas recomendadas por el Centro de Control de Enfermedades en Atlanta, Georgia. Con el tiempo la búsqueda contó con la participación de centenares de personas de diversas profesiones y se convirtió en la

*Adaptado de Sharrar, R.C., "Legionnaires Disease: Stalking a Killer Epidemic". A scientific detective team discovers the Philadelphia Killer, *Encyclopedia Britanica, Book of Science and the Future*, 1979. Robert C. Sharrar es profesor asistente de epidemiología en la Universidad Thomas Jefferson, Filadelfia, Pennsylvania, y ex-jefe de la Unidad de Control de Enfermedades Transmisibles, División de Epidemiología, Departamento de Salud Pública, Filadelfia.

más intensa actividad epidemiológica en la historia moderna de la medicina.

Se inicia la búsqueda

Las epidemias no suceden por casualidad. Son causadas por una singular combinación de eventos en los cuales las víctimas susceptibles entran en contacto con un agente nocivo, ya sea de origen biológico o químico, en un ambiente apropiado. Para caracterizarse una epidemia no es necesario que la enfermedad sea de ocurrencia poco común; de hecho, sólo se registra una epidemia cuando el número de casos de determinada enfermedad no es lo usual en términos de ocurrencia y distribución en la población. Lo antedicho se refiere, por lo general, a una agrupación de casos en un corto período de tiempo, en una región geográfica y en una población determinada.

Los dos primeros pasos para efectuar cualquier investigación epidemiológica consisten en verificar el diagnóstico y establecer la existencia real de una epidemia. Gracias a la extensa cobertura proporcionada por los medios de comunicación, que dieron varios nombres a esta enfermedad respiratoria, como “enfermedad de los legionarios”, y “asesino de Filadelfia”, se notificó e investigó cada caso sospechoso. Rápidamente se había confirmado la existencia de una epidemia, es decir, de un número fuera de lo común de casos de enfermedad en una población, definida—la Legión Americana. Sin embargo, fue imposible verificar el diagnóstico con las pruebas de laboratorio conocidas. Este fue uno de los mayores problemas que afrontaron los investigadores al comienzo. Se notificaron muchos casos de neumonía a las autoridades sanitarias y era muy importante hacer una distinción entre los que formaban parte de la epidemia y los que ocurrían por la incidencia normal de la enfermedad.

Por lo tanto, los investigadores se vieron obligados a establecer una definición especial de un caso típico de la enfermedad que consistió en una parte clínica y otra epidemiológica. La parte clínica decía que un caso típico debería haber mostrado los primeros síntomas de enfermedad entre el 10. de julio y el 18 de agosto de 1976, y haber tenido fiebre de 39°C o más y tos seca, o fiebre y neumonía confirmada por un examen radiológico de los pulmones. Esta definición clínica es muy amplia y enumera síntomas que pueden atribuirse a un virus, una bacteria, una rickettsia, un hongo, o una toxina química. Se añadieron ciertos criterios epidemiológicos a la definición de caso típico para una mejor selección de los casos de la epidemia. Para ser considerado entre los casos, la persona debería haber asistido a la convención de la Legión

Americana o haber estado presente en el Hotel Bellevue Stratford, sede de la convención y principal lugar de la reunión, a partir del 1o. de julio.

Con base a estos criterios, fue posible identificar tres grupos de personas afectadas por neumonía. Los casos que presentaban todos los síntomas del caso típico recibieron el nombre de "casos de enfermedad de los legionarios". Los pacientes que padecían neumonía y que se encontraban a una cuadra de distancia del hotel en Broad Street, la principal ruta de acceso al hotel, fueron clasificados como casos de neumonía de Broad Street, y todos los otros casos encontrados en Filadelfia se consideraron como casos de neumonía común.

Al realizar una investigación epidemiológica es importante entender bien los hechos involucrados y conocer el lugar de los acontecimientos. Los participantes a la Convención de julio procedían de todos los rincones del Estado y podían clasificarse en cuatro subgrupos: delegados con privilegio de voto, no delegados, familiares de los participantes y miembros del Grupo de Auxiliares Femeninas. Este último es una institución similar a la Legión Americana y estaba celebrando su 56a. Convención Anual al mismo tiempo. Los participantes se alojaron en cinco hoteles principales del centro de la ciudad y en otros de menor importancia. La mayor parte de las actividades de la convención de la Legión Americana tuvo lugar en el Hotel Bellevue Stratford, mientras que las del Grupo de Auxiliares Femeninas se celebraron en el Hotel Benjamin Franklin a unas siete cuadras de distancia.

Los legionarios rara vez comieron o bebieron en los restaurantes y bares del hotel. Más bien, frecuentaron los restaurantes en las cercanías del hotel y bebieron en sus reuniones particulares. De modo que era sumamente difícil seguir la pista de cuatro días de actividades de las víctimas de la enfermedad y de aquellos quienes salieron ilesos.

El edificio del hotel tenía además del vestíbulo, varios pisos intermedios en donde funcionaban diversos almacenes, restaurantes, bares, oficinas, un salón de gala y salas de reunión. Entre los pisos 2 y 16 habían 725 habitaciones para huéspedes. El piso 18 consistía de varios salones de conferencia y un salón de banquetes. Debajo del vestíbulo había tres pisos más: la cocina, el sótano, que contenía varios armarios y bodegas, y el subsótano, donde se encontraban el incinerador y el cuarto de máquinas con los refrigeradores de agua del acondicionador de aire, una zona para distribución de energía eléctrica, bombas de alcantarillado y bombas de agua. En la terraza del hotel estaba la ventilación del incinerador, varios expulsos de aire y una central de acondicionamiento de aire.

Durante la investigación se prestó particular atención al sistema de

acondicionamiento de aire porque representaba un medio de diseminación eficaz y penetrante de cualquier agente patógeno transportado por aire. Un niño confesó haber arrojado pólvora, de la que emplean los magos, en una salida del aire acondicionado del hotel una semana antes de la convención. La pólvora fue examinada y se encontró que era inocua. Por motivos análogos se sospechó del agua potable, un producto suministrado a todo el hotel; su fuente de abastecimiento era el sistema municipal de Filadelfia. Además se efectuaron inspecciones detalladas y se tomaron muestras de sustancias sospechosas en otras partes del hotel, inclusive en cocinas, ascensores y equipo para evacuación de desechos y saneamiento. Los bares y restaurantes ubicados fuera del hotel también fueron objeto de minuciosos exámenes.

Para el 6 de agosto ya habían muerto 22 personas y 130 habían sido hospitalizadas.

Características de las personas, lugar y tiempo

El paso siguiente consistía en caracterizar la distribución de casos por medio de las variables de personas, lugar y tiempo. Para que los investigadores pudieran efectuar esa tarea era preciso acopiar información sobre los casos y sobre las personas que habían asistido a la convención, es decir, la población que estuvo expuesta al riesgo de contraer la enfermedad. Esta tarea presentaba un gran obstáculo. Ni la Legión Americana ni los hoteles podían determinar con certeza cuál era el número exacto de participantes en la convención. Por lo tanto, fue necesario hacer una encuesta para averiguar cuál era el número de personas que habían asistido y la naturaleza de sus actividades durante las mismas. Se formularon preguntas como ¿Estaba usted enfermo antes de asistir a la convención? ¿Cuándo comenzó a sentirse mal? ¿En qué habitación se alojó? ¿Qué restaurantes frecuentó?

Se entregaron 10000 cuestionarios de dos páginas a los 1002 puestos de la Legión Americana en todo el estado. Los comandantes de cada puesto recibieron instrucciones de entregar el cuestionario a cada uno de los participantes para que lo llenaran y lo devolvieran.

Mientras se acopiaba esa información se estudiaron otras dos preguntas importantes: 1. ¿Era la enfermedad de los legionarios parte del problema de neumonía común en la ciudad? y 2. ¿Representaba un problema en curso? Para investigar la primera pregunta se examinaron las fichas de ingreso en tres hospitales del centro de la ciudad y las de los pacientes atendidos en los servicios de urgencia de 11 hospitales por enfermedades parecidas a la de los legionarios. En seguida se hizo una comparación del número de defunciones por neumonía y gripe notifi-

cado en cada semana, en los tres últimos años. Ninguno de los estudios indicó un aumento notable en el número de casos de neumonía en Filadelfia. Al parecer la enfermedad de los legionarios no estaba ocurriendo en toda la ciudad.

Se efectuaron otros estudios para determinar si la enfermedad de los legionarios era un problema en progresión.

Durante las investigaciones no se detectó ningún caso secundario entre los familiares de los participantes que no viajaron a Filadelfia, ni entre el personal que cuidó a las víctimas de la enfermedad en los diferentes hospitales. Por fortuna, parecía que la enfermedad no era transmisible de una persona a otra. Se efectuó una encuesta al azar entre los huéspedes que se habían alojado en cuatro hoteles diferentes entre el 6 de julio y el 7 de agosto para determinar si estaban ocurriendo otros casos. No se comprobó por medio del estudio la existencia de nuevos casos entre los huéspedes de los hoteles que llegaron después de la semana comprendida entre el 18 y el 24 de julio, que fue cuando se celebró la Convención. Los resultados indicaban que la enfermedad de los legionarios había dejado de ser un problema de grandes proporciones y que lo que había sucedido estaba limitado a las fechas de la Convención.

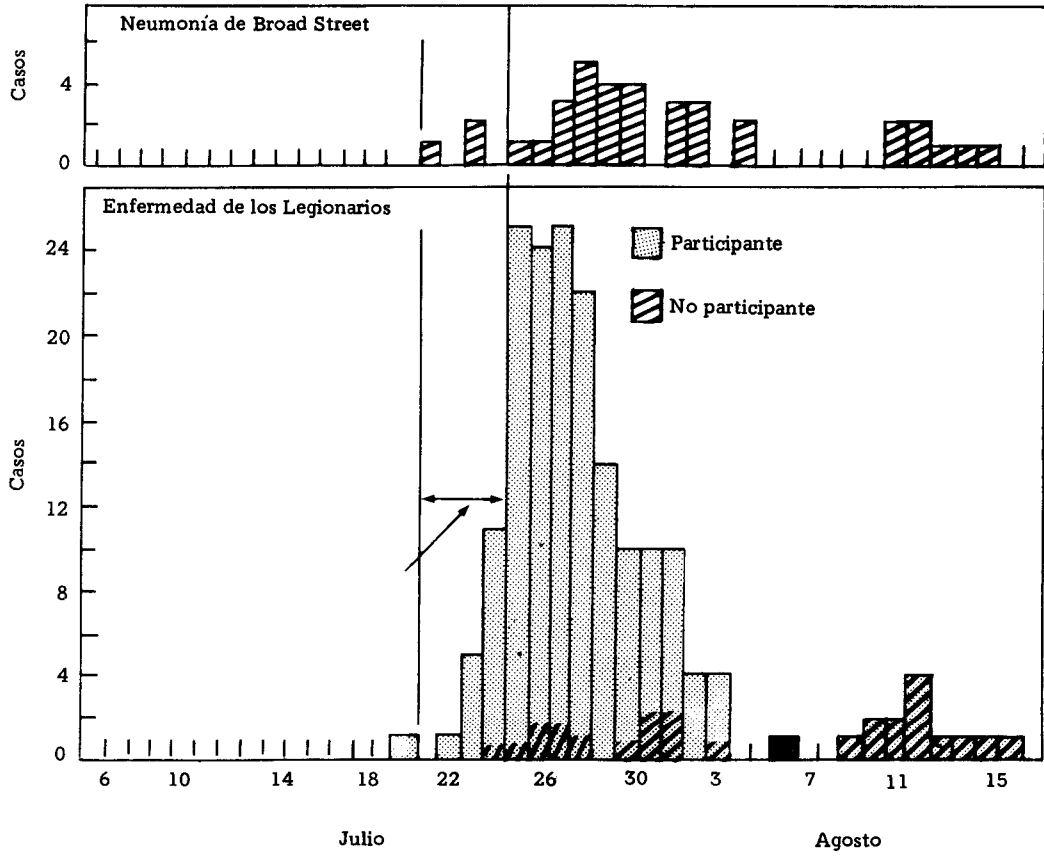
A partir de varios estudios y del flujo continuo de información de fuentes médicas y hospitalarias, surgió paulatinamente una descripción clínica de la enfermedad de los legionarios. Un caso típico de la enfermedad había comenzado entre dos y diez días después de la exposición —período de incubación— y la mayoría de las víctimas ya había regresado a casa antes de enfermarse. Los primeros síntomas consistieron en malestar general, dolores musculares, dolor de cabeza y tos seca. Poco después el paciente tuvo fiebre de 39 a 41°C y escalofrío. Muchos pacientes sufrieron de dificultad para respirar, dolores en el pecho y trastornos gastrointestinales. En general, el paciente consultó su caso con un médico unos dos o tres días después de la aparición de los síntomas. En ese momento el examen físico del tórax reveló un sonido anormal al respirar, pero hasta entonces no había indicios de consolidación, que ocurre cuando el tejido pulmonar que es esponjoso y está lleno de aire se llena de líquidos y de materia celular, como es el caso en la neumonía. El resto del examen no ofreció ninguna información especial. Más del 80 por ciento de los casos necesitaron hospitalización y 29 pacientes fallecieron, lo que arrojó una tasa de letalidad de 16 por ciento. Las defunciones ocurrieron principalmente en los pacientes ancianos que tenían alguna enfermedad crónica y quienes tuvieron un período de incubación corto. Los pacientes tratados con eritromicina y tetraciclina tuvieron mayores posibilidades de sobrevivir.

La información proporcionada por los exámenes de laboratorio de las víctimas de la enfermedad, no ayudó a formular un diagnóstico exacto. La mayoría mostraba algunas anormalidades que indicaban que el paciente había padecido una infección recientemente, pero la información no era específica. Los pacientes presentaron síntomas de falta de oxígeno en la sangre. Las radiografías de los pulmones fueron anormales en el 90 por ciento de los casos y la mayoría mostró partes de tejido fragmentado y lleno de líquido en un pulmón, problema que terminaba por convertirse en consolidación general del órgano. En casi el 50 por ciento de los casos más avanzados, las anormalidades mostradas por las radiografías se limitaron a un solo pulmón. El examen de los pulmones de las víctimas fallecidas mostró varias partes inflamadas y consolidadas que son indicio de neumonía. Ningún otro órgano ni sistema del cuerpo fueron afectados.

La Figura 1 contiene un análisis de la distribución de casos en términos de tiempo y muestra la curva epidémica para los 182 casos que pueden clasificarse como enfermedad de los legionarios y para los 39 casos de neumonía de Broad Street. Los casos de enfermedad de los legionarios incluyeron 149 participantes a la Convención y 33 no participantes. La similitud de las dos curvas indica que ambos grupos forman parte del mismo brote. La persistencia de la enfermedad entre las personas que no participaron en la Convención durante la primera parte del mes de agosto indica que la fuente de infección continuó activa pero con menor intensidad.

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los resultados de la encuesta efectuada entre los legionarios. El Cuadro 1 muestra la tasa de ataque por categorías dentro de la Convención y lugar de alojamiento. Los 3.683 cuestionarios devueltos incluyeron los de 1.849 delegados. Con base en el número de delegados que votaron en la Convención, se estima que entre el 80 y el 85 por ciento de los formularios fueron devueltos. El Cuadro indica, además, que la tasa de ataque fue más elevada entre los delegados y sus familiares y más baja entre los no delegados y los miembros del grupo auxiliar femenino. Dicho grupo celebró sus reuniones a siete cuadras de distancia del Bellevue Stratford. Los residentes del hotel "A", el Bellevue Stratford, tuvieron la tasa de ataque más elevada. El Cuadro 2 muestra la tasa de ataque por edad y sexo para todos los participantes en la Convención. La tasa de ataque aumentó con la edad y fue mayor en los hombres que en las mujeres. La tasa general de ataque fue del 4 por ciento

FIGURA 1



CUADRO 1

Tasa de ataque de la Enfermedad de los Legionarios por categoría dentro de la convención y lugar de alojamiento

<i>Categoría</i>	<i>Núm. de respuestas</i>	<i>Núm. de casos</i>	<i>Tasa de ataque %</i>
Delegado	1.849	125	6.8
Auxiliar	701	4	0.6
Familiar de participante	268	17	6.3
No delegado	762	3	0.4
Desconocida	103	0	0
Total	3.683	149	4.0
HOTEL			
A	1.161	75	6.5
D	1.046	21	2.0
E	403	19	4.7
F	312	12	3.8
G	104	4	3.8
Otro	210	7	3.3
Casa	294	8	2.7
Desconocido	153	3	2.0
Total	3.683	149	4.0

CUADRO 2

Tasa de ataque de la Enfermedad de los Legionarios por edad y sexo

<i>Edad (años)</i>	<i>Núm. de respuestas</i>	<i>Núm. de casos</i>	<i>Tasa de ataque %</i>
Menos de 40	610	11	1.8
40-49	805	25	3.1
50-59	1.428	58	4.1
60-69	538	36	6.7
70 ó más	254	19	7.5
Desconocida	48	0	0
Total	3.683	149	4.0
SEXO			
Masculino	2.292	123	5.4
Femenino	1.380	26	1.9
Desconocido	11	0	0
Total	3.683	149	4.0

Fuente y modo de transmisión

La siguiente etapa en una investigación epidemiológica, trata de establecer una hipótesis sobre la fuente de infección y el modo de transmisión. El paso siguiente consiste en probar la hipótesis, sacar conclusiones y establecer medidas de control.

Como se dijo anteriormente, en las investigaciones efectuadas sobre los contactos sostenidos entre los familiares de los legionarios después de la Convención, fue imposible demostrar la posibilidad de transmisión de una persona a otra. Del mismo modo, no hubo agrupación de casos en ciertas habitaciones del hotel, como se esperaría en una transmisión de esa naturaleza. Los estudios de 28 restaurantes y bares en el vecindario del Bellevue Stratford no arrojaron ninguna relación importante entre la enfermedad y la clase de alimentos consumidos. Lo mismo sucedió al hacer las investigaciones de rigor sobre dos eventos de la Convención en que se sirvieron comidas ordinarias. Aunque los estudios de casos y testigos demostraron que los fumadores de cigarrillos tenían un mayor riesgo de contraer enfermedades, esta correlación se aplica en general a las enfermedades respiratorias, puesto que las vías respiratorias de los fumadores son particularmente susceptibles. Tampoco se encontró ninguna conexión entre la enfermedad y el consumo de bebidas alcohólicas o el consumo de agua potable en el Bellevue Stratford. Los investigadores tampoco pudieron encontrar ninguna relación entre la enfermedad y las picaduras de insectos o exposición a animales.

A falta de una buena explicación para lo ocurrido, los especuladores llenaron el vacío con teorías favoritas como sabotaje, guerra biológica, varias toxinas y aún fenómenos paranormales y ocultos. Los medios de comunicación dieron gran atención a algunas de estas teorías. Desafortunadamente todas ellas ignoraban ciertos hechos epidemiológicos, clínicos y de laboratorio que habrían sido comprobados y ninguna de ellas permitía explicar la distribución de casos observada.

Identificación del agente

La búsqueda de la causa de la enfermedad de los legionarios consistió en recoger y analizar centenares de especímenes de pacientes afectados por la enfermedad. La búsqueda de un posible agente microbiológico incluyó 9 métodos de visualización de organismos, 14 medios diferentes de cultivo para aislar bacterias y hongos y 13 sistemas de huéspedes para aislar virus. Además se hicieron pruebas de sueros sanguíneos con 77 agentes infecciosos conocidos para buscar la presencia de anticuerpos.

Se examinaron muestras de tejido y de orina para determinar concentraciones anormales de más de 30 sustancias metálicas y varios compuestos orgánicos tóxicos. Ninguna de estas pruebas permitió identificar la causa de la enfermedad de los legionarios. Uno por uno se han eliminado todos los agentes imaginables que la ciencia médica conocía.

A finales de diciembre de 1976 se efectuó un gran descubrimiento cuando Joseph E. McDade y Charles C. Shepard, microbiólogos de la División de Lepra y Rickettsias del Centro de Control de Enfermedades, comenzaron a examinar algunos de los especímenes microscópicos preparados en la época de la epidemia. Los resultados de sus hallazgos fueron publicados en enero de 1977 cuando el Centro anunció oficialmente que había aislado un agente que podría ser el causante de la enfermedad de los legionarios.

El organismo fue aislado mediante técnicas ordinarias empleadas para detectar las rickettsias. Se homogenizaron los especímenes de tejido pulmonar de una víctima fallecida y se inyectaron a conejillos de Indias. Después de un período de incubación de uno o dos días, los conejillos presentaron síntomas de una enfermedad caracterizada por fiebre, ojos llorosos y postración. Se prepararon suspensiones con el bazo de los animales afectados y se utilizaron para inocular el saco vitelino de embriones de pollos. Estos murieron después de cuatro o seis días y el examen microscópico de extensiones del saco vitelino tratadas con colorante, reveló la existencia de grupos de microorganismos en forma de bastón, cuyas características posibilitaron su clasificación como bacterias. Teniendo el agente causal a la mano, fue posible efectuar en el laboratorio una prueba para detectar la presencia de sustancias antagónicas (anticuerpos) al organismo invasor en el suero sanguíneo de los casos sospechosos. El sistema inmunitario de una verdadera víctima de la enfermedad de los legionarios probablemente habría estimulado sus defensas después de la exposición, a producir esa clase de proteínas, que permanecen en la corriente sanguínea por mucho tiempo después de haber pasado el ataque. Así, cinco meses y medio después de que ocurriera el brote, los epidemiólogos finalmente tenían una prueba de laboratorio que podía usarse para "verificar el diagnóstico", que constituye el primer paso en cualquier investigación epidemiológica y que había sido el principal problema afrontado después del brote.

Estas investigaciones y los estudios posteriores efectuados en 1977, permitieron descubrir varios hechos importantes:

1. La bacteria fue aislada en cinco casos de neumonía registrados en Filadelfia. Cuatro de ellos se ajustaban a la descripción de la enfermedad de los legionarios y uno a la de la neumonía de Broad Street.

2. La prueba de anticuerpos mostró que más del 90 por ciento de los casos de enfermedad de los legionarios y más del 64 por ciento de los de neumonía de Broad Street de los que se habrían obtenido especímenes de suero sanguíneo, daban muestras de haber estado infectados recientemente con la bacteria que acababa de ser aislada.

3. Las muestras de suero sanguíneo de los pacientes que tuvieron una exposición de un solo día el 21, 22 y 23 de julio, y de dos de las nueve víctimas de la enfermedad que asistieron a otra reunión en Filadelfia, del 1 al 8 de agosto, comprobaron la existencia de una infección reciente, lo que indicaba que la fuente de infección se mantuvo activa por lo menos dos semanas.

4. Se recogieron muestras de sangre de más de 500 personas que vivían o trabajaban en el centro de Filadelfia para determinar la frecuencia entre el grupo que demostraba tener anticuerpos para esta bacteria. Los estudios demostraron que menos del 5 por ciento de la población en general tenía una concentración apreciable de anticuerpos de esa clase. Las pruebas hechas en todo el país con sueros de pacientes afectados por neumonía de origen no bacteriano, indican que el 1 al 2 por ciento de dichos casos podrían ser, de hecho, enfermedad de los legionarios.

Estas observaciones demuestran que la enfermedad de los legionarios es causada por un agente biológico y no por una toxina y que las víctimas de neumonía de Broad Street que nunca entraron al Bellevue Stratford, constituyeron parte de la epidemia. Además, se comprobó que el período de exposición al microorganismo fue, por lo menos de dos semanas. Aunque esta bacteria puede causar una epidemia de grandes proporciones, al parecer es de baja actividad endémica, es decir, que tiene pocas posibilidades de causar una enfermedad continuamente en una región geográfica determinada.

Protección al público

La investigación iniciada en agosto de 1976 finalmente condujo al descubrimiento de un agente biológico, hasta entonces desconocido, que puede causar enfermedad en el hombre. Los estudios posteriores revelaron que dicho organismo ha causado epidemias en épocas pasadas y que tiene una baja actividad endémica durante el año, dentro de una amplia distribución geográfica.

En el trabajo inicial de laboratorio con la bacteria, cuando se sabía poco sobre sus propiedades y limitaciones, fue necesario observar estrictas medidas de aislamiento del material biológico y los experimentos se efectuaron lenta y cautelosamente. Los conocimientos adquiri-

dos recientemente sobre la naturaleza poco común de la forma epidémica de la enfermedad de los legionarios permiten afirmar que las próximas investigaciones avanzarán a paso rápido. Un microorganismo patógeno como éste existe en número incalculable e ilimitado y permanece como una amenaza siempre presente. Mejores medidas de control, tratamiento eficaz de infecciones y, tal vez, una vacuna protectora constituyen el importante trabajo del futuro.

INVESTIGACION EPIDEMIOLOGICA

La investigación epidemiológica es el procedimiento a través del cual se obtiene información complementaria sobre uno o más casos de determinadas enfermedades para establecer las fuentes y mecanismos de transmisión y las medidas de control.

La investigación epidemiológica implica la entrevista con el enfermo y sus contactos; obviamente esta actividad no se realiza en caso de enfermedad en los animales, la entrevista es hecha al propietario o encargado, la toma de muestras para el laboratorio, la búsqueda de casos adicionales, la identificación del agente infeccioso, la determinación de su modo de transmisión, la búsqueda de locales contaminados y el reconocimiento de factores que hayan contribuido para la ocurrencia del caso o de los casos.

Esta investigación debe iniciarse lo más pronto posible, a partir de la notificación de un caso o a partir del examen de los datos de registro para la identificación y aplicación oportuna de las medidas de control y/o prevención.

CUANDO INVESTIGAR

Hay circunstancias generales que indican cuándo se debe hacer una investigación epidemiológica:

Cuando la enfermedad es prioritaria

La enfermedad es una de las prioritarias en el país, por lo tanto, hay indicaciones específicas para investigar todos los casos notificados. En esta situación, el requerimiento para efectuar una investigación epidemiológica deriva de los objetivos generales del Servicio de Salud o el Servicio de Salud Animal relacionados al control de enfermedades y al

reconocimiento del peligro real o potencial para la población humana o animal en su caso.

Si la enfermedad es una de las señaladas en la lista de prioridades de los servicios, deberá ser investigada sin cualquier consideración a otro criterio. Las listas generalmente son hechas con base en criterios epidemiológicos en el país y en función a los programas de control.

Cuando la enfermedad excede la frecuencia usual

Cuando la incidencia de una enfermedad en una población específica en un determinado período y en un área geográfica excede la frecuencia usual de esa enfermedad para esa misma población, eso es indicativo de la necesidad de una investigación.

La determinación de que la incidencia *excede* la frecuencia usual requiere comparar en forma continua la incidencia reciente con la incidencia notificada durante intervalos anteriores.

Epidemia. Es la ocurrencia de un grupo de casos de enfermedad de naturaleza semejante en una comunidad o región, claramente en exceso del número habitual de casos.

El número mínimo de casos que indican la existencia de una epidemia variará de acuerdo con el agente infeccioso, con el tipo y tamaño de la población expuesta, con la susceptibilidad de la población a la enfermedad y con el lugar y tiempo de la ocurrencia.

Por lo tanto, para caracterizar la existencia de una epidemia es importante conocer la frecuencia usual de la enfermedad en la misma área, en la misma población y en el mismo período.

La presencia habitual de una enfermedad o agente infeccioso en un área geográfica determinada se denomina *endemia*.

En otras palabras, es la prevalencia usual de determinada enfermedad en un área específica.

Es común hablar también de BROTE EPIDEMICO.

Un *brote* puede ser definido como un episodio en el cual dos o más casos de la misma enfermedad tienen alguna relación entre sí.

La relación entre los casos puede ser por el momento del inicio de

los síntomas el local donde ocurrieron (mismo origen) o las características de los animales enfermos como por ejemplo: la edad, especie, uso, etc. Epidemias y brotes fueron descubiertos en el pasado cuando casos aparentemente no relacionados entre sí eran investigados.

Caso índice. Es el primer caso que llama la atención del investigador que origina una serie de acciones, visitas y pasos necesarios para conocer un foco de infección.

Caso primario. Es el primer caso que se presenta en el curso de un brote y cumple con las condiciones para incriminarlo como la fuente de origen de los casos posteriores.

La clasificación de un episodio como epidemia o brote no debe retrasar la investigación de los casos, aunque se trate de casos aparentemente no relacionados entre sí de acuerdo con los datos disponibles en el momento.

Cuando hay sospecha de que los casos sean debidos a una fuente común de infección

La sospecha de una infección por una fuente común para dos o más casos de enfermedad es, en general, razón suficiente para iniciar una investigación.

Especialmente, si se trata de enfermedades transmisibles por el agua o por alimentos, la investigación de un brote inicial puede permitir la detección y la corrección temprana de problema y evitar la ocurrencia de un mayor número de casos.

La sospecha puede originarse, por lo menos, en dos formas:

- a) la información de uno o más veterinarios u otro personal de los servicios de salud animal sobre la ocurrencia de "algunos o varios" (brotes) casos recientes de una enfermedad, posiblemente de la misma enfermedad y con probable relación entre los casos.
- b) la revisión de informes de morbilidad que después de analizados, revelan una aparente relación entre casos en términos de especie, sexo, edad, local de ocurrencia o región, tiempo de iniciación, etcétera. La fecha de inicio de los síntomas de una

enfermedad es casi siempre un dato muy útil para indicar el origen común de un brote.

Cuando la enfermedad se presenta de manera más grave que habitualmente

La práctica de la vigilancia epidemiológica recomienda, además de la investigación de los casos de una enfermedad determinada por las normas del servicio o por las condiciones presentadas en los puntos 2 y 3, todas aquellas situaciones especiales en que una enfermedad se presente con gravedad mayor que lo esperado.

El análisis de la letalidad posibilitará básicamente identificar estas situaciones, especialmente cuando se refieren a una especie.

Cuando se trata de una enfermedad "desconocida" en el área

La notificación de uno o más casos de una enfermedad que no existe o que hace mucho tiempo no ocurre en el área es otra de las indicaciones para realizarse una investigación epidemiológica.

COMO INVESTIGAR

El objetivo primario de la investigación epidemiológica de casos es identificar la manera de prevenir y/o controlar la transmisión del agente causal de la enfermedad al grupo susceptible. Para ello es necesario cumplir varias etapas. Las principales son:

1. Establecer o confirmar el diagnóstico de casos reportados e identificar el agente etiológico específico responsable de la enfermedad.
2. Confirmar la existencia de un brote o una epidemia.
3. Caracterizar la epidemia según variables de tiempo, lugar y especie.
4. Identificar la fuente del agente y su modo de transmisión incluyendo vehículos específicos y vectores que puedan estar comprometidos.
5. Identificar la población susceptible que esté bajo mayor riesgo de exposición al agente.
6. Identificar las medidas específicas de prevención y control y la estrategia para su aplicación.

Establecer o confirmar el diagnóstico

Para hacerse un recuento de casos para su análisis posterior es esencial confirmar el diagnóstico de los casos reportados.

Para eso es importante establecer una *definición de caso*.

Los objetivos básicos de la definición de casos son dos:

1. En la etapa inicial de la investigación:

- Identificar otros casos que presenten características clínicas (signos y síntomas) similares a los casos iniciales que pueden estar involucrados en el brote y por lo tanto deben ser investigados. La definición debe ser simple, por ejemplo un caso de antrax en bovinos puede definirse como: todo bovino que presenta enfermedad de inicio súbito caracterizada por fiebre alta y evolución rápida con descargas sanguinolentas por las vías naturales.

2. En las etapas más avanzadas de la investigación:

- Identificar entre los contactos investigados los que probablemente puedan estar más relacionados, ya sea por exposición al mismo agente etiológico, a la misma fuente y modo de transmisión.
- Eliminar del total de casos investigados los que definitivamente no se relacionan con el brote, para realizar el análisis real del problema.

En esta etapa la definición de casos deberá ser más precisa que la anterior. Por ejemplo, para definir un caso de antrax en bovinos se podría usar alguna o todas las opciones siguientes:

- 1) Cuadro clínico compatible con una enfermedad de apareamiento súbito, descargas sanguinolentas por las vías naturales y muerte.
- 2) Cuadro clínico compatible con una enfermedad febril de apareamiento súbito, confirmación de laboratorio y muerte violenta.

Para la definición de casos debemos considerar criterios clínicos, de laboratorio y epidemiológicos.

Clínicos: Son los síntomas y signos más frecuentes de una enfermedad, la duración de cada uno de ellos y la secuencia en que se manifiestan.

Laboratorio: Se refieren a la evidencia de la enfermedad o de la infección e incluyen, entre otros, el aislamiento del agente y pruebas serológicas, inmunológicas y/o químicas.

Epidemiológicos: Se refieren entre otros, al inicio de la enfermedad en un determinado período (ejemplo: mes de enero) exposición del caso a una determinada fuente de infección sospechosa (otro

animal nuevo en el hato, comida, agua, etcétera) y un determinado lugar (finca, feria, tránsito, etcétera).

En situaciones ideales, los casos que cumplen con los requisitos de la definición de caso serán considerados como *confirmados*. Los que presenten únicamente evidencia clínica de la enfermedad, serán considerados como *sospechosos*.

Los criterios que se utilizan para definir los casos como confirmados o sospechosos dependerán de las condiciones locales. Los aspectos epidemiológicos adquieren un papel fundamental en el establecimiento de estas definiciones, especialmente cuando los recursos de laboratorio son limitados.

Ejemplo:

La investigación de dos brotes epidémicos llevó al diagnóstico final, como una intoxicación por salmonella en uno, y por toxina estafilocócica en el otro. De inicio, los datos existentes eran los signos y síntomas presentados por los enfermos tal como se describe en los dos cuadros siguientes.

BROTE EPIDEMICO A - INTOXICACION ESTAFILOCOCCICA
(afectó a 46 personas)

<i>Síntomas</i>	<i>Núm. de personas</i>
Náusea	46
Vómitos	44
Inicio súbito	42
Diarrea	32
Dolor abdominal	29
Gases intestinales	18
Dolor de cabeza	13
Pujo	12
Escalofríos	10
Sed	9
Mareo	4
Heces mucosas	1

A partir de los datos del Brote A, se puede caracterizar un caso de intoxicación estafilocócica como: un enfermo que presenta náusea, vómitos, inicio súbito, diarrea y dolor abdominal.

BROTE EPIDEMICO B - INTOXICACION POR SALMONELLA
(afectó a 14 personas)

<i>Síntomas</i>	<i>Núm. de personas</i>
Diarrea	13
Dolor abdominal	8
Dolor de cabeza	8
Náusea	7
Fiebre	7
Vómitos	1
Escalofríos	1

En esta situación la definición de caso pudiera ser: el enfermo que presente diarrea, dolor abdominal, dolor de cabeza, náusea y fiebre, lo que es compatible con intoxicación por salmonella.

Ejemplo:

Enfermedad de los Legionarios

Los investigadores se vieron obligados a establecer una definición especial de un caso típico de la enfermedad que consistió en una parte clínica y otra epidemiológica. La parte clínica decía que un caso típico debería haber mostrado los primeros síntomas de enfermedad entre el 1 de julio y el 18 de agosto de 1976 y haber tenido fiebre de 39°C o más y tos seca, o fiebre y neumonía confirmada por un examen radiológico de los pulmones. Esta definición clínica es muy amplia y enumera síntomas que pueden atribuirse a un virus, una bacteria, una rickettsia, un hongo o una toxina química. Se añadieron ciertos criterios epidemiológicos a la definición del caso típico para una mejor selección de los casos de la epidemia. Para ser considerado entre los casos, la persona debería haber asistido a la convención de la Legión Americana o haber estado presente en el Hotel Bellevue Stratford, sede de la convención y principal lugar de la reunión, a partir del 1 de julio.

Pregunta 1:

Con base en lo expresado en este capítulo y de acuerdo a su experiencia, ¿qué criterios epidemiológicos emplearía para definir un caso en presencia de un brote?

	Anotación individual	Anotación en la discusión de grupo
a) Leptospirosis		
b) Antrax		
c) Otro (a elección)		

2. Confirmar la existencia de una epidemia o brote

Una vez definidas las características clínicas y/o de laboratorio de los casos que se están investigando y hecho el recuento final de los mismos, la etapa siguiente es determinar si existe o no un brote o una epidemia.

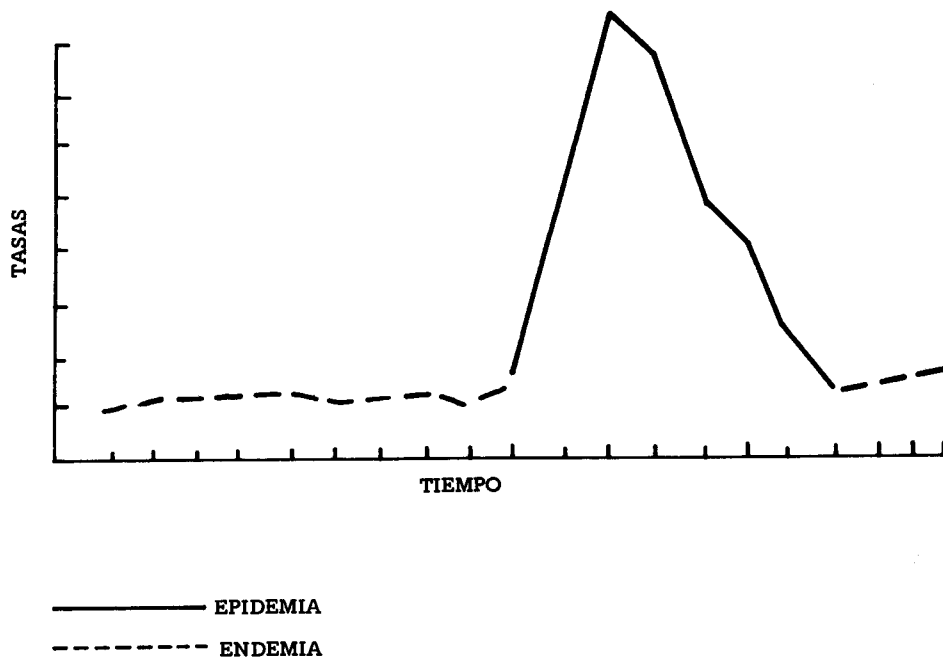
Para esto hay que hacer la comparación de la incidencia actual con la incidencia de períodos anteriores en esta misma población.

Si la ocurrencia de casos *excede en forma significativa*, la incidencia usual de casos confirmará la existencia de la epidemia o de un brote.

La expresión *exceso de casos* es vaga.

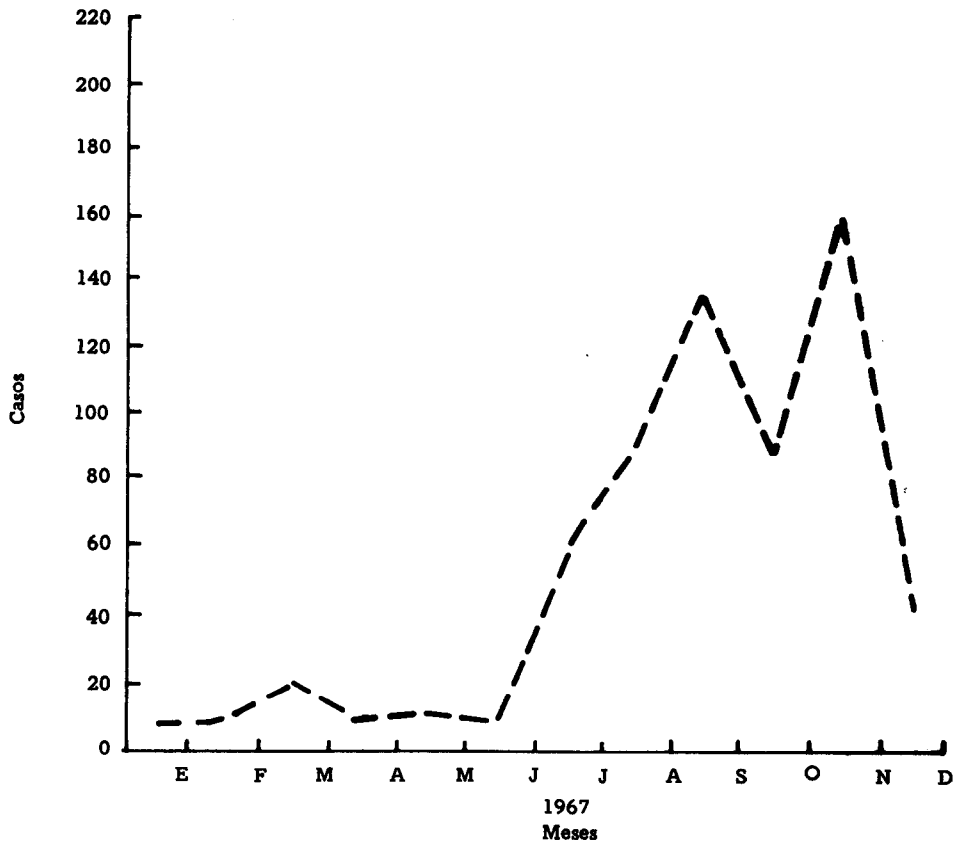
Si el brote ocurre en un grupo específico de la población o rebaño, la información sobre este mismo grupo en términos de la incidencia usual podría ser obtenida y utilizada para llegar a la conclusión rápida sobre la existencia del brote. Cuando se sospecha de una epidemia que afecta a grupos más amplios por lo habitual no se conoce con precisión la población expuesta al riesgo. En estos casos habrá que considerar el rebaño entero o población de una área geográfica para calcular la incidencia usual y la incidencia actual.

La gráfica siguiente presenta en forma esquemática la ocurrencia endémica (corriente y usual) de la enfermedad X y la ocurrencia de una epidemia de esa misma enfermedad.



La siguiente gráfica presenta casos de Rabia bovina transmitida por quirópteros hematófagos, en Santa Catarina, Región Este, Brasil, en el año de 1967.

*Rabia bovina - en Santa Catarina
Región Este Brasil 1967*



Pregunta 2:

De acuerdo a los datos precedentes, ¿considera usted que se inició una epidemia de rabia en junio de 1967?

Pregunta 3:

Los datos del período de enero a junio de 1967 fueron notificados de rutina (sin búsqueda activa de casos) y a partir del 30 de junio de 1967 con investigación. ¿Qué información adicional necesitaría usted, con la finalidad de modificar o no su respuesta anterior?

Las epidemias de origen o fuente común. El brote es de origen común cuando varios animales o personas son expuestos en forma simultánea a la misma fuente de infección o intoxicación. Generalmente son aquellas que se transmiten por vehículos como: alimento, leche, agua, compartidos por los animales o personas que enfermaron. La uniformidad relativa del período de incubación lleva a un agrupamiento de los casos cuando estos son puestos en una gráfica para representar su distribución en el tiempo. La duración de este tipo de epidemia se restringe por lo general al rango de variación del período de incubación. Por ejemplo, cuando un grupo de animales o personas consumen en una misma comida un alimento contaminado, los casos ocurrirán más o menos al mismo tiempo. Sin embargo, hay variaciones cuando un alimento contaminado es consumido a lo largo de un período.

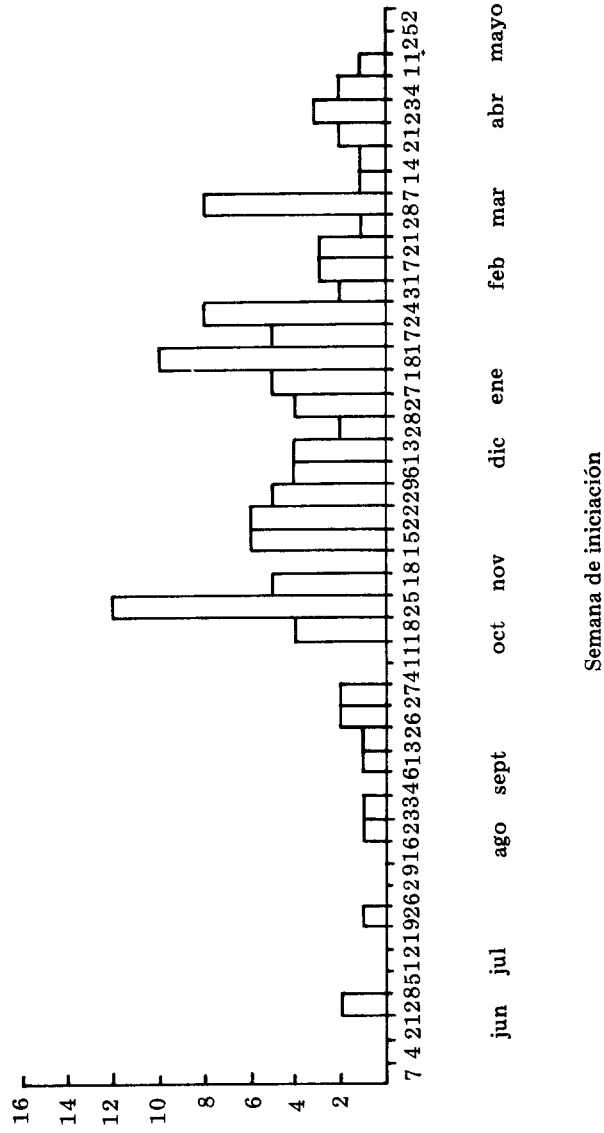
Una epidemia propagada. Es aquella que se transmite de un animal o una persona enferma a los animales o personas sanos a través de un contacto directo o indirecto.

Pregunta 4:

Las dos gráficas siguientes se refieren a: Una es un brote de intoxicación alimenticia por fuente común; la otra es un brote de estomatitis vesicular en bovinos.

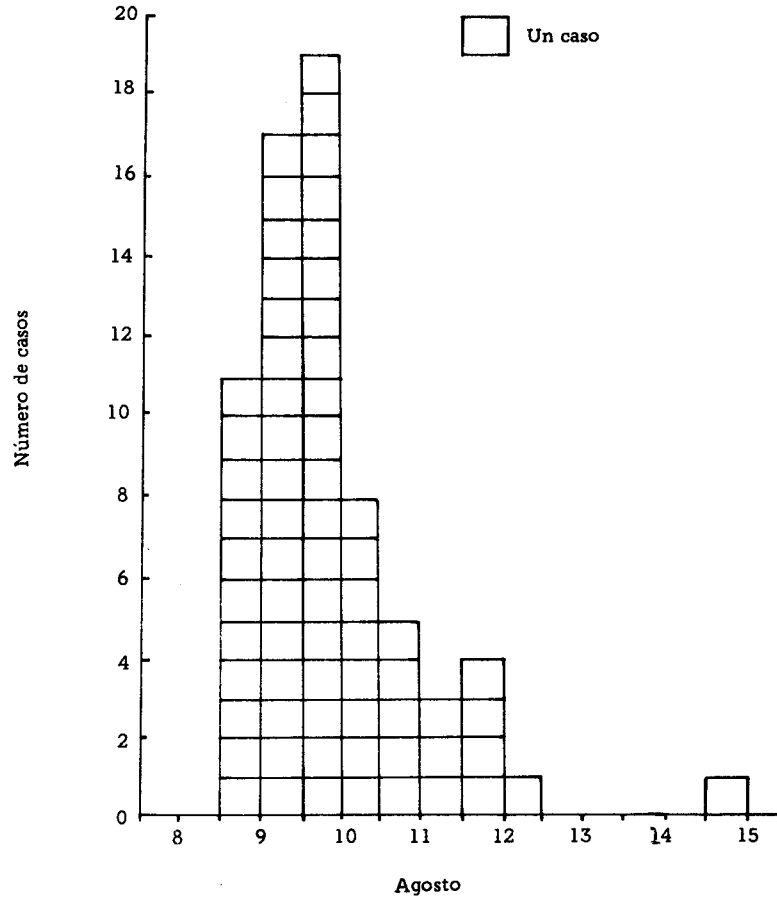
Indique a cuál de los brotes corresponderían las gráficas:

BROTE "A"



Semana de iniciación

BROTE "B"



Para que ocurra la transmisión y se desarrolle una epidemia es necesario que exista un número suficiente de susceptibles a la enfermedad de que se trate. Mientras se propaga la enfermedad, suele ocurrir que los infectados se transforman en inmunes (casos con síntomas, casos subclínicos e infección inaparente), disminuyendo el número de susceptibles hasta un punto en que no existan condiciones para la propagación de la epidemia. En consecuencia, la velocidad con que una epidemia de este tipo llega a su punto máximo (mayor número de casos en la unidad de tiempo considerado) y la duración de la misma, dependerá

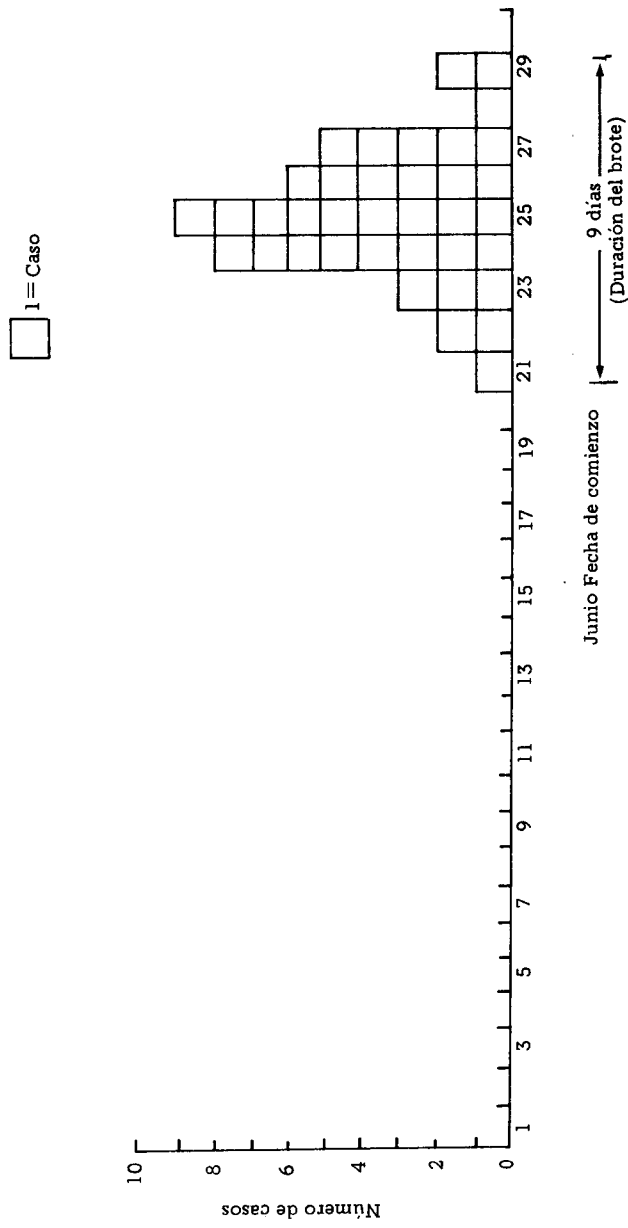
de la inefectividad del agente causal, de la duración del período de incubación y de la densidad (concentración en el espacio) de los susceptibles.

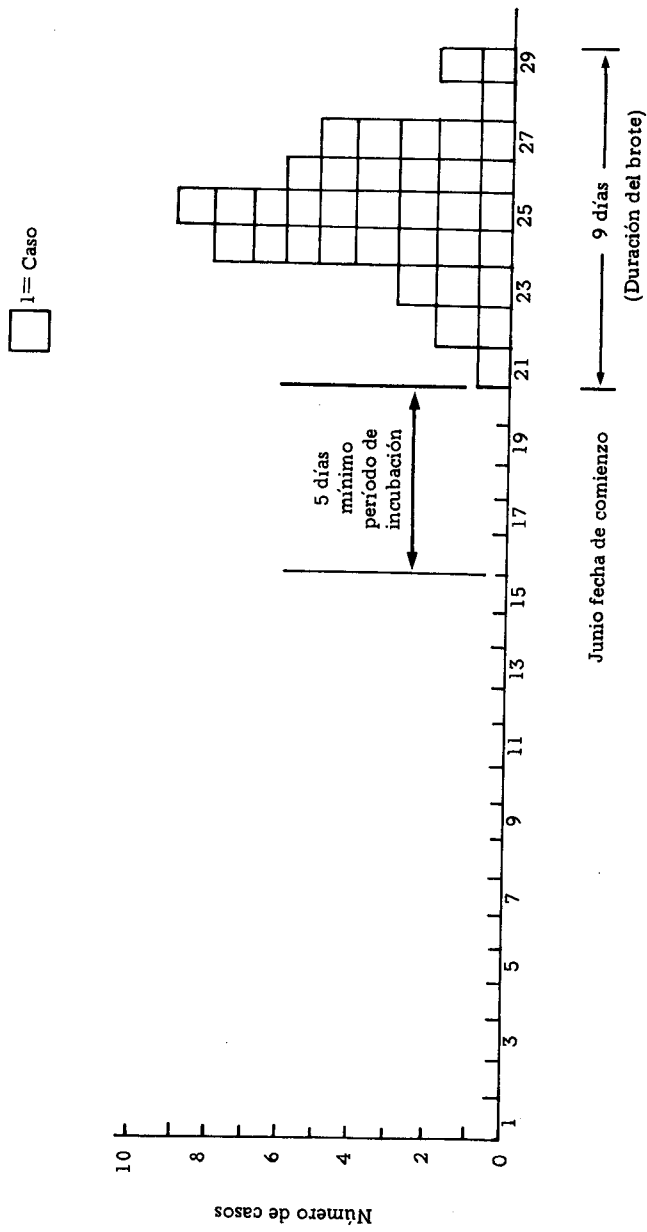
Por lo tanto, la duración de la epidemia dependerá de:

1. Número de animales o personas susceptibles que están expuestas a la fuente de infección y se infectan.
2. Período en que los animales o personas susceptibles están expuestas a la fuente de infección.
3. Períodos de incubación mínimo y máximo de la enfermedad.

En la siguiente gráfica un brote de peste Suina (37 casos) ocurrió en el período comprendido entre el 21 y 29 de junio (duración del brote).

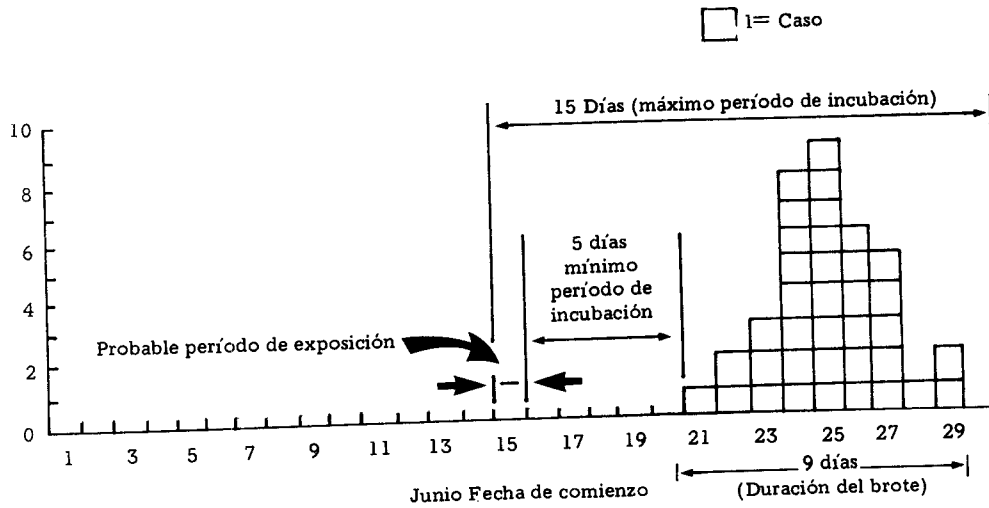
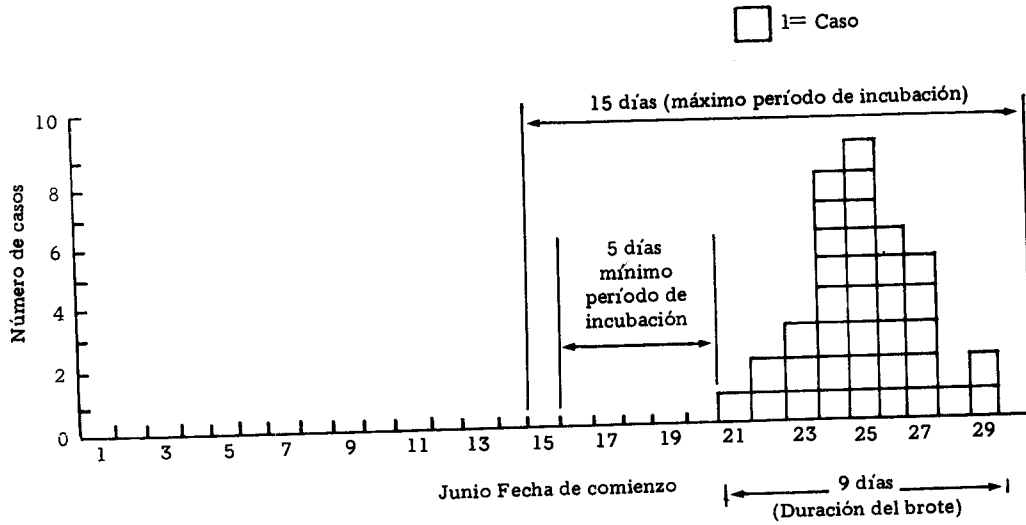
El período mínimo de incubación de la peste Suina es de 5 días y el máximo de 15 días.





A fin de determinar el período probable de exposición de los enfermos (casos) a una fuente común, una de las maneras usadas es:

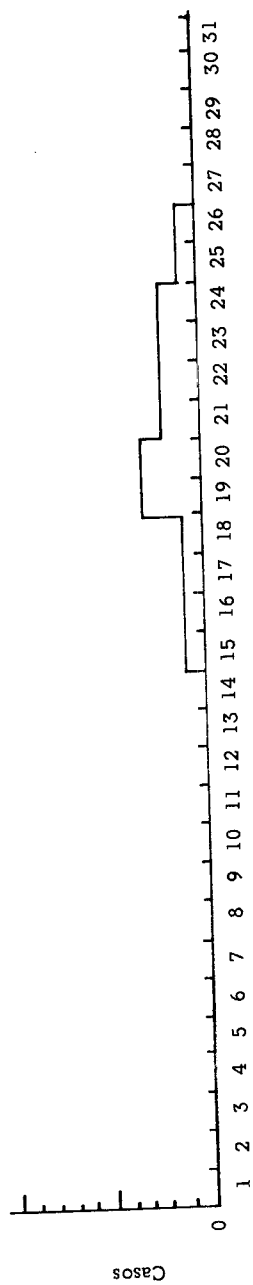
1. Utilizar el período mínimo de incubación y contarlos hacia atrás a partir de la fecha de inicio del primer caso.
2. Usar el período de incubación máximo y contarlos también hacia atrás, a partir de la fecha de inicio del último caso.



El período probable de exposición obtenido por este método sería del 14 al 15 de junio.

Pregunta 5:

De acuerdo al gráfico abajo, el período probable de exposición de un brote de 10 casos de leptospirosis humana fue: (período de incubación de la leptospirosis mínimo 4 días, máximo 19 días).



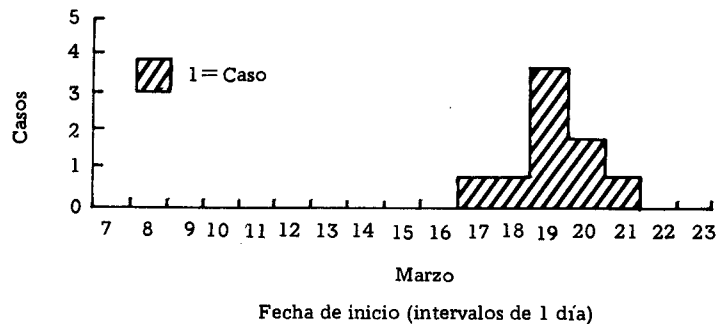
Fecha de inicio (intervalos de 1 día)

Marque con una X la respuesta correcta:

- A. 7 a 10 de enero
- B. 5 a 6 de enero
- C. 1 a 4 de enero
- D. 30 a 31 de diciembre
- E. 26 a 27 de diciembre

Pregunta 6:

De acuerdo al gráfico siguiente el período probable de exposición de un brote de 9 casos de EEE fue: (período de incubación mínimo 5 a 15 días).



MARZO
Fecha de inicio (intervalos de 1 día)

Marque con una X la respuesta correcta:

- A. 14 de marzo
- B. 27 - 28 de febrero
- C. 4 - 7 de marzo
- D. 6 - 11 de marzo
- E. 8 - 9 de marzo

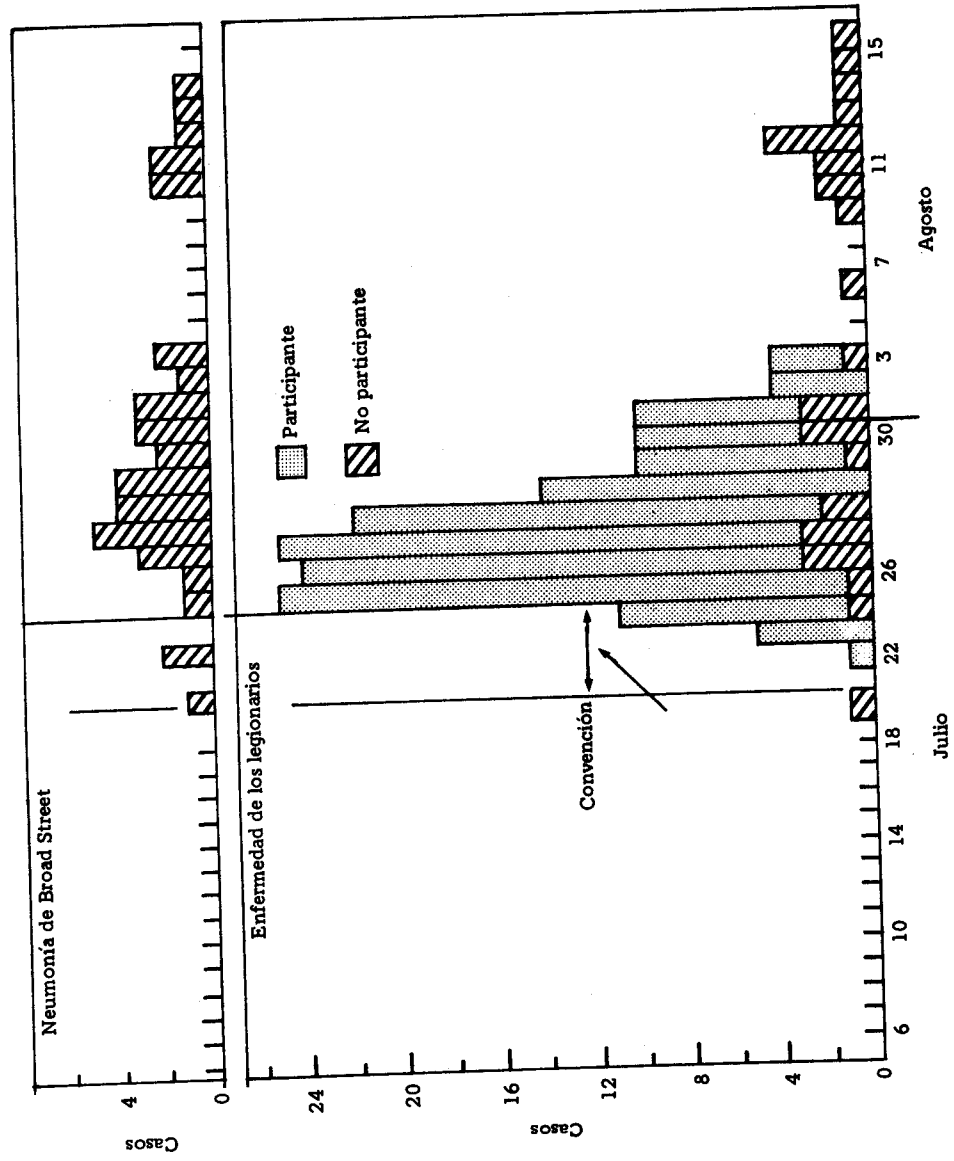
3. Caracterizar la epidemia

La epidemia deberá ser descrita o caracterizada, según variables de tiempo, lugar y especies. De esta manera se podrá desarrollar una hipótesis en relación a su origen, transmisión o propagación y sobre su duración.

En relación al tiempo se debe establecer cuál fue la duración del brote, cuál fue el período probable de la exposición y además, si el brote fue de fuente común o propagado.

Ejemplo:

FIGURA 1



En relación al lugar interesa conocer cuál es la distribución geográfica de los casos según área de residencia, según local de trabajo y cuáles son las tasas de ataque por localidad.

Ejemplo:

CUADRO 1

Tasa de ataque de la Enfermedad de los Legionarios por categoría dentro de la convención y lugar de alojamiento

<i>Categoría</i>	<i>Núm. de respuestas</i>	<i>Núm. de casos</i>	<i>Tasa de ataque (%)</i>
Delegado	1.849	125	6.8
Auxiliar	701	4	0.6
Familiar de participante	268	17	6.3
No delegado	762	3	0.4
Desconocida	103	0	0
Total	3.683	149	4.0
HOTEL			
A	1.161	75	6.5
D	1.046	21	2.0
E	403	19	4.7
F	312	12	3.8
G	104	4	3.8
Otro	210	7	3.3
Casa	294	8	2.7
Desconocido	153	3	2.0
Total	3.683	149	4.0

En relación a los casos calcular las tasas de ataque por sexo, edad y otras variables para saber qué características tienen los casos que pueden diferenciarlos de las demás personas de la población.

Ejemplo:

CUADRO 2

*Tasa de ataque de la Enfermedad de los Legionarios
por edad y sexo*

<i>Edad (años)</i>	<i>Núm. de respuestas</i>	<i>Núm. de casos</i>	<i>Tasa de ataque (%)</i>
Menos de 40	610	11	1.8
40 - 49	805	25	3.1
50 - 59	1.428	58	4.1
60 - 69	538	36	6.7
70 o más	254	19	7.5
Desconocida	48	0	0
Total	3.683	149	4.0
SEXO			
Masculino 2.292	123	5.4	
Femenino 1.380	26	1.9	
Desconocido	11	0	0
Total	3.683	149	4.0

4. Identificar la fuente del agente causal y su modo de transmisión

En la práctica, la formulación de hipótesis respecto a cuál es el agente causal de una epidemia y su posible mecanismo de transmisión es la mejor opinión o explicación tentativa que se puede tener, utilizando los elementos disponibles durante la fase inicial de la investigación. En general, se establecen hipótesis al respecto de cuál puede ser el agente etiológico sospechoso, la posible fuente de infección, el período de exposición, el modo de transmisión y de los grupos de la población que estuvieron expuestos o que pueden estar en un riesgo futuro de exposición.

La razón de formular hipótesis como las descritas es el proveer una base lógica para planear y conducir las distintas etapas necesarias para lograr el objetivo de la investigación de la epidemia o brote, que es la aplicación oportuna y adecuada de las medidas de control.

5. Identificar grupos de la población con elevado riesgo

Cuando la fuente de infección y el modo de transmisión hayan sido confirmados, se deberá identificar las personas o grupos de personas susceptibles bajo mayor riesgo de exposición y aplicar las medidas de control que sean pertinentes.

En la tabla siguiente se señalan algunos ejemplos en los cuales se especifican el agente etiológico, la fuente de infección y el modo de transmisión de varios brotes.

Pregunta 7:

Complete la tabla señalando las características de las poblaciones humanas y animales que pudieran estar más expuestas al riesgo de la infección.

<i>Agente</i>	<i>Fuente</i>	<i>Modo o vehículo de transmisión</i>	<i>Animales o personas en riesgo</i>
Antrax	Animal infectado Suelo	Pienso Contaminado Productos pecuarios	
Virus de la peste suina africana	Animales infectados	Comida infectada	
Fiebre aftosa	Contacto de animal a animal	Objetos contaminados Animales portadores	
Virus de EEV	Mosquitos infectados	A través del mosquito en una área geográfica	
Contaminante químico DDT	Alimentos y rastros contaminados por fumigación	A través de ingestión Pastos contaminados	

6. Implementar medidas de control

Cuando las características generales de la población o grupos en alto riesgo han sido identificados, es necesario adoptar las medidas específicas de prevención y control apropiadas a la situación.

Si se trata de algún alimento contaminado, éste deberá ser elimina-

do. Si se concluye o si se sospecha de que el agua sea la fuente de infección, su utilización deberá ser interrumpida hasta que ésta sea descontaminada, o si fuera el caso, la población deberá ser orientada sobre la necesidad de hervir el agua para consumo.

La vacunación y el tratamiento de los casos son ejemplos de otros medios de control que pueden ser empleados cuando la situación así lo indique.

Medir el impacto de las acciones de prevención o control sobre la ocurrencia de la enfermedad es la etapa final en este proceso de investigación.

Pregunta 8:

En general se dice que hay una epidemia cuando:

- A. La ocurrencia es de más de 10 casos por semana.
- B. La tasa de incidencia actual es significativamente más alta que la usual.
- C. La tasa de letalidad actual es significativamente más alta que la usual.
- D. La mayoría de las pruebas de laboratorio han resultado positivas.
- E. Los diagnósticos clínicos son confirmados.

Pregunta 9:

La expresión "poblaciones de alto riesgo" es usada para describir un grupo de animales o hatos que:

- C. Tienen una baja resistencia debido a que sufren de otras enfermedades de tipo crónico.
- D. Son susceptibles y tienen alta posibilidad de contacto con la fuente de infección.

Pregunta 10:

Siempre que sea posible, los diagnósticos clínicos deben estar apoyados en pruebas de laboratorio porque:

- A. Los aspectos clínicos de algunas enfermedades no son específicos o únicos.
- B. Algunos animales que tienen la enfermedad pueden no presentar todos los signos y síntomas clínicos.
- C. A. y B.
- D. Ninguna.

EPIDEMIA DE COLERA EN LONDRES *

El problema

El cólera desconocido hasta cerca de 1820, excepto en la India, se difundió ampliamente en el mundo causando una serie de epidemias de efectos variables entre las cuales es de importancia mencionar la ocurrida a fines de agosto de 1854 en un sub-distrito de la ciudad de Londres. John Snow, mediante la observación inteligente del hecho y un raciocinio inductivo, formuló una hipótesis que logró comprobar y explicar la conducta de una enfermedad desconocida hasta entonces, indicando sus mecanismos de transmisión y formulando recomendaciones para su control. La descripción siguiente se compone de extractos de la clásica monografía de Snow "Sobre el modo de transmisión del Cólera", segunda edición 1854 (*Snow en Cólera*, The Commonwealth Fund, New York, 1936). La monografía es fascinante. Aquí presentamos porciones de ella que permiten al lector ver el tipo de evidencia colectado por Snow y el modo como la evaluó.

"...Sería demasiado largo dar cuenta del proceso del cólera en las diferentes partes del mundo con sus efectos devastadores en muchos lugares a la vez que ha pasado leve y efímeramente sobre otros o aún sin afectarlos; y a menos que este recuento se acompañe de una descripción de las condiciones físicas de esos lugares y los hábitos de las gentes, lo cual no estoy en capacidad de hacer, ello sería de poca utilidad".

"Hay ciertas circunstancias, sin embargo, conectadas con la expansión del cólera que deben ser establecidas de una manera general. La enfermedad viaja por las grandes vías del contacto humano, nunca más rápido que el movimiento de las gentes, y en general, mucho más lentamente".

Su expansión de pueblo a pueblo no puede ser siempre investigada en forma exacta, pero nunca aparece, excepto cuando ha existido una amplia oportunidad de contacto humano.

Transmisión del cólera de persona a persona

"Existen también innumerables ejemplos que prueban la transmisión a partir de casos individuales de una manera convincente. Ejemplos

*Método clásico de investigación seguido por John Snow (1813-1858). Adaptado de Terris, M., *Banco de Ejercicios de Epidemiología*, New York Medical College.

como los siguientes parecen estar libres de toda falacia”.

“Me enteré recientemente de la muerte de la esposa de un obrero, a causa del cólera. Supe que un hijo de la fallecida llegó a casa enfermo con una afección intestinal de la cual murió en 1 ó 2 días. Su madre que lo atendió enfermó al día siguiente y al segundo día murió”.

“Durante la enfermedad de la señora Barnes, la madre de ésta, que vivía en una aldea sana a 5 millas, fue llamada a atenderla. Esta señora vino y permaneció con su hija 2 días, lavó las ropas de cama de su hija y salió de regreso a su casa aparentemente sana. Caminando hacia su casa empezó a enfermar y fue víctima de un colapso en plena carretera. Fue llevada a casa y acostada al lado de su esposo inválido. El y también la hija que vivía con ellos enfermaron. Los tres murieron en dos días”.

“Una enfermera que atendió un paciente, al regresar a su casa enfermó y murió. Una colega que la atendió también enfermó y murió. No había ocurrido nunca la enfermedad en esa vecindad y ningún caso ocurrió durante los 15 días siguientes”.

“Además de los hechos mencionados que prueban la transmisión de persona a persona, existen otros que muestran que: Primero, la presencia de una persona en la misma habitación con un paciente atendiendo, no necesariamente la expone a veneno mórbido, y segundo, que no es requisito que una persona esté cerca del enfermo para adquirir la enfermedad, ya que el material mórbido puede transmitirse a distancia. Se suele decir que si el cólera fuera una enfermedad contagiosa o comunicable, su expansión debería hacerse por emanaciones del enfermo al aire que lo rodea e inhaladas por otros a sus pulmones. Estos supuestos conducen a opiniones conflictivas. Un poco de reflexión nos muestra, sin embargo, que no tenemos derecho a limitar el modo como una enfermedad se propaga, ya que las enfermedades comunicables bien conocidas se propagan de muy diferentes maneras. La sarna y otras enfermedades de la piel se transmiten de un modo, la sífilis de otro; y los parásitos intestinales de otra manera muy diferente”.

Propagación por material mórbido que penetra al canal alimenticio

“La patología del cólera es capaz de indicarnos el modo de comunicación de la enfermedad. Si ella fuera precedida por fiebre o cualquier otro síntoma constitucional, nos quedaríamos sin pistas de la vía de entrada del veneno mórbido. Pero de todo lo que he podido aprender de mis observaciones personales y las de otros, yo concluyo que el cólera invariablemente comienza con la afección del canal digestivo. La enfermedad usualmente progresa con tan poco malestar general que el

paciente no se considera a sí mismo en peligro y sólo consulta cuando la enfermedad está muy avanzada. En algunos casos, hay mareos y sensación de desmayo antes de que se presenten las evacuaciones del estómago o del intestino; pero no hay duda de que esos síntomas se deben a la exudación de las membranas mucosas, la cual es evacuada posteriormente en forma copiosa... En todos los casos que yo he atendido, la pérdida de líquidos por estómago e intestino ha sido suficiente para producir colapso, cuando la condición previa del paciente es tenida en cuenta junto con la intempestividad de las pérdidas y la circunstancia de que el proceso de absorción parece estar suspendido”.

“Teniendo en cuenta que el cólera comienza con una afección del canal digestivo y que la sangre no está afectada en los primeros estados de la enfermedad, se deduce que el material mórbido que la produce debe entrar por el canal digestivo, de hecho debe ser deglutido accidentalmente y el aumento del material mórbido o veneno colérico debe tener lugar en el interior del estómago y el intestino. Parece que el veneno colérico actúa como un irritante de la superficie del estómago y del intestino extrayendo líquido de la sangre de los capilares, por un poder análogo al de las células epiteliales de varios órganos que extraen las diferentes secreciones en el cuerpo sano, ya que el material mórbido del cólera teniendo la propiedad de reproducirse, *debe necesariamente tener un tipo de estructura: parecido al de una célula*. No es objeción el hecho de que la estructura del veneno colérico no pueda verse al microscopio, ya que el material mórbido de la viruela y del chancro pueden sólo reconocerse por sus efectos y no por sus propiedades físicas”.

“El período transcurrido entre la entrada del material mórbido y el comienzo de la enfermedad es llamado período de incubación. Es en realidad un período de reproducción del material mórbido. En el cólera este período es mucho más corto que en la mayoría de otras enfermedades epidémicas o comunicables; en general fluctúa entre 24 y 48 horas. Es por la brevedad de este período y por la cantidad de veneno mórbido contenido en las evacuaciones que el cólera a veces se propaga con increíble rapidez”.

El cólera cerca a Golden Square

“El más terrible brote de cólera que haya ocurrido jamás en este reino tuvo lugar en Broad Street, Golden Square y las calles aledañas, hace pocas semanas. En un área de 200 metros del punto donde se cruzan Cambridge Street y Broad Street, ocurrieron más de 500 casos fatales de cólera en 10 días. La mortalidad en esta área probablemente iguala

a las más altas que hayan ocurrido en este país aún por la peste; y fue mucho más súbita, ya que el mayor número de casos fallecieron en pocas horas. La mortalidad hubiera sido mayor de no haberse sucedido una escapada de las gentes hacia otros sitios, aún dejando sus enseres para mandar por ellos en ocasión más propicia. Muchas casas fueron cerradas debido a la muerte de sus propietarios, y gran cantidad de comerciantes que permanecieron allí, enviaron sus familias a otros sitios, así que, en menos de 6 días después del comienzo de la epidemia, las calles más transitadas estaban desiertas, faltando más de las 3/4 partes de la población”.

“Hubo unos pocos casos de cólera en la vecindad de Broad Street, Golden Square, a fines de agosto; y el llamado brote, que comenzó en la noche del 31 de agosto y 1 de septiembre, fue sólo un recrudecimiento de la enfermedad. Tan pronto me enteré de la situación, sospeché de alguna contaminación del agua de la muy frecuentada bomba de Broad Street, cerca al final de Cambridge Street, pero al examinar el agua en la noche del 3 de septiembre, encontré tan pocas impurezas orgánicas en ella que no me atreví a llegar a ninguna conclusión”.

“Pesquiza posteriores me demostraron que no existía en esa localidad ninguna otra circunstancia común, diferente al agua de la bomba mencionada. Encontré, además, que el agua varió durante los dos días siguientes en la cantidad de impureza orgánica visible, a simple vista, en forma de pequeños flóculos blanquecinos; y pude concluir que al comienzo del brote pudo haber sido aún más impura. Por lo tanto, solicité permiso a la Oficina General de Registro para sacar una lista de las defunciones por cólera ocurridas durante la semana que terminó el 2 de septiembre, el cual me fue gentilmente concedido”.

“Al día siguiente de una entrevista que tuve con el Consejo de la Parroquia de St. James el jueves 7 de septiembre en la noche, la manilla de la bomba fue retirada”.

“La tabla muestra las características cronológicas de este terrible brote de cólera”.

	<i>Fecha</i>	<i>Núm. de ataques fatales</i>	<i>Muertes</i>
Agosto	19	1	1
	20	1	0
	21	1	2
	22	0	0
	23	1	0
	24	1	2
	25	0	0

	<i>Fecha</i>	<i>Núm. de ataques fatales</i>	<i>Muertes</i>
	26	1	0
	27	1	1
	28	1	0
	29	1	1
	30	8	2
	31	56	3
Septiembre	1	143	70
	2	116	127
	3	54	76
	4	46	71
	5	36	45
	6	20	37
	7	28	32
	8	12	30
	9	11	24
	10	5	18
	11	5	15
	12	1	6
	13	3	13
	14	0	6
	15	1	8
	16	4	6
	17	3	5
	18	3	2
	19	0	3
	20	0	0
	21	2	0
	22	1	2
	23	1	3
	24	1	0
	25	1	0
	26	1	2
	27	1	0
	28	0	2
	29	0	1
	30	0	0
	Fecha desconocida:	45	0
	Total	<hr/> 616	<hr/> 616

“Muy pocos de los 56 casos ocurridos en agosto 31 se presentaron antes de las horas de la noche. El comienzo fue extremadamente súbito y comenzó en la noche de agosto 31 y septiembre 1. Casi no hubo diarrea premonitoria en los casos que ocurrieron en los tres primeros días del brote, y sólo muy pocos casos se recuperaron”.

“El mayor número de ataques ocurrió el 1 de septiembre (143) inmediatamente después del comienzo del brote. Al día siguiente empezó a disminuir a 116 y el tercer día, la cifra bajó a 54. Los casos nuevos empezaron a disminuir día a día. El 8 de septiembre, día en que la manilla de la bomba fue retirada, se presentaron 12 casos”.

“No hay duda que la mortalidad fue en mucho disminuida por la escapada en masa de la población inmediatamente después del comienzo del brote; pero los ataques ya de por sí habían disminuido mucho antes de que la bomba fuera sellada; lo que es imposible decidir es si el pozo aún contenía el veneno colérico en actividad, o si por alguna causa el agua se viera libre de él”.

“Hay una Cervecería en Broad Street cerca a la bomba y al percatarme de que ninguno de los obreros había muerto de cólera, llamé al Sr. Huggins, su propietario. El me informó que de los 70 obreros de la cervecería ninguno había sufrido de cólera, al menos en forma grave, sólo dos habían estado levemente afectados en el tiempo en que la enfermedad prevalecía. A los obreros se les permitía beber cierta cantidad de mala, y el Sr. Huggins estaba seguro de que ellos nunca tomaban agua”.

“Una encuesta realizada en 418 personas de los 896 residentes en Broad Street, reveló las relaciones entre enfermedad y consumo de agua, de la bomba incriminada, en la siguiente forma: entre consumidores enfermaron 80 y no enfermaron 57; entre personas que no consumieron agua de la bomba de Broad Street enfermaron 2 y no enfermaron 279; lo que significa que entre los enfermos de cólera, la relación consumo-no consumo fue de 80/2. Entre los que escaparon de la enfermedad, la relación fue de 57/279”.

Consumieron	Enfermaron		Total
	Sí	No	
Sí	80	57	137
No	2	279	281
Total	82	336	418

La tasa de ataque total ha sido de 19.6% (82 : 418 x 100). Para establecer la importancia de la bomba de agua como fuente de contaminación tenemos que comparar la tasa de ataque entre los que *han consumido el agua* con la tasa de ataque entre los que *no han consumido el agua*.

$$T. \text{ Ataque entre los que han consumido} = \frac{58.3\% (80 \times 100)}{137}$$

$$T. \text{ Ataque entre los que no han consumido} = \frac{0.7\% (2 \times 100)}{281}$$

Este estudio demostró la transmisión hídrica del brote.

“Mientras que la contaminación del agua de Broad Street con las evacuaciones de los enfermos da la explicación exacta al terrible brote de la Parroquia de St. James, no hay otra circunstancia que ofrezca otra explicación, cualquiera que sea la hipótesis que se adopte sobre la naturaleza y causa de la enfermedad...”.

Pregunta 10:

Por qué Snow, además de estudiar la proporción de enfermos entre los que consumieron el agua, también analizó la proporción de enfermos entre los que no utilizaron la fuente de agua.

EJERCICIO

PARTE I

Una llamada urgente

El viernes 28 de diciembre de 1973, el Servicio Seccional de Departamento del Sur informó a la División de Información y Análisis Epidemiológico del Ministerio de Salud de Bogotá que en el área del Municipio de Quebradanegra se venía presentando una situación de emergencia por el desusado aumento de casos de enfermedad letal entre algunos animales de la región durante el último mes. Adicionalmente, las autoridades sanitarias locales y los médicos particulares habían venido observando un incremento inusitado, en los tres últimos días, de casos humanos diagnosticados como fiebre tifoidea y atribuidos a contaminación del agua con los cadáveres putrefactos de los animales

muertos, suposición que estaba reforzada por las creencias populares y por la propaganda hecha por el Centro Asistencial local sobre la conveniencia de la aplicación de la vacuna antitifoídica para evitar la enfermedad. En realidad, esto último fue lo que originó la llamada del Servicio Seccional en demanda de mayor cantidad de vacuna.

Pregunta 1:

Con la información anterior, qué hipótesis acerca de la situación presentada podría plantear usted en lo relativo a:

- a) Relación temporal entre la mortalidad animal y la morbilidad humana.
- b) Posible fuente de infección y tipo de fuente de infección.
- c) Posible modo de transmisión del agente.

Pregunta 2:

¿Qué información adicional solicitaría usted a la persona que hizo la llamada telefónica desde el Servicio Seccional?

PARTE II

Epizootia y epidemia

Más información telefónica

Se pudo saber, además, que entre el 25 de diciembre y el 28 de diciembre, día de la llamada, se habían presentado en la localidad 10 casos humanos de enfermedad cuya sintomatología estaba caracterizada por: temperatura de 37°C, cefalea retroorbitaria, dolor lumbar moderado, mareos, discreta incoordinación en la marcha, estreñimiento y náuseas.

La prueba de Vidal oscilaba entre 1:40 y 1:80. Ninguno de los casos en humanos había sido fatal hasta el momento.

La prueba de Vidal. Método de diagnóstico de cólera, fiebre tifoidea y otras enfermedades infecciosas basado en la acción aglutinante del suero del enfermo sobre el agente causal específico del padecimiento. Se añade una gota de un cultivo en caldo de bacilos tíficos a una gota de suero sanguíneo del paciente, diluido en solución salina; si el enfermo padece tifoidea los bacilos del cultivo primero pierden su movilidad, después son aglutinados en masas irregulares visibles al microscopio.

Pregunta 3:

Con la información que se tiene hasta el momento, discuta usted el diagnóstico diferencial de la enfermedad:

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____

Pregunta 4:

¿Qué valor tienen los resultados de la prueba de Widal en los primeros días de un proceso febril sospechoso de fiebre tifoidea? ¿Es suficiente un solo resultado de Widal positivo para confirmar el diagnóstico?

Pregunta 5:

¿Coincide su diagnóstico con el de los médicos de Quebradanegra?
¿Qué prueba es más específica para confirmar fiebre tifoidea en la primera semana de la enfermedad?

PARTE III**Un dato importante**

Por otra parte, el informante agregó que entre el 25 de noviembre y el 28 de diciembre, día de la llamada, habían muerto cerca de 80 equinos en el Municipio, cuyos cadáveres habían sido incinerados unos pocos y otros continuaban en proceso de putrefacción, diseminados por el lugar.

Pregunta 6:

Este dato adicional, ¿modifica su diagnóstico y le hace sospechar alguna otra entidad?

Pregunta 7:

Con lo que conoce hasta el momento, ¿qué haría usted si fuera el epidemiólogo del Ministerio de Salud Pública que recibió la llamada en Bogotá ese viernes 28 de diciembre de 1973?

PARTE IV

Investigación en el terreno

El día 3 de enero de 1974, salió para el Municipio de Quebradanegra un grupo de epidemiólogos del Ministerio de Salud y del INPES para adelantar una investigación en el terreno.

Ecología

El Municipio aludido queda al sur de la Capital del Departamento, a 40 minutos por carretera, y está localizado en un valle rodeado de montañas y bordeado por el Río Magdalena. Su altitud es de 676 metros sobre el nivel del mar y su temperatura media de 27°C. Tiene una extensión de 664 km². Predomina la vegetación tropical con grandes extensiones de pastos y cultivos de arroz, sorgo y yuca. Hay también abundante ganado vacuno y caballo y algunas industrias de ladrillo. Las habitaciones son rudimentarias, sin protección de anjeos y rodeadas de aguas estancadas.

Población

La composición de la población del Municipio por grupos de edad y distribución urbano-rural aparece en el Cuadro 1.

La población rural está repartida en 12 veredas (Gráfico 1) y sus habitantes son generalmente pequeños propietarios agrarios y ganade-

ros que tienen como su centro de comercio y de abastecimiento el casco urbano, en especial los domingos, día del mercado tradicional. También se presenta en el Gráfico 1-A la población estimada de equinos por veredas o caseríos.

CUADRO 1

Población del Municipio de Quebradanegra por grupos de edad, sexo y distribución urbano-rural. Diciembre de 1973

<i>Grupo de edad (años)</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>	<i>M.</i>	<i>F.</i>	<i>Total</i>
1	311	445	380	376	756
1 - 4	1.124	1.611	1.370	1.365	2.735
5 - 14	2.360	3.382	2.875	2.867	5.742
15 y +	4.178	5.987	5.091	5.074	10.165
Total	7.973	11.425	9.716	9.682	19.398

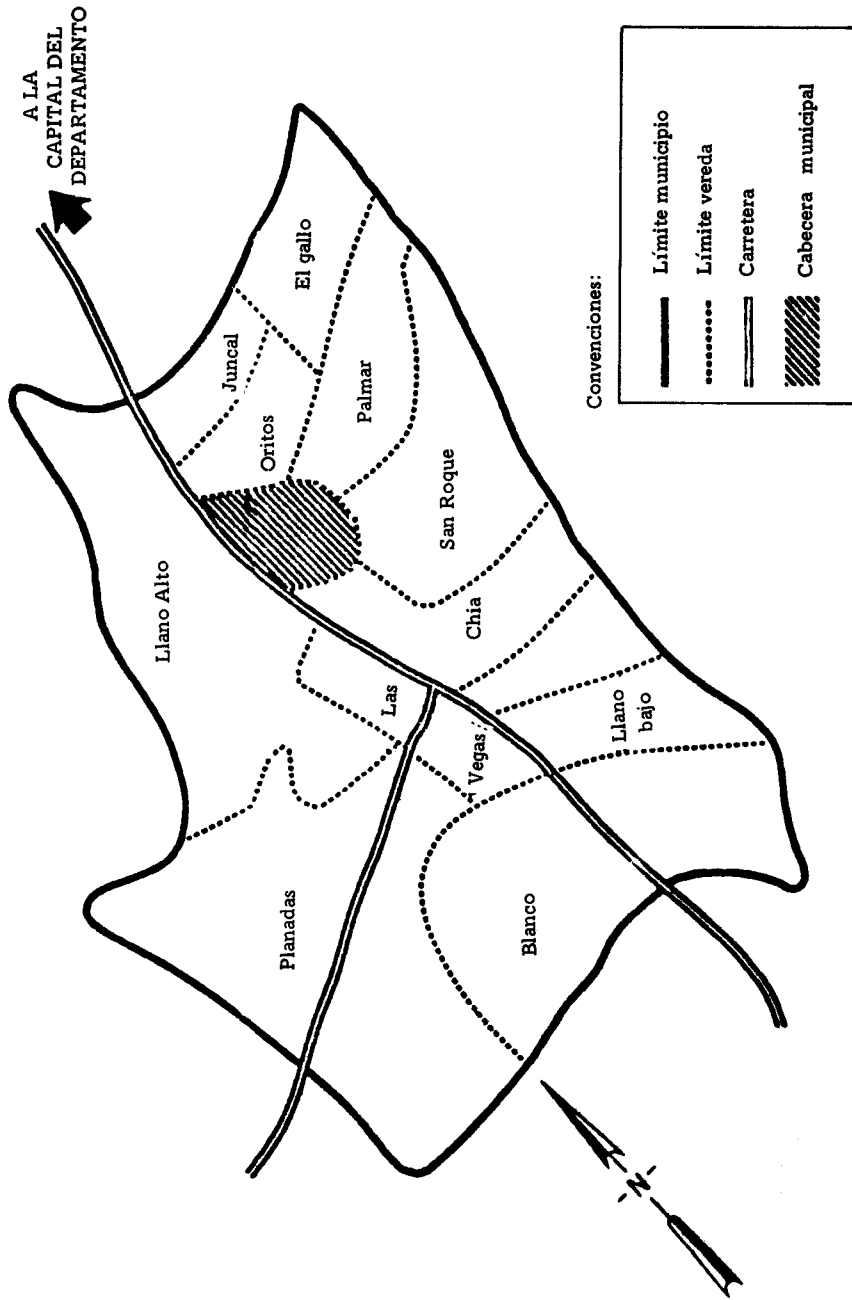
M. = Masculino
F. = Femenino

CUADRO 1-A

Población equina de Quebradanegra por Vereda

<i>Vereda</i>	<i>Población equina</i>
Palmar	55
San Roque	110
Cabecera Municipal	1.250
Llano Alto	42
Las Vegas	110
Placer	30
Blanco	142
Llano Bajo	200
Total	1.939

Mapa del Municipio de Quebradanegra, Colombia con sus doce veredas 1974



Mortalidad animal

Por información directa, obtenida de los habitantes y de las autoridades sanitarias, se confirmó que hacia el 25 de noviembre se habían comenzado a presentar casos de enfermedad en equinos que se caracterizaban por la siguiente evolución:

Al comienzo, el animal presentaba dificultad para la movilización de las extremidades posteriores y su andar se tornaba lento y tambaleante, con la cabeza y la cola caídas; la temperatura corporal ascendía rápidamente. A las pocas horas, las cuatro extremidades quedaban afectadas, y el equino para conservar el equilibrio, adoptaba una posición conocida como de "caballete" en la que abría las extremidades para aumentar su base de sustentación. Posteriormente su incoordinación era mayor y tal vez a causa de fuerte cefalea (producto de la congestión cerebral constatada luego en la autopsia) el animal empezaba a dar vueltas en un pequeño perímetro, golpeándose contra cercas y contra obstáculos naturales, hasta encontrar accidentalmente alguna cuneta o irregularidad en el terreno para luego caer e iniciar su fase de letargia y muerte. Todo este proceso dura entre 8 y 12 horas.

Pregunta 8:

Con la información que tiene hasta el momento, confirme o niegue su sospecha diagnóstica planteada en la respuesta a la pregunta 6.

¿Cuál es su diagnóstico clínico de la mortalidad animal?

Pregunta 9:

¿Cuáles otros datos sobre la epizootia quisiera conocer, que fueron factibles de obtener en el terreno?

PARTE V

Origen y evolución de la epizootia

Con la ayuda del promotor de saneamiento y por interrogatorio directo de los habitantes de la cabecera municipal, fue posible conseguir datos más completos sobre el origen y la distribución temporo-espacial de la epizootia.

El 25 de noviembre, día del mercado tradicional y a causa del transporte de productos hasta la cabecera municipal, había en ésta

una gran cantidad de equinos. La víspera, sábado 24 de noviembre, fue llevado a la población de Quebradanegra un caballo proveniente de la vereda Palmar y de propiedad del Sr. Luis Parra. El animal permaneció en el lugar a partir de las horas de la tarde y murió el día siguiente con la sintomatología y la evolución anotada anteriormente.

A partir de la fecha mencionada (25 de noviembre) se presentaron numerosas muertes de caballos y burros cuya localización espacial se resume en el Cuadro 2.

CUADRO 2

*Tasas de ataque de muertes de equinos por lugar de ocurrencia,
Quebradanegra, por Veredas, noviembre 25 a
diciembre 21 de 1978*

<i>Veredas</i>	<i>Núm. de muertes</i>	<i>Población</i>
Palmar	7 *	55
San Roque	2	110
Cabecera municipal	3	1 250
Llano Alto	8	42
Las Vegas	25	110
Placer	5	30
Blanco	8	142
Llano Bajo	7	200
Total	65	1 939

* Incluye el caso inicial

Nota: Calcule la tasa de ataque total y por vereda.

A partir del 22 de diciembre de 1973 y hasta el 5 de enero de 1974, las muertes de equinos continuaron presentándose. El grupo de investigadores pudo saber la fecha de muerte de estos últimos casos y su distribución aparece en el Cuadro 3.

CUADRO 3

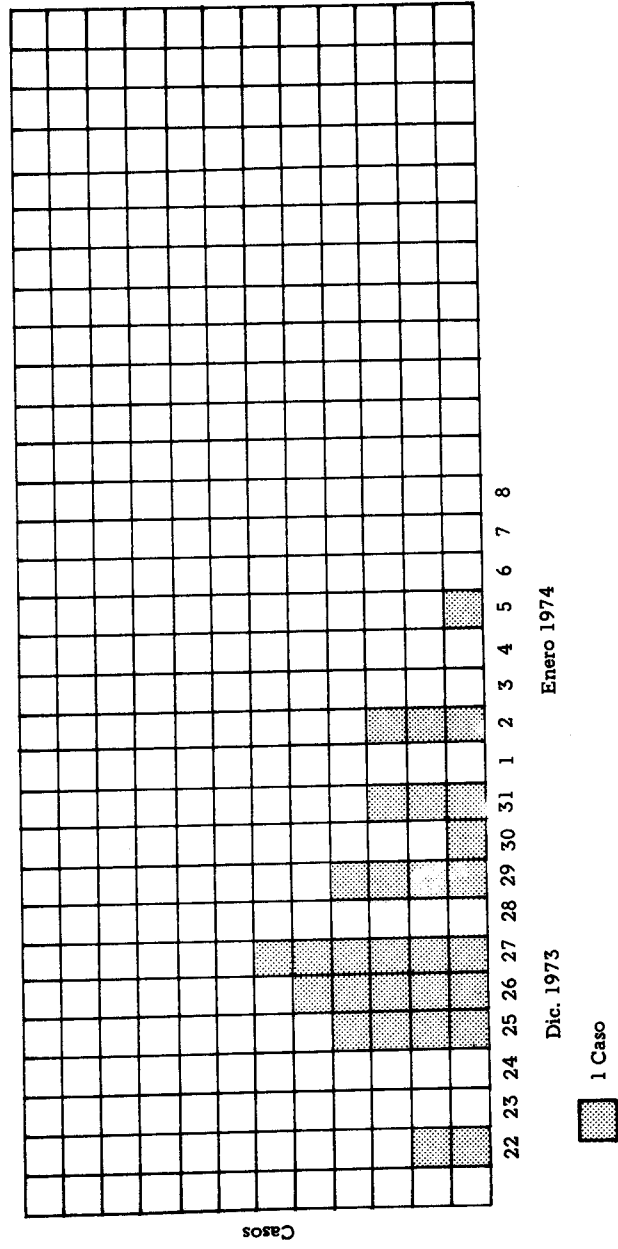
*Muertes equinas según fecha de defunción del animal,
Quebradanegra, diciembre 22 de 1973 a
enero 5 de 1974*

<i>Fecha</i>	<i>Núm. de muertes</i>
<u>1973</u>	
Dic. 22	2
25	4
26	6
27	5
29	4
30	1
31	3
<u>1974</u>	
Ene. 2	3
5	1
Total:	<u>29</u>

Pregunta 10:

¿Cuál es la diferencia entre caso primario y caso índice? ¿Dentro de cuál categoría podría colocarse el caballo de propiedad del Sr. Luis Parra?

FIGURA 1
Muertes equinas por fecha de inicio
Quebradanegra dic. 22/73 - enero 5/74
Colombia



Pregunta 11:

En el mapa que aparece en el Gráfico 1, sitúe los datos del Cuadro 2.

- a) ¿Cómo interpreta usted esta distribución de las muertes de equinos?
- b) ¿Qué modo de transmisión lo inclina a sospechar?
- c) ¿Es esta distribución compatible con la información que se obtuvo sobre el origen de la epizootia?
- d) ¿Qué elemento se requiere para que la cadena de transmisión que ha sospechado sea congruente con los hechos?

Pregunta 12:

Utilizando el Gráfico 2, trace una curva epizootica con los datos de mortalidad equina que aparecen en el Cuadro 3.

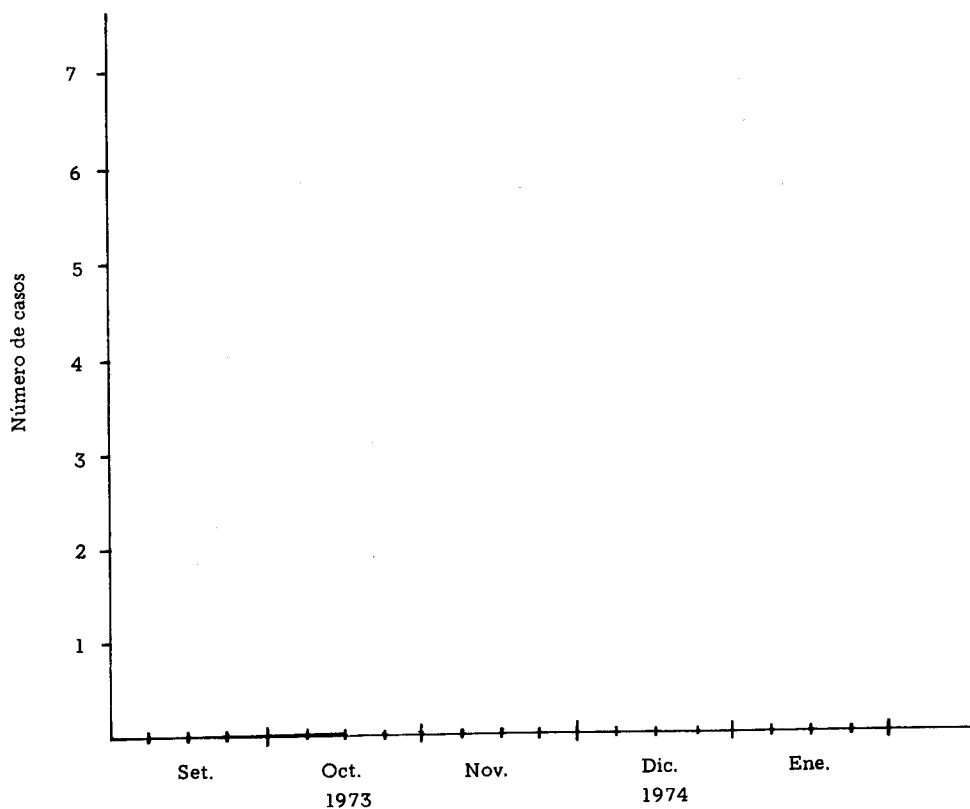
¿La distribución temporal de las muertes equinas es compatible con el análisis de los datos sobre distribución espacial?

Pregunta 13:

Resuma lo que conoce sobre la epizootia en términos de origen, modo de transmisión, tipo de fuente de infección y distribución tiempo-espacial.

GRAFICO 2

*Muertes de equinos, según fecha de defunción del animal,
Quebradanegra, dic. 22/73-ene. 5/74*



PARTE VI

Origen y evolución de la epidemia*Morbilidad en humanos*

A la entrada de la cabecera municipal se encuentra el Hospital "El Trisagio", principal centro asistencial de la zona, que funciona en una amplia edificación. Tiene 39 camas y está manejado por personal pro-

fesional (un médico, un odontólogo y una bacterióloga) y auxiliar (auxiliares de enfermería y un promotor de saneamiento). Presta atención a las casi 20 000 personas de su área de influencia.

El día 5 de enero, el grupo de investigadores encontró que había 18 pacientes hospitalizados con la sintomatología que ya conocemos y que, bajo el diagnóstico de fiebre tifoidea, recibían tratamiento a base de cloranfenicol, líquidos parenterales y analgésicos.

Pregunta 14:

¿De qué manera analiza usted la información sobre morbilidad en los pacientes del hospital a la luz de los datos anteriores?

Pregunta 15:

¿Qué acción propondría usted para determinar que la prevalencia del día 5 de enero podría superar el patrón habitual y así poder concluir que se estaría frente a una situación epidémica?

PARTE VII

Estudio de la tendencia anterior

Para poder comparar la incidencia observada con el patrón habitual de incidencia de casos similares, se revisaron las historias clínicas del hospital desde el 1 de julio de 1973 hasta el 7 de enero de 1974.

Se estudiaron 650 historias clínicas seleccionándose aquellas que con diagnóstico de "Síndrome Febril Agudo" (SFA) presentaban características iguales o no a los actuales diagnósticos del mismo síndrome y que venían siendo tratados como cuadros de fiebre tifoidea.

Se encontró, en efecto, que aquellos diagnósticos de SFA, caracterizados por una gran variedad de signos y síntomas, con una evolución promedio de 8 días, estaban mezclados dentro del amplio concepto de SFA con un cuadro cuya sintomatología y evolución lo hacían compatible con encefalitis equina venezolana en humanos.

En el Cuadro 4 se presenta la incidencia mensual de casos de SFA, compatibles y no compatibles con casos humanos de encefalitis equina venezolana, entre julio de 1973 y enero de 1974.

CUADRO 4

*Número de casos de SFA, compatibles y no compatibles con
Encefalitis Equina Venezolana en humanos,
Quebradanegra, julio 1973-enero 1974*

<i>Mes</i>	<i>SFA compatible con EEV</i>	<i>SFA no compatible con EEV</i>	<i>Total</i>
Julio	—	6	6
Agosto	—	5	5
Septiembre	—	5	5
Octubre	—	5	5
Noviembre	—	6	6
Diciembre	7	5	12
Enero	20	5	25

Los 27 casos de SFA compatibles con EEV en humanos, que aparecieron hacia fines de diciembre de 1973 y comienzos de enero de 1974, que pudieron ser estudiados personalmente por el grupo de investigadores, tuvieron su fecha de iniciación (hospitalización), como se muestra en el Cuadro 5.

CUADRO 5

Casos compatibles con EEV, según edad, sexo y fecha de iniciación (hospitalización), Quebradanegra, Dic./73-Ene./74

<i>Caso núm.</i>	<i>Edad (años)</i>	<i>Sexo</i>	<i>Fecha de iniciación</i>
1	44	M	Diciembre 28
2	24	F	30
3	42	M	30
4	36	M	Enero 2
5	40	M	2
6	16	M	3
7	53	M	3
8	8	M	3
9	7	M	3
10	13	F	4
11	2	F	4
12	17	M	4
13	15	M	4
14	16	M	4
15	18	F	4
16	48	M	4
17	54	M	4
18	21	M	4
19	16	M	4
20	11	M	5
21	14	M	6
22	32	M	6
23	23	F	7
24	9	M	7
25	8	M	7
26	15	M	7
27	15	M	7

Pregunta 16:

Con los datos del Cuadro 4, construya un gráfico lineal diferenciando la tendencia del SFA compatible con EEV, del SFA no compatible con EEV y del total, en el Gráfico 3 que se adjunta.

¿Qué conclusiones obtiene de su análisis?

Pregunta 17:

Con los datos del Cuadro 5, elabore una curva epidémica de casos humanos en el mismo Gráfico 2 que le sirvió para la curva de muertes en animales.

- a) ¿Qué relaciones temporales puede apreciar en la aparición de la epizootia y el comienzo de la epidemia?
- b) ¿Cuántos días transcurrieron entre el punto de mayor incidencia de la epizootia y el de la epidemia?
- c) Considerando que el período de incubación de la encefalitis equina venezolana en el hombre oscila entre 5 y 15 días (mediana 11 días), ¿existe congruencia entre las relaciones temporales del fenómeno epizoótico y del epidémico? ¿Por qué?
- d) ¿A que atribuye la terminación de la epizootia y de la epidemia?

Pregunta 18:

Con los datos de los Cuadros 1 y 5, obtenga tasas de ataque por edades y anótelas en el Cuadro 6. ¿Qué conclusiones puede obtener de su análisis?

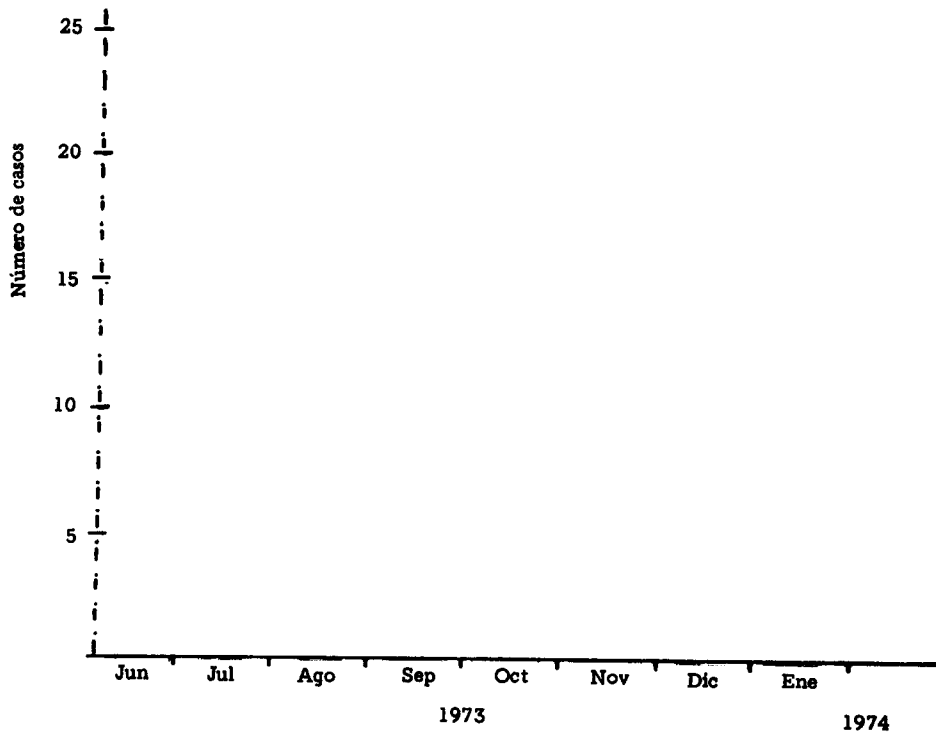
CUADRO 6

Tasas de ataque del síndrome febril agudo (SFA) compatible con EEV, por grupos de edad, Quebradanegra, Dic./73-Ene./74

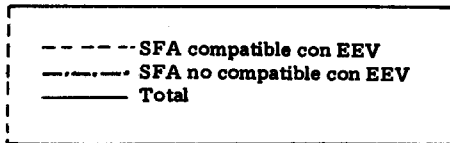
<i>Edad (años)</i>	<i>Núm. de casos</i>	<i>Población</i>	<i>Tasa de ataque %</i>
1 - 5	1	756	0.13
5 - 14	7	8 477	0.08
15 y más	19	10 165	0.19
Total	27	19 398	0.14

GRAFICO 3

*Incidencia de casos de SFA compatibles y no compatibles con
Encefalitis Equina Venezolana en humanos,
Quebradanegra, Jul./73-Ene./74*



CONVENCIONES:



Pregunta 19:

Basado también en los datos de los Cuadros 1 y 5, obtenga tasas de ataque por sexo y anótelos en el Cuadro 7. Considere que la población

del Municipio de Quebradanegra tiene un 51% de mujeres y 49% de hombres en cada grupo de edad.

CUADRO 7

Tasas de ataque de SFA compatibles con EEV, por sexo, Quebradanegra, dic./73-ene./74

Edad	Hombres			Mujeres		
	Casos	Población	T. de A %	Casos	Población	T. de A %
5	0			1		
5 - 14	5			1		
15 y +	17			3		
Total	22			5		

Pregunta 20:

¿Qué hipótesis puede proponer del análisis de los dos cuadros anteriores (Cuadros 6 y 7) en lo relativo al riesgo de adquirir la enfermedad?

Pregunta 21:

¿A qué se designa como “variable de confusión” en epidemiología analítica?

Pregunta 22:

¿Qué otra información es necesaria para explicarse tanto el fenómeno epizootico como el fenómeno epidémico, sus relaciones temporoespaciales y el modo de transmisión de la enfermedad?

PARTE VIII

Vector y reservorio

Los investigadores dirigieron sus pesquisas también hacia la búsqueda del vector y del reservorio del agente.

En efecto, en las veredas de Oritos y en la Cabecera Municipal se

capturaron mosquitos de los géneros *Culex*, *Anopheles* y *Psorophora*, reconocidos vectores biológicos del virus de la encefalitis equina venezolana. Estos vectores fueron capturados especialmente entre las 5 y las 8:00 p.m. También comprobaron la presencia de una rata de pastos y malezas bajas, que se ha reconocido igualmente como reservorio natural del mismo agente.

Pregunta 23:

Finalmente, ¿qué otros pasos hay que dar para completar el estudio?

PARTE IX

El agente

Para confirmar la evidencia clínica y epidemiológica de que se trataba de una epizootia de encefalitis equina venezolana a la cual había seguido una epidemia de casos compatibles con EEV en humanos, se tomaron muestras de suero equino y humano, además de especímenes de autopsia de dos animales muertos.

Las muestras y los especímenes fueron procesados en el Laboratorio Nacional de Salud y las hipótesis diagnósticas y epidemiológicas fueron comprobadas al aislarse el arbovirus del Grupo A, responsable del brote y al detectarse títulos altos de anticuerpos para este virus.

Pregunta 24:

¿Qué medidas de control recomendará?

XII. Control de las enfermedades en las poblaciones animales

CONTROL DE LAS ENFERMEDADES EN LAS POBLACIONES ANIMALES

Atención a los rebaños

El conocimiento epidemiológico aporta una valiosa contribución para el diseño, ejecución y evaluación de los programas de prevención y control de enfermedades. En la fase inicial, la información epidemiológica nos permite seleccionar con mayor precisión las poblaciones animales y los factores hacia los cuales debemos dirigir nuestras acciones. Durante la operación de los programas, la recolección y análisis de datos realizados en forma sistemática puede permitir reorientar no sólo la dirección de las acciones de control, sino sugerir la necesidad de nuevas medidas o estrategias. Finalmente, el impacto logrado en términos de reducción de casos y defunciones sólo puede ser medido si existe una adecuada base de datos que nos permita comparar la situación inicial en relación a la obtenida, una vez que los programas de control han sido ejecutados.

La utilización de los datos puede contribuir a elevar la eficiencia de los programas de prevención de las enfermedades transmisibles, sobre todo en donde la desigualdad en el desarrollo de los servicios de salud animal y la limitación de los recursos constituyen restricciones reales del sistema.

Los servicios de salud animal, a nivel local, tienen que mantener su doble acción: a) *proveer atención a los animales* según las necesidades individuales de cada propietario y, b) *desarrollar las acciones dirigidas a los rebaños en su conjunto*, según normas y prioridades establecidas.

El primer grupo de acciones dirigidas a la *atención de los animales* se refieren, de manera específica: primero, evitar que sus animales sanos enfermen, y segundo, que los que han enfermado sean pronta y adecuadamente atendidos.

Las acciones dirigidas al rebaño en su conjunto se llevan a cabo a través de la organización de los programas o campañas de prevención y control de enfermedades. Acciones corrientes que los servicios de salud animal desarrollan son, por ejemplo: el control de la peste porcina, el programa de vacunación contra Newcastle, el programa de control de las enfermedades vesiculares.

Desde el punto de vista estratégico, la operación de las acciones de salud animal se realiza ya sea en forma de programas o de campañas

específicas. Para que las medidas de prevención y control de enfermedades adquieran la categoría de *programas*, es requisito que éstas no sean resultado del azar o de la improvisación, sino que una clara definición de objetivos y metas, donde cada uno de los participantes de los servicios de salud animal contribuya a alcanzarlas de manera organizada y cuyos logros puedan ser motivo de evaluación.

El programa ofrece sus servicios de manera continua a la población animal. Programas bien organizados establecen con claridad sus objetivos y forma de trabajo, de manera tal que los ganaderos puedan aprovechar al máximo los beneficios ofrecidos en salud animal.

Hay ocasiones en que la ocurrencia de una epidemia, o una situación de emergencia, obliga a concentrar la utilización de los recursos (humanos y materiales) en forma intensa y por un período limitado de tiempo. Esto caracteriza una *campana*. La campaña es, por lo tanto, una acción temporal con un fin determinado y específico. Por ejemplo: una campaña de vacunación anti-encefalitis equina, la campaña de desinfestación del gusano barrenador.

Tradicionalmente, tanto los varios programas, como las campañas, se han ejecutado de manera aislada e independiente entre sí. La tendencia actual es buscar la integración sobre todo a nivel local, de manera tal que permita la utilización común de los recursos disponibles.

ALCANCE DE LAS MEDIDAS DE CONTROL

Desde el punto de vista del alcance de las acciones de prevención y control de enfermedades, los siguientes niveles son comúnmente aceptados:

1. *Individual*: Cuando el objetivo de las medidas aplicadas se limita a la protección de la salud, o la prevención y curación de una enfermedad en un animal o en un hato.

2. *Control de la enfermedad*: El uso de medidas dirigidas a las poblaciones animales, con el fin de disminuir la morbilidad y mortalidad. El nivel del control dependerá de la enfermedad que se trate, de los recursos a emplear y de las actitudes de los ganaderos. Por ejemplo: la detección de animales positivos a tuberculosis en un hato bovino, con el objeto de reducir la incidencia de la tuberculosis bovina a niveles que sean compatibles con la erradicación, sin afectar o colocar en situación crítica la economía de la finca o del ganadero.

3. *Eliminación de la enfermedad* como un problema de salud animal. Este nivel corresponde a aquellas situaciones donde ya no existen casos de la enfermedad, pero aún persisten las causas que potencialmente pueden producir la enfermedad. Por ejemplo: en zonas infestadas por culex subgénero melanoconion, aún en ausencia de la circulación del virus de EEV, la simple presencia del vector constituye un riesgo potencial para una eventual ocurrencia de casos.

4. *Erradicación de la enfermedad*, cuando no sólo se han eliminado los casos clínicos sino las causas (en particular el agente) que potencialmente puedan producir la enfermedad.

Es importante señalar que la erradicación de una enfermedad adquiere su real significado, cuando ésta se da a nivel mundial. Por ejemplo: aunque la peste suina africana ha sido "erradicada" de ciertas partes del mundo, la eventual importación, ya sea de carne o portadores de zonas infectadas, puede comprometer esta llamada "erradicación". Por lo tanto, cuando una enfermedad ha desaparecido a escala nacional y regional, pero no mundial, del estatus de la zona libre es sólo un gradiente eliminación.

Para que se pueda establecer el alcance de las medidas de prevención o control, que se pretenda aplicar (individuales o de hato, control, eliminación o erradicación) y la estrategia que se pretenda adoptar (programa-campaña), es fundamental conocer:

- A. Los factores que determinan la persistencia de la enfermedad.
- B. La eficacia de las medidas disponibles.
- C. La factibilidad operacional y costo.

A. Los factores que determinan la persistencia de la enfermedad, han sido revisados en la Unidad I

B. La eficacia de las medidas disponibles es determinada por su capacidad de prevenir o curar las enfermedades en los hatos o rebaños.

Para establecer la eficacia de las medidas, debemos comparar los resultados obtenidos con los resultados esperados.

Cuando aplicamos una vacuna, el resultado esperado sería que:

1. Ninguno de los vacunados se enfermará.
2. Todos los casos que vengan a ocurrir sean en animales no vacunados.

Esta situación nos daría una eficacia del 100%. Las diversas vacunas disponibles tienen grados de eficacia variable. Por ejemplo, la vacuna contra el antrax tiene una eficacia de aproximadamente 95% en bovinos, mientras que la vacuna contra la aftosa tiene solamente el 85% de eficacia.

Cuando la proporción de casos *en vacunados* y la de casos *en no vacunados* es la misma, la eficacia de la vacuna es nula (o de 0%) o sea, el hecho de que se aplicó en un determinado hato no disminuyó el riesgo de enfermarse de este hato. En otras palabras, la aplicación de la vacuna fue equivalente a no haber hecho nada.

Cuando usamos una droga para el tratamiento de una enfermedad, el resultado esperado es la cura de la enfermedad. Como ocurre con las vacunas, la eficacia de las drogas también es variable.

Algunas medidas como, por ejemplo, el aislamiento o segregación de enfermos, no traen beneficio alguno para el enfermo mismo, pero su eficacia puede ser determinada por su capacidad de evitar o reducir el número de casos entre los contactos del enfermo y, en consecuencia, limitar la propagación de la enfermedad.

Además del grado de eficacia de cada medida, debemos considerar la *duración* de esta eficacia. Por ejemplo, la vacuna contra la fiebre aftosa (oleosa) protege por períodos de más de 6 meses, mientras que la vacuna contra la rabia bovina protege por más de 12 meses.

Algunas medidas tienen como ventaja adicional el hecho de que cuando aplicadas a un animal traen beneficios a otros. El tratamiento de un can con leptospirosis, por ejemplo, resulta eficaz, no sólo para el

enfermo mismo sino que disminuye el riesgo de enfermar de sus contactos.

Por último, debemos considerar, en relación a la eficacia, el hecho de que las medidas aplicadas sobre el medio ambiente tienen un impacto sobre varias enfermedades, siempre y cuando éstas tengan el mismo mecanismo de transmisión o la misma fuente de infección.

Por ejemplo, las shigelosis, las salmonelosis y enteritis, debidas a otras bacterias, son reducidas por la clorinación del agua.

C. La factibilidad operacional y costo

Las medidas de prevención o de control sólo tendrán un impacto sobre la incidencia o la prevalencia de las enfermedades si permiten reducir o interrumpir la transmisión de las mismas. Para ello, hay que aplicarlas a un nivel adecuado de cobertura de las poblaciones. Para alcanzar esta cobertura, una serie de requisitos deben ser considerados:

1. La extensión y la organización de los servicios de salud animal.
2. El valor o precio de la medida que se pretende aplicar (drogas, vacunas, insecticidas, material educativo, rifle sanitario, cuarentena).
3. El tipo de personal que se requiere. Hay medidas que pueden ser aplicadas y controladas por personal auxiliar (vacunaciones, rociamiento de establos o animales, etcétera); otras necesitan de personal profesional especializado (tratamiento de enfermos, control de la contaminación ambiental, etcétera).
4. El equipo necesario y la complejidad de su manejo.
5. La frecuencia con que se debe aplicar la medida. Algunas vacunas son usadas en dosis única (rabia bovina, cólera porcino en animales de corte, brucelosis bovina) otras en dosis múltiples (rabia canina, aftosa). El tratamiento de la brucelosis en equino debe ser continuo por lo menos 12 meses; la vacunación antirrábica canina debe ser repetida anualmente; la clorinación del agua debe ser un proceso continuo, etcétera.
6. Los efectos secundarios de las medidas. Por ejemplo, sobre los porcinos: reacciones (digestivas, cutáneas, etcétera) a drogas, vacunas, insecticidas; o sobre el ambiente: contaminación de alimentos y del agua por la aplicación de pesticidas a los animales, reacciones post-vacunales, etcétera.
7. La oportunidad para la aplicación de la medida. Debemos con-

siderar: a) el intervalo de tiempo para que la medida se torne eficaz. Vacunas: 10 días en promedio, Antibióticos: con protección prolongada, inmediata destrucción de alimentos contaminados. b) La variación estacional de la enfermedad. Los insecticidas deben ser aplicados en la estación seca. Las vacunaciones deben ser aplicadas en el período en que la incidencia de la enfermedad es más baja, o sea antes de un período esperado de ascenso de la incidencia. c) Durante operaciones de manejo. Las vacunaciones y dosificaciones antiparasitarias del ganado deben ser aplicadas durante el destete, cuando se reúne el ganado, etcétera.

8. La aceptabilidad por los propietarios de animales. La aceptación por parte de la comunidad ganadera juega un papel determinante en la selección de las medidas de control a aplicar. Elementos como costo al usuario, reacciones secundarias, prestigio del producto, creencias individuales y de grupo, constituyen una parte importante en el proceso de selección de las medidas de control.

Pregunta 1: Explicar en no más de 5 líneas su concepto de control de la enfermedad de la población.

Pregunta 2: Las acciones dirigidas al rebaño en su conjunto se llevan a cabo a través de la organización de los programas o campañas de prevención y control de enfermedades.
Esta aseveración es: ()

- a. Verdadera
- b. Falsa

Pregunta 3: La campaña se define como acciones que se realizan en la atención primaria del hato en forma continua, constante a través del tiempo. El programa es específico y temporal.

Esta afirmación es: ()

- a. Verdadera
- b. Falsa

Pregunta 4: De acuerdo a su experiencia, señale tres medidas de control a nivel regional y sus objetivos respectivos.

- a. _____

- b. _____

- c. _____

Pregunta 5: Señale la diferencia entre eliminación y erradicación de la enfermedad. Dé ejemplo de una enfermedad que haya sido eliminada en su área de trabajo o en el país o Región.

Pregunta 6: La aceptación de la medida de control, por parte de los ganaderos, tiene una importancia fundamental para el desarrollo del programa y obtención de resultados favorables. Dé algún ejemplo de su experiencia personal en que eso haya ocurrido.

Pregunta 7: Señale 4 acciones de control para evitar la introducción y propagación de zoonosis.

- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____
- 4. _____

Pregunta 8: Señale 4 medidas que se aplican en su área de trabajo para evitar el contacto huésped-agente. Dé ejemplos.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

TIPOS DE MEDIDAS DE CONTROL

En esta sección del curso revisaremos los diversos tipos de control de uso común.

Las medidas de control pueden ser clasificadas de acuerdo al área objetivo hacia el cual están dirigidas, ya sea al animal mismo, al hato o rebaño, al propietario y al medio ambiente (animado o inanimado).

Analicemos ahora las medidas de control según el área objetivo hacia la cual estarían enfocadas.

Medidas dirigidas al hato

a) *Detección precoz*

Posiblemente una de las armas más eficaces para la prevención de enfermedades es el diagnóstico precoz, principalmente en lo que se refiere a infecciones de tipo subagudo o crónico. Como ejemplos debemos mencionar entre otros, a la aplicación precoz de tuberculina, y las de aglutinación para la detección de brucelosis y pullorosis (*Salmonella pullorum*).

b) *Aislamiento - inmovilización*

Si bien no necesariamente el aislamiento implica inmovilización así como tampoco inmovilización implica aislamiento, desde el punto de vista de la efectividad del aislamiento, éste deberá estar acompañado siempre de la inmovilización.

c) *Particulares o específicas*

Están encaminadas a mejorar la habilidad del huésped para resistir el ataque de agentes productores de la enfermedad ya sea disminuyendo

la susceptibilidad del individuo o aumentando su resistencia para responder mejor a la agresión y reparar el daño sufrido. Ejemplos comunes son: aplicación de vacunas, el uso profiláctico de productos inmunológicos o medicamentos, así como la aplicación de medidas curativas.

Medidas dirigidas al propietario

- a) Explicación del problema sanitario de los animales en una forma que les sea comprensiva.
- d) Estimularle o proporcionar información retrospectiva sobre sus animales.
- c) Estimularle a colaborar en las medidas de cuarentena y restricciones que sean necesarias sobre movilización de personas y animales.
- d) Estimularle a emplear medidas de manejo y alimentación que eviten la presentación de nuevos casos.
- e) Estimularle a obtener información diaria de sus animales y al establecimiento de medidas que permitan mantener una vigilancia epidemiológica de los problemas sanitarios.

Medidas dirigidas al ambiente

1. *Aquellas que inciden sobre el ambiente animado*

Diversas formas biológicas afectan la salud animal e incluyen virus, bacterias, protozoarios, metazoarios, hongos, artrópodos, moluscos y ciertas plantas. Algunas de estas formas pueden producir enfermedad, otras pueden ser únicamente transmisoras en ciertos momentos y ser inofensivas en otros.

Las medidas de prevención y control pueden enfocarse a la destrucción del agente; a evitar el contacto entre huésped y agente, o a interrumpir la transmisión por huéspedes o vectores intermedios.

- a) *Destrucción del agente.* Medidas tradicionales como el cocimiento de la comida, pasteurización de la leche y rotación de pastos son algunos de los ejemplos que ilustran esta medida de prevención y control.
- b) *Evitar el contacto huésped-agente.* Las acciones fundamentales se dirigen a:
 - evitar que el agua, alimentos y suelos sean contaminados con cualquier agente nocivo.
 - el aislamiento y limitación de movimiento de casos altamente

contagiosos en situaciones donde existe un gran número de susceptibles en el área.

- búsqueda, identificación y tratamiento de portadores, ya sea como resultado del seguimiento de casos hasta su período de convalecencia, o a través de las investigaciones de campo realizadas como consecuencia de un brote epidémico.

c) *Interrupción de la transmisión por huéspedes o vectores intermedios (biológicos o mecánicos)*

Las medidas de control dirigidas a interrumpir la transmisión por huéspedes o vectores intermedios, generalmente son complejas y requieren de un conocimiento detallado del comportamiento tanto del agente causal, el intermediario y la ecología misma donde la enfermedad prevalece.

Diferentes medidas se han diseñado para interrumpir el ciclo vital del agente transmitido por vectores.

Las medidas varían según la enfermedad en cuestión, pero las comunes incluyen algunos de los siguientes pasos:

1. Evitar el contacto entre el vector y el animal infectado.
2. Tratando al animal infectado para que deje de ser fuente potencial de infección, o eliminándolo.
3. Exterminando el vector.
4. Previniendo el contacto entre un vector infectado y un animal susceptible.

Los huéspedes intermedios se refieren a vertebrados y se incluyen tanto animales domésticos como salvajes. Las enfermedades que afectan a estos animales a su vez pueden propagarse al hombre (Zoonosis). Algunas de estas zoonosis se transmiten directamente al hombre, ya sea por el contacto entre hombre susceptible y animal enfermo o sus excretas (leptospirosis, brucelosis) por la agresión del animal al hombre (rabia); por contactos con productos animales (antrax) o por consumo de productos animales infectados (cisticercosis, estafilococosis, salmonelosis).

Las acciones de control para evitar la introducción y propagación de zoonosis generalmente son:

1. Tratamiento, sacrificio o segregación de animales enfermos.
2. Inmunizar a los animales cuando existen medidas específicas de protección.
3. Evitar contacto entre animales enfermos y el hombre.
4. Esterilización de productos animales dispuestos para el consumo.
5. Eliminación de roedores domésticos.
6. Eliminar vectores biológicos o mecánicos.

2. Medidas aplicables al medio ambiente inanimado

El ambiente inanimado contiene diferentes factores que pueden influir en la salud animal, agentes como calor, frío, productos químicos, etcétera. Estos agentes se originan ya sea en forma natural o como consecuencia de condiciones y procesos agro-industriales.

La vida moderna ha creado nuevos riesgos tanto a nivel doméstico como ocupacional. El reconocimiento adecuado de estos nuevos riesgos y los resultantes de sus combinaciones es sumamente complejo. Las acciones de prevención y control habitualmente consisten en una serie de reglamentos y estándares que deben ser observados y cuya aplicación frecuentemente requiere ser sancionada en forma de leyes.

En resumen, las medidas de prevención y control variará según la naturaleza del problema. Generalmente, se acepta que cada problema de salud animal (incluyendo las enfermedades transmisibles) son el resultado de interacciones complejas entre animales sanos y enfermos; medio ambiente, agentes patógenos y estilos de explotación. A medida que las acciones de control sean más específicas, mayor será la posibilidad de corregir el problema.

EJERCICIO

Control de enfermedad

TRABAJO INDIVIDUAL

1. Seleccione las medidas que considere adecuadas para un programa de control de la enfermedad que corresponda a su grupo. (Consulte la relación anexa, si es necesario).
2. Complete el formulario siguiente ubicando las medidas relacionadas en la columna correspondiente y valorando *la eficacia, costo y aceptabilidad* de cada una de ellas, Use la letra A (alto), M (Mediano), y B (Bajo).

TRABAJO EN GRUPO

1. Discuta las etapas 1 y 2 del trabajo individual con su grupo, y en conjunto elabore un formulario final indicando las medidas en orden

decreciente de importancia para utilización en un programa de control de esa enfermedad.

2. Señale las medidas que son de *responsabilidad directa del servicio de salud*.

ALGUNAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE USO FRECUENTE

1. Aislamiento
2. Almacenamiento, Manipulación y Comercialización Sanitariamente adecuada de los alimentos.
3. Aplicación de Gama Globulina/Sueros Específicos
4. Búsqueda y Tratamiento de Portadores
5. Cambios en Administración Pecuaría
6. Cocción de los Alimentos
7. Clorinación del Agua
8. Cuarentena
9. Desinfección
10. Desinfestación
11. Destrucción Sanitaria de vísceras
12. Detección de reservorios humanos y extra humanos
13. Diagnóstico y Sacrificio de enfermos
14. Eliminación de Vectores
15. Eliminación Sanitaria de la Basura
16. Esterilización de Agujas y Jeringas
17. Fumigación
18. Inspección Sanitaria de Mataderos
19. Mejoramiento de albergues
20. Mejoramiento del Estado Nutricional
21. Pasteurización de la Leche
22. Protección de las Abastos de Agua
23. Quimioprofilaxis
24. Rociamiento de Albergues
25. Sacrificio por rifle Sanitario
26. Segregación
27. Transporte de ganado
28. Tratamiento de Casos
29. Vacunación
30. Vacunación de contactos

Métodos de erradicación

La erradicación, a diferencia de la prevención y el control, objetiva la obtención de cambios permanentes a nivel de la presencia de una enfermedad, excluyendo definitivamente el agente mismo.

Los niveles de erradicación van desde pequeñas áreas marginales donde esta operación puede ser relativamente fácil, hasta la compleja y difícil de enfermedades a nivel continental o mundial. En todos los casos una evaluación económica profunda debe acompañar la decisión de procederse a erradicar cualquier enfermedad de los animales.

Los métodos de combate, específicamente utilizados para la erradicación, son pocos, pero generalmente se complementan con los métodos ya vistos para la prevención y el control.

Diagnóstico y sacrificio

Este método de control puede aplicarse en todas aquellas instancias que permiten un diagnóstico masivo (en una población) y la separación de los animales reactivos para un sacrificio prematuro. Es indudable que este método sólo puede ser utilizado cuando la prevalencia de la enfermedad es relativamente baja. Su objetivo es eliminar posibles portadores sanos (fuentes de infección) y como tal puede contar con el recelo o la oposición del ganadero poco esclarecido, siendo necesario desarrollar amplias campañas de divulgación para lograr la aceptación de estas medidas.

El sacrificio por rifle sanitario

Excluye la utilización del animal sacrificado, tratándose de eliminar en el lugar de la operación toda posibilidad de permanencia o difusión del agente tanto en el huésped como en el ambiente. Su complementación con procedimientos de desinfección física o química es, por lo tanto, fundamental. Por otro lado, se requiere el sacrificio de absolutamente todos los enfermos y posibles contactos para asegurar la desaparición de todas las fuentes de infección.

Enfermedad: _____

Medidas Seleccionadas	Eficacia	Costos de Recursos Necesarios		Aceptabilidad
		Materiales	Humanos	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Enfermedad: _____

Medidas Seleccionadas	Eficacia	Costos de Recursos Necesarios		Aceptabilidad
		Materiales	Humanos	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

RESPUESTAS

ENFERMEDADES EN LAS POBLACIONES ANIMALES

Pregunta 1, e)

Pregunta 2, a)

Pregunta 3, Verdaderas: a), b)
Falsas: c), d)

Pregunta 4, c)

Pregunta 5, c)

Pregunta 6, d)

Pregunta 7, Rabia. La proporción de casos fatales es del 100%.
Ningún animal se recupera de la enfermedad.

Cólera Porcino. Tiene baja mortalidad, habiendo alta proporción de casos inaparentes y moderados

Pregunta 8, b)

Pregunta 9, d)

Pregunta 10, a) histoplasmosis (S) c) Fiebre Q (A)
b) antrax (S) d) Leptospirosis (A)

Pregunta 11, d)

Pregunta 12, c)

Pregunta 13, c)

Pregunta 14, e)

Pregunta 15, d)

Pregunta 16. Falsa

Pregunta 17. a) y c)

Pregunta 18. d)

Pregunta 19, e)

Pregunta 20, c)

Pregunta 21, b)

Pregunta 22, c)

Pregunta 23, a) y c)

CUANTIFICACION DE LOS PROBLEMAS DE SALUD

Ejercicio 1

a) 12

b) 6

Ejercicio 2

$$a) \frac{196}{107\,145\,000} \times 100\,000 = 0,18 \quad \frac{30}{15\,470\,000} \times 100\,000 = 0,19$$

$$b) \frac{8\,735}{10\,714\,500} \times 100\,000 = 81,5 \quad \frac{807}{1\,547\,000} \times 100\,000 = 52$$

$$c) \frac{15}{1\,150\,000} \times 100\,000 = 0,13 \quad \frac{10}{130\,000} \times 100\,000 = 7,6$$

d) *Vacuna humana*

$$1\,150.000 + 115.000 = 1\,265\,000 \quad 130\,000 + 13\,000 = 143\,000$$

Tratamientos

Tratamientos

e) *Vacuna canina*

$$\frac{10\ 714\ 500 \times 80}{100 \times X} = \frac{8\ 571\ 600}{\text{Dosis}} \qquad \frac{1\ 547\ 000 \times 80}{100} = \frac{1\ 237\ 600}{\text{Dosis}}$$

Pregunta 1:

- La población de animales a mediados de 1980 en el país X:
- La población de animales jóvenes al centro del período en las regiones A y B en el país.

Pregunta 2:

Los reactores positivos a la tuberculina fueron separados, por esta razón el número de casos nuevos disminuyó. Al no eliminarse los reactores antiguos y como siempre se presentaron casos nuevos la prevalencia se incrementó.

Pregunta 3:

$$\frac{5 - 100}{40 - X} \qquad \frac{100 \times 40}{5} = \frac{800}{5}$$

Pregunta 4:

d)

Pregunta 5:

- $\frac{14}{170\ 000} \times 100\ 000 = 8.23$
- $\frac{99}{66\ 350} \times 100\ 000 = 156.23$
- $\frac{20}{120\ 800} \times 100\ 000 = 16.6$

Pregunta 6:

$$a) \text{ B } \frac{26}{183\,000} \times 100\,000 = 14.2$$

$$b) \text{ B } \frac{300}{183\,000} \times 100\,000 = 163.9$$

Pregunta 7:

$$a) \frac{39 \text{ casos}}{87 \text{ participantes}} \times 100 = 44.8$$

$$b) \frac{29 \text{ casos}}{39 \text{ hombres}} \times 100 = 74.3$$

$$c) \frac{10 \text{ casos en mujeres} \times 100}{48 \text{ mujeres}} = \frac{20.8}{48}$$

$$d) \frac{33 \text{ casos en el grupo de 20-40 años} \times 100}{57 \text{ participantes entre 20-40 años}} = 57.9$$

Pregunta 8:

- a) Los números en la columna 4 son distribución proporcional de casos por edad.

$$\frac{3}{21} \times 100 = 14.3; \quad \frac{6}{21} \times 100 = 28.6; \quad \frac{5}{21} \times 100 = 23.8;$$

$$c) \frac{7}{21} \times 100 = 33.3$$

- b) Los números en la columna 5 son tasas de ataque por edad

$$\frac{3 \times 100}{48} = 6.3 \quad \frac{6 \times 100}{17} = 35.3 \quad \frac{5 \times 100}{23} = 21.7$$

$$B) \frac{7 \times 100}{109} = 6.4$$

Pregunta 9:

$$a) \frac{9 + 7 + 11 + 9 + 8 + 4 + 6 + 12 + 6 + 8 + 8 + 5}{12} = 7.75$$

$$b) 4, 5, 6, 6, 7, \underline{8}, 8, 8, 9, 9, 11, 12 = 8$$

$$c) 8$$

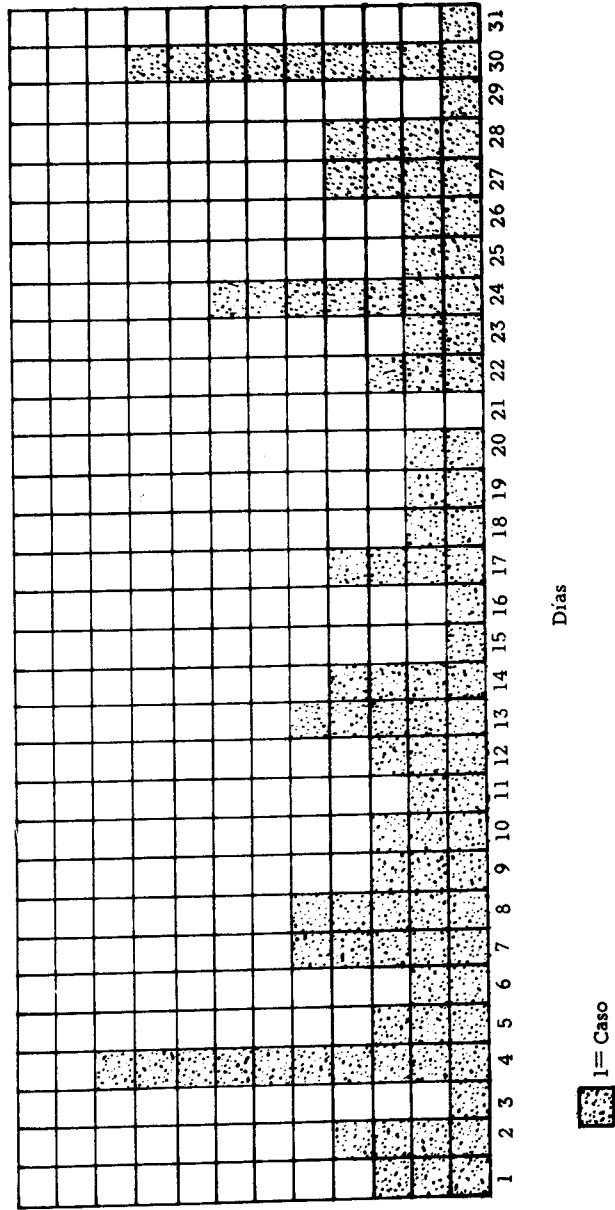
CUADRO 1

*Casos y tasas de ataque (por 100 000)
según áreas administrativas*

Estomatitis vesicular, Guatemala 1979

<i>Area</i>	<i>Casos</i>	<i>Población bovina</i>	<i>Tasa</i>
Guatemala	15	11 068	135.5
Escuintla	7	252 472	2.8
Santa Rosa	11	93 345	11.8
Jalapa	8	17 309	46.2
Jutiapa	10	111 598	8.9
Zacapa	0	43 124	0
Chiquimula	8	49 734	16.1
Alta Verapaz	0	76 534	9
Baja Verapaz	4	15 313	26.1
Chimaltenango	3	53 435	5.6
Sacatepéquez	12	5 508	21.8
Sololá	13	15 213	85.5
Suchitepéquez	8	108 296	7.4
Retalhuleu	7	72 403	9.7
Quezaltenango	8	29 308	27.3
Totonicapán	2	5 028	39.8
Huehuetenango	0	27 166	0
San Marcos	0	34 294	0
Quiché	0	21 768	0
Petén	0	—	0
Izabal	0	47 334	0
El progreso	0	28 247	0
Total país	116	1 118 497	10.4

Casos de estomatitis vesicular por fecha de inicio
Guatemala, enero 1979 (2-38)



VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA

Pregunta 1:

a) La tendencia de las tasas de morbilidad y rebaños afectados es similar.

A partir de 1971 se nota una disminución apreciable de la tasa que llega a su punto más bajo en 1974. A partir de este año se nota un crecimiento acelerado observándose en 1976 niveles similares a 1971. Después de esta fecha hay una tendencia a bajar.

Siendo la enfermedad cíclica, la caída de la curva podría deberse al agotamiento de las susceptibles.

b) Si hubo vacunación la caída de la curva se explica por la cobertura de los susceptibles y la falta de continuación de la vacunación explicaría la subida de la curva.

Pregunta 2:

a) La enfermedad tiene su frecuencia más alta en los meses de febrero, marzo y abril.

b) Las curvas indican una distribución estacional de la brucelosis en esa región.

c) La estacionalidad de la enfermedad ocurre en verano. Durante esta estación podrían existir algunos factores que aumentan el riesgo de mayor contagio a la enfermedad.

Pregunta 3:

a) La leptospirosis existe en las cinco regiones.

b) La prevalencia de la leptospirosis es diferente, siendo más alta en las regiones 5, 2 y 1.

Pregunta 4:

a) La positividad es mayor en el grupo de hembras.

b) De acuerdo a la ocurrencia, los grupos jóvenes de 0 a 24 meses presentan más casos.

Pregunta 5:

Esto parece indicar que la rabia es endémica; sin embargo se necesita conocer el universo de la población canina por sexo y su ocurrencia en años anteriores para poder explicar si realmente hay una diferente susceptibilidad por sexo.

Pregunta 6:

- a) Mayor ocurrencia de rabia en la población urbana, 85%.
- b) La frecuencia en los perros de vida urbana y de estos la población menor de 1 año se explicará por la mayor concentración de la población canina. Mayores contactos, en resumen mayor exposición al riesgo, y mayor susceptibilidad según la edad debido a su menor experiencia con el agente causal.
- c) Los grupos de edad 1-4 años en el medio rural presentarían mayor número de casos por su exposición potencial mayor debido a características propias de su vida en este medio.

Pregunta 7:

- a) Las 3 especies son igualmente susceptibles a la enfermedad. La tendencia de la rabia en las tres especies es hacia la disminución.
- b) Las curvas muestran periodicidad cíclica en las 3 especies.
- c) De haber mediado una medida de vacunación en la población de perros en 1966, esto explicaría el descenso de la curva de letalidad en los humanos y felinos, lo cual reforzaría el hecho de que la rabia en humanos y felinos es una consecuencia de la rabia en perros en áreas suburbanas.

Pregunta 8:

- a) El resultado de la encuesta muestra que en el grupo de 1 año, ocurre el mayor número de casos.
- b) El gráfico demuestra esta aseveración como consecuencia que a mayor edad habrá mayor experiencia de exposición y un menor número de casos.

INVESTIGACION EPIDEMIOLOGICA

Ejercicio 1

NOTIFICACION DE CASOS

<i>Utilidad</i>	<i>Limitaciones</i>
<ul style="list-style-type: none"> – En general representan los únicos datos disponibles. – Para algunas enfermedades pueden utilizarse clínicas ambulatorias o clínicas de animales centinelas o puestos de escucha y laboratorios de diagnóstico. – Aunque no dan la magnitud total del problema indican la tendencia de la enfermedad. 	<ul style="list-style-type: none"> – La cobertura de los servicios de salud animal es limitada. – No todos los criaderos buscan atención veterinaria. – No todos los rebaños donde se proporciona atención veterinaria se hace el diagnóstico. – No todos los rebaños donde se proporciona atención veterinaria se hace el diagnóstico. – No todos los veterinarios notifican los casos. – La notificación de los casos puede ser tardía. – Faltan en general criterios que definan lo que es un caso.

REGISTROS DE MUERTES

<i>Utilidad</i>	<i>Limitaciones</i>
<ul style="list-style-type: none"> – Sirve para llamar la atención ante la posible presencia de un problema sanitario. – Adecuadas para estimar la incidencia de la enfermedad cuando la letalidad es conocida (Rabia). 	<ul style="list-style-type: none"> – Las muertes no tienen certificación veterinaria en los países. – En general los servicios de sanidad animal son informados tardíamente de las causas de muerte.

- Permiten establecer las tendencias de algunas enfermedades según área geográfica y grupos de edad.
- Algunos animales muertos son utilizados en la alimentación humana en algunas regiones y no se reportan como tales.
- Cambios en los criterios de clasificación diagnóstica a lo largo del tiempo limitan la comparación de los datos.

ENCUESTAS

Utilidad

- Pueden proveer información sobre prevalencia, incidencia y mortalidad.
- Pueden determinar niveles de susceptibilidad.
- Permiten reconocer factores relacionados con la ocurrencia de las enfermedades.

Limitaciones

- Necesitan personal adiestrado
- Pueden ser caras y demoradas.
- Falta de interés de los dueños de animales.
- Las preguntas pueden no ser claras.
- Las respuestas pueden ser incompletas.
- La interpretación de los resultados puede ser difícil.

INVESTIGACION EPIDEMIOLOGICA

Utilidad

- Ofrecen la posibilidad de verificar la información recibida anteriormente.

Limitaciones

- Requiere personal adiestrado.
- La localización de los casos es algunas veces difícil.

- Es un medio de conseguir información sobre casos y animales expuestos.
- Ofrecen la posibilidad de identificar fuentes de infección y modos de transmisión.
- Ofrecen la posibilidad de aplicar precozmente las medidas de control.
- Los dueños de animales pueden no recordarse de hechos importantes para la investigación.
- Los dueños de animales pueden ofrecer resistencia en oposición para proveer datos.

DATOS SOBRE POBLACION

Utilidad

- Permitir clasificar la población según sus características.
- Permite establecer los denominadores para el cálculo de tasas.

Limitaciones

- No siempre están disponibles.
- No siempre son actuales.
- No siempre son completos. (No especifican las características de la población por raza, sistema de producción, sexo, edad, etcétera)..
- No siempre son precisos (se reportan estimaciones).

VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA

Ejercicio II

ENFERMEDAD: RABIA HUMANA

Casos/defunciones, según:

- Nombre
- Edad
- Fecha inicio/defunción
- Dirección
- Localidad (urbana/rural)
- “Estado vacunal”
- Ocupación

Población

- Por edad
- Por área geográfica

Laboratorios:

- Aislamiento virus Especialmente en casos de rabia animal
- Histopatología

Reservorios:

Población animal

- por especie
- por distribución geográfica
- por hábitos

Casos animales

- por especie
- por período
- por área geográfica

Medidas de control

- Cobertura con vacunación, población canina
- Porcentaje de perros eliminados/capturados
- Relación entre personas expuestas y personas tratadas o consultadas.

ENFERMEDAD: TUBERCULOSIS BOVINA

Casos, según:

- Edad
- Fecha inicio
- Localidad
- Resultado tuberculina
- Animales segregados
- Animales descartados rebaño

Sacrificio o beneficio, según:

- Edad
- Fecha ocurrencia
- Localidad
- Hato
- Resultado tuberculina
- Observación lesiones compatibles con tuberculosis

Población, según:

- Edades
- Raza
- Area geográfica

Datos laboratorio:

- Aislamiento del *Mycobacterium bovis*
- Estudios histopatológicos

Reservorios:

- Animales del rebaño
- Animales recientemente introducidos
- Otras especies animales

Medidas de control:

- Prueba de tuberculina y eliminación reactivos
- Identificación rebaños infectados a través de animales que muestran lesiones tuberculosas en los canales (trace back).
- Segregación animales reactivos a la tuberculina.
- Control movimiento ganado.

ENFERMEDAD DE NEWCASTLE

Casos, según:

- Edad
- Fecha inicio
- Localidad
- Estado de vacunación

Muertes, según:

- Edad
- Fecha ocurrencia
- Localidad
- Estado de vacunación

Población, según:

- Edades
- Tipos de aves (postura o carne)
- Por área geográfica

Laboratorios:

- Aislamiento virus
- Pruebas serológicas

Reservorios:

- Animales introducidos
- Por edad
- Distribución geográfica

Medidas de control:

- Cobertura con vacunación
- Eliminación de animales en galpones afectados.

INVESTIGACION EPIDEMIOLOGICA

Pregunta 1: a y b. Para el instructor se refiere a definición de un caso

Pregunta 2: Los datos parecieran indicar una epidemia que se inició en junio de 1967.

Pregunta 3: Ver la situación cinco años atrás.

Pregunta 4: Brote A. Propago Estomatitis Vesicular
Brote B. Intoxicación alimenticia.

Pregunta 5: A

Pregunta 6: D

Pregunta 7:

Pregunta 8: B

Pregunta 9: D

Pregunta 10: C

CONTROL DE LAS ENFERMEDADES EN LAS POBLACIONES ANIMALES

Pregunta 1: –

Pregunta 2: b, e

Pregunta 3: Falsa

Pregunta 4: —

Pregunta 5: —

Pregunta 6: —

Pregunta 7: —

Pregunta 8: —

CUADRO 2

*Tasas de ataque de muertes de equinos por lugar de ocurrencia,
Quebradanegra, por veredas, 25 de noviembre a 21 de diciembre de 1978*

<i>Veredas</i>	<i>Núm. de muertes</i>	<i>Población</i>	<i>Tasa % de ataque</i>
Palmar	7(*)	55	12.7
San Roque	2	110	1.8
Cabecera Municipal	3	1 250	0.2
Llano Alto	8	42	19.0
Las Vegas	25	110	22.7
Placer	5	30	16.6
Blanco	8	142	5.6
Llano Bajo	7	200	3.5
Total	65	1 939	3.3

(*) Incluye el caso inicial

INDICE

Prefacio	5
Programa de Adiestramiento en Salud Animal para América Latina (PROASA)	7
Contenido	19
Autores	23
Reconocimiento	27
Introducción general	29
Estructuración del curso de vigilancia epidemiológica	31
PARTE 1. PRINCIPIOS DE ESTADISTICA EN SALUD ANIMAL	39
Introducción	41
I. METODO ESTADISTICO	43
Hechos de los que se ocupa la estadística	45
El conocimiento científico de los problemas de salud animal y el método estadístico	47
Planificación de un estudio	49
II. OBSERVACION, RECOLECCION Y REGISTRO DE DATOS	53
Observación, recolección y registro de datos	55
Redondeamiento de datos	57
Escalas de medición	58
Recolección de datos	60
Ordenamiento de datos	67
III. CUADROS Y FIGURAS	85
Cuadros y figuras	87
Lectura de tablas o cuadros	90
Tipos de tablas o cuadros	92
Gráficos	96
Tipos de gráficos	103

IV.	TENDENCIA CENTRAL Y VARIABILIDAD	125
	Medidas de tendencia central	127
	Medidas de variabilidad o dispersión	137
V.	REGRESION Y CORRELACION	145
	Regresión lineal	147
	Correlación rectilínea	158
	Correlación múltiple y parcial	167
VI.	SERIES CRONOLOGICAS	175
	Series cronológicas	177
	Tendencia secular	178
	Fluctuaciones periódicas	184
VII.	ESTADISTICAS DEMOGRAFICAS	189
	Estadísticas demográficas	191
	Dinámica de la población	193
	Estimación de la población	196
	Ejercicios	200
	PARTE 2. PRINCIPIOS DE EPIDEMIOLOGIA PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES	217
	Introducción	219
VIII.	ENFERMEDADES EN LAS POBLACIONES	
	ANIMALES	221
	Enfermedades en las poblaciones animales	223
	Medio físico	223
	Medio socio-económico	225
	Medio biológico	227
	Agentes biológicos específicos	229
	Propiedades de los agentes biológicos	230
	Reservorios de agentes y enfermedades transmisibles	237
	Modos de transmisión del agente	242
	Puertas de eliminación o de salida del agente	243
	Factores del huésped	246
	Susceptibilidad y resistencia	248
	Ejercicio - Cadena epidemiológica	252

IX.	CUANTIFICACION DE LOS PROBLEMAS DE SALUD ANIMAL	255
	Medición de las enfermedades	257
	Ejercicios	262
	Ordenamiento y presentación de datos	272
	Ejercicio	278
X.	VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA	285
	Vigilancia epidemiológica	287
	Actividades de la vigilancia epidemiológica	288
	Elementos de la vigilancia	299
	Mecanismos para la obtención de datos	301
	Ejercicios	304
XI	INVESTIGACION EPIDEMIOLOGICA	309
	Enfermedad de los legionarios	311
	Investigación epidemiológica	322
	Cuándo investigar	322
	Cómo investigar	325
	Epidemia de cólera en Londres	347
	Ejercicio	353
XII.	CONTROL DE LAS ENFERMEDADES EN LAS POBLACIONES ANIMALES	373
	Control de las enfermedades en las poblaciones animales	375
	Alcance de las medidas de control	377
	Tipos de medidas de control	382
	Ejercicio	385
	Respuestas	389

Esta obra la terminó de imprimir
Ediciones Aguafuerte, S.A. de C.V., en los
talleres de Ediciones e Impresiones Olmeca, en
junio de 1988.
La edición consta de 4 000 ejemplares.