

PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO  
EN SALUD ANIMAL PARA AMERICA LATINA

**Vigilancia  
epidemiológica**  
VOLUMEN 2



ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD



ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

Organización Panamericana de la Salud, 1988

**ISBN: 92 95 320011**

**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.**

**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**  
Sección de Ganadería, División de Desarrollo Agropecuario y Forestal

**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

# **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**

## **INDICE**

Programa de Adiestramiento en Salud Animal para América Latina	413
Autores	415
Reconocimiento	419
Contenido	421
<b>PARTE 3. SISTEMA DE INFORMACION Y VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA</b>	<b>425</b>
<b>XIII. SISTEMAS DE INFORMACION EN SALUD ANIMAL</b>	<b>427</b>
Introducción	429
Objetivos	430
Relaciones con otras áreas	430
Organización del sistema	431
Características de la información	442
Productos del sistema	443
Referencias	447
<b>XIV. ENCUESTAS POR MUESTREO PARA ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS EN POBLACIONES ANIMALES</b>	<b>449</b>
Introducción	451
Ventajas y limitaciones del muestreo	453
Fundamentos básicos del muestreo	455
Muestreo probabilístico	463
Errores en el muestreo	464
Diseño de la muestra	467
Métodos de selección de los elementos	474
Planificación del muestreo	491
Organización y ejecución	504
Anexo 1	511
Anexo 2	528

<b>XV. CARACTERIZACION DE LOS ECOSISTEMAS DE LA FIEBRE AFTOSA</b>	<b>533</b>
Introducción	535
Epidemiología de la Fiebre aftosa	537
Metodología para la caracterización de la Fiebre aftosa	555
Estrategias regionales para el control y la erradicación de la Fiebre aftosa en América del Sur	579
Anexo: Ejemplo de caracterización epidemiológica de la Fiebre aftosa	587



**Parte 3.  
Sistema de  
información  
y vigilancia  
epidemiológica**

# **XIII. Sistemas de información en salud animal**

## INTRODUCCION

La información de salud animal se refiere tanto a la disminución y eliminación de riesgos ambientales que producen efectos mórbidos sobre la población animal como el aumento de los niveles de producción poblacional.

La evaluación de los efectos de los servicios sanitarios sobre los niveles de riesgo así como sobre los patrones productivos de rebaños y poblaciones de animales se encuentra en sus primeras fases de desarrollo. En América Latina es muy claro el adelanto que en estas materias se ha logrado cuando ha existido la necesidad de apoyar un programa específico, en forma sistemática y continua.

Es el caso de Fiebre Aftosa en América del Sur, que ha servido de modelo para el desarrollo de sistemas de información. En este caso se logró una adecuada "dosificación" de un grupo reducido de informaciones indispensables, pocos papeles y un grado de exactitud ajustado a las necesidades de toma de decisiones oportunas. Teniendo en cuenta que es caro, lento e injustificable una acumulación indiscriminada de datos a la vez que es mejor actuar con una exactitud aproximada pero con oportunidad y efectividad que conseguir niveles de exactitud incompatibles con el trabajo de campo, tardíos e improcedentes.

Otro aspecto a destacar es la necesidad de que el sistema de información se establezca de abajo hacia arriba y no al revés. Por más que la concepción y dirección del sistema deban tener su origen en el nivel central del Servicio de Salud Animal. No debe olvidarse que muchas de las tareas de codificación de la realidad, así como las notificaciones, se originan en los niveles periféricos, lo que acentúa la necesidad de educar y entrenar al personal de campo y concientizar a la comunidad rural.

### *Histórico*

En la década del 60 en América del Sur comienza la fase de formulación de programas sistemáticos de control y erradicación de la Fiebre Aftosa. Los gobiernos contribuyen con sus recursos y en muchos casos

cuentan con apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Al iniciar esta fase se hace evidente el desconocimiento de la conducta epidemiológica de esta enfermedad y la consiguiente carencia de información sistemática al respecto. De ahí que los países solicitan la colaboración del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (OPS/OMS) para proyectar, implementar e implantar estos sistemas en cada uno de los países de América del Sur. Este desarrollo se puede resumir en tres etapas.

1) Período de organización de los sistemas nacionales, incluyendo el entrenamiento de personal (1971-1977).

2) Período de avances en el conocimiento epidemiológico de la Fiebre Aftosa y funcionamiento pleno tanto a nivel nacional como continental. Mayor divulgación de informaciones (1978-1982).

3) Período de uso de la información en la elaboración de nuevas políticas y estrategias, concordantes con el comportamiento de la enfermedad. Relacionamiento entre los patrones de comportamiento geográfico de la Fiebre Aftosa y la especialización regional de las formas económicas de producción pecuaria.

## OBJETIVOS

El objetivo final de un sistema de información y vigilancia epidemiológica es mejorar la eficiencia y eficacia de los programas:

Como objetivos intermediarios se tienen:

- a) apoyar el proceso de toma de decisiones para el control de las enfermedades;
- b) organizar los flujos de información necesarios (usuarios-fuente),  
y
- c) mejorar la oportunidad y confiabilidad de las informaciones.

## RELACION CON OTRAS AREAS

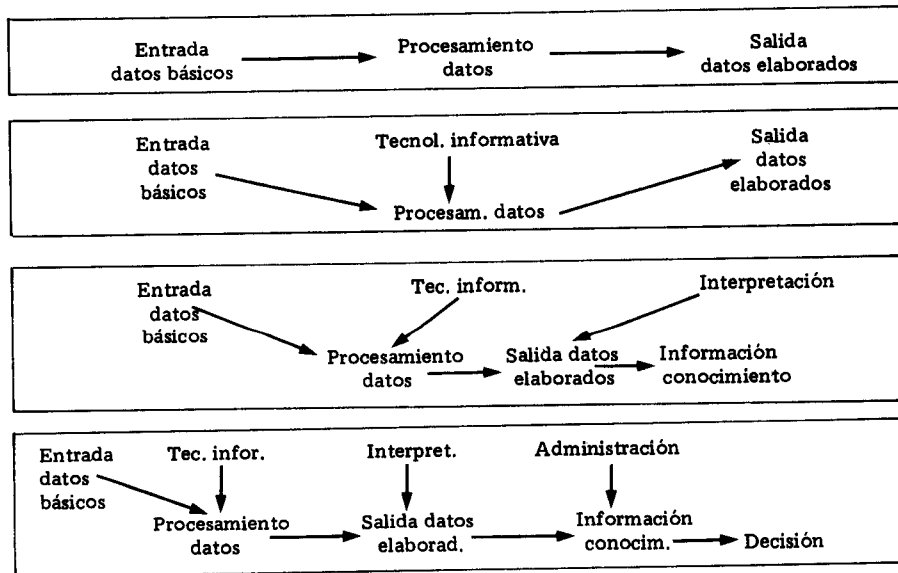
El sistema de información en salud animal cobra su verdadero sentido solamente cuando se le organiza para abastecer las necesidades de información de las actividades de salud animal.

Es decir, estos sistemas son "respuestas" a las necesidades de los servicios de Salud Animal y por lo tanto se justifican en la medida que están "perfectamente relacionados" con otras áreas del proceso de aplicación de recursos para modificar el estado sanitario de la población animal. En contrapartida las cuestiones de salud animal y de

atención sanitaria son abordadas en la gran mayoría de los casos de decisiones individuales, institucionales y colectivas, utilizando insuficiente información, mal coordinada y de calidad dudosa. Podríamos acompañar al Dr. Kerr White cuando afirma que la revolución de la información en contraste con la explosión de datos se encuentra en su fase primaria desde el punto de vista conceptual, tecnológico y organizativo.

De ahí la importancia de señalar objetivamente las interrelaciones con otros campos, especialmente el del análisis de los problemas, de la racionalización de las acciones, el de evaluación de resultados y el de aplicación de medidas correctivas cuando los resultados no corresponden con lo esperado.

## INFORMACION



## ORGANIZACION DEL SISTEMA

### 1. Soporte institucional

La configuración institucional de los servicios de salud animal presentan:

- a) Una unidad central donde reside la dirección de los programas,

los órganos asesores especializados, el laboratorio de referencia. De este nivel emanan las decisiones político-estratégicas y los aspectos normativos;

b) Varias Unidades Regionales, donde reside la coordinación de los programas en amplias áreas geográficas. De este nivel emanan decisiones tácticas y la orientación técnico-administrativa;

c) Una gran cantidad de Unidades Operacionales que se encargan de ejecutar las acciones de control de los programas.

Este tipo de organización administrativa se presenta favorable, en términos de desarrollo de un sistema de información debido a que:

a) La estructura montada constituye una apreciable red operacional, de amplia capilaridad y penetración. En el medio rural, capaz de coleccionar y diseminar informaciones en todo el territorio de un país.

b) Las necesidades de información de esos múltiples componentes institucionales son interligados y complementarios. Esto permite una economía de escala a través de la alimentación de datos comunes y de la salida de informaciones procesadas por el sistema.

## *2. Estrategia para la organización del sistema*

La estrategia seguida en la caracterización de la problemática informacional de los programas de control y en la confección de redes de información, se puede resumir en los siguientes pasos:

a) buen grado de comprensión del problema epidemiológico a resolver;

b) comprensión del proceso de control de problema (programas): objetivo, metas y organización;

c) caracterización de la toma de decisiones para el control, tipo de información necesaria y oportunidad con que se requiere, y

d) definición de las necesidades de información: configuración de las redes de información (usuario-fuente).

## *3. Premisas para la implementación del sistema*

a) Los productos resultantes de la operación del sistema de información deberán ser adecuados a cada sector del servicio de salud animal.

b) Se debe adoptar un modelo concentrado de procesamiento de datos, basado en una selección crítica de productos prioritarios para todos los sectores.

c) Centralización del planeamiento y procesamiento de la información y descentralización de la colecta y diseminación de la misma.

d) Inclusión y participación de los componentes y usuarios del servicio en las etapas de planificación, programación, ejecución y evaluación de las actividades.

e) Opción de un modelo de procesamiento económico y modular, que permita el crecimiento del sistema, teniendo en cuenta las necesidades de información de salud animal.

#### 4. Características de la implantación

Para desarrollar esta estrategia, en cada uno de los países de América del Sur se han llevado a cabo actividades teniendo en cuenta cumplir con las siguientes condiciones:

- a) que la información sea útil, sirviendo a objetivos específicos;
- b) pocos indicadores y de naturaleza simple;
- c) prioridad a los datos que reflejan los efectos de los programas, limitándose a los imprescindibles;
- d) procedimiento y documentos estandarizados: pocos formularios, simples en su manejo, transmisión oportuna solamente a quien realmente la necesita;
- e) las actividades del sistema de información son parte integrante de las actividades de salud animal, de ahí que debe ser participante del sistema todo el personal de los programas. Sólo se crea la unidad de estadística y epidemiología central, y en algunos casos de países grandes, también regionales;
- f) entrenamiento del personal de los programas en el funcionamiento del sistema y en la utilización de la información;
- g) educación de la comunidad y aprovechamiento de sus organizaciones para mejorar el suministro de datos;
- h) retro-alimentación (divulgación) a todos los sectores, datos acompañados de comentarios y recomendaciones;
- i) desarrollo, en cada unidad local, de un archivo de fincas y población animal, acompañando este catastro de un mapa de la localidad con la caracterización de los problemas epidemiológicos, y
- j) implantación del sistema por regiones.

#### 5. Componentes operacionales

Las acciones que permiten el desarrollo de informaciones deben ser instrumentadas por componentes operacionales, que consideren las unidades técnico-administrativas existentes en los servicios veterinarios, sin adicionar nuevas estructuras a la institución. Los principales componentes son los siguientes:

## FUENTES DE INFORMACION

Entre las principales fuentes se destacan las siguientes: haciendas, laboratorio de diagnóstico veterinario, servicios veterinarios oficiales, estaciones de cuarentena, veterinarios particulares, cooperativas ganaderas, inspección higiénico-sanitaria en mataderos, frigoríficos y empacadoras de carne, fábricas de productos lácteos, bancos de suero.

## UN MECANISMO SENSORIAL

Está formado por unidades veterinarias locales o de campo. Su tarea es recoger la información y transmitirla a los receptores-usuarios de la información. El mecanismo sensorial está formado principalmente por las unidades veterinarias locales de tal forma que cubran todo el espacio referente a los programas de control de enfermedades de los animales. Cada unidad veterinaria local es responsable por un área bien delimitada la cual debe ser identificada por medio de un mapa detallado. Cada oficina de la unidad local está provista de un inventario actualizado de los establecimientos en su área, su ubicación y número de cabezas de bovinos en cada uno. En el mapa se hace un trazado cuadrulado de cuadrantes numéricamente identificados que sirve para comunicar la ocurrencia de enfermedades de los animales a otros niveles del servicio veterinario, por la localización de episodios a través de las coordenadas del mapa.

El sistema provee medios para que esta información, recolectada en los niveles más periferos del servicio, sea transmitida a niveles de mayor jerarquía por medio de un mecanismo simple de fonogramas, telegramas, radiogramas o telex. El ejemplo aquí dado fue tomado del trabajo de rutina del sistema de información y vigilancia epidemiológica implementado en el Estado de Rio Grande do Sul, Brasil.

Los servicios veterinarios oficiales de los países de América del Sur que llevan a cabo los programas de control de la fiebre aftosa tienen un número variable de unidades locales de campo.

## UN GRUPO DE RECEPTORES-USUARIOS DE LA INFORMACION

Cada grupo utiliza la información de acuerdo con sus responsabilidades, el tipo de decisiones que deberán ser tomadas y su nivel jerárquico en el servicio veterinario.

En el nivel operacional, el veterinario local es el receptor-usuario y el informante al mismo tiempo. En el nivel estratégico (unidad central



de los servicios veterinarios), un receptor-usuario de la información es un grupo interdisciplinario que procesa, analiza e interpreta la información, y prepara las recomendaciones y opciones para resolver los problemas detectados.

En el caso de decisiones operacionales referentes a las medidas a tomar para prevenir la diseminación de enfermedades transmisibles, la unidad sensorial (recolección) y la unidad de toma de decisiones (análisis-síntesis) son la misma unidad veterinaria de campo (pequeño período para los pasos sucesivos: recolección-análisis-decisión-acción).

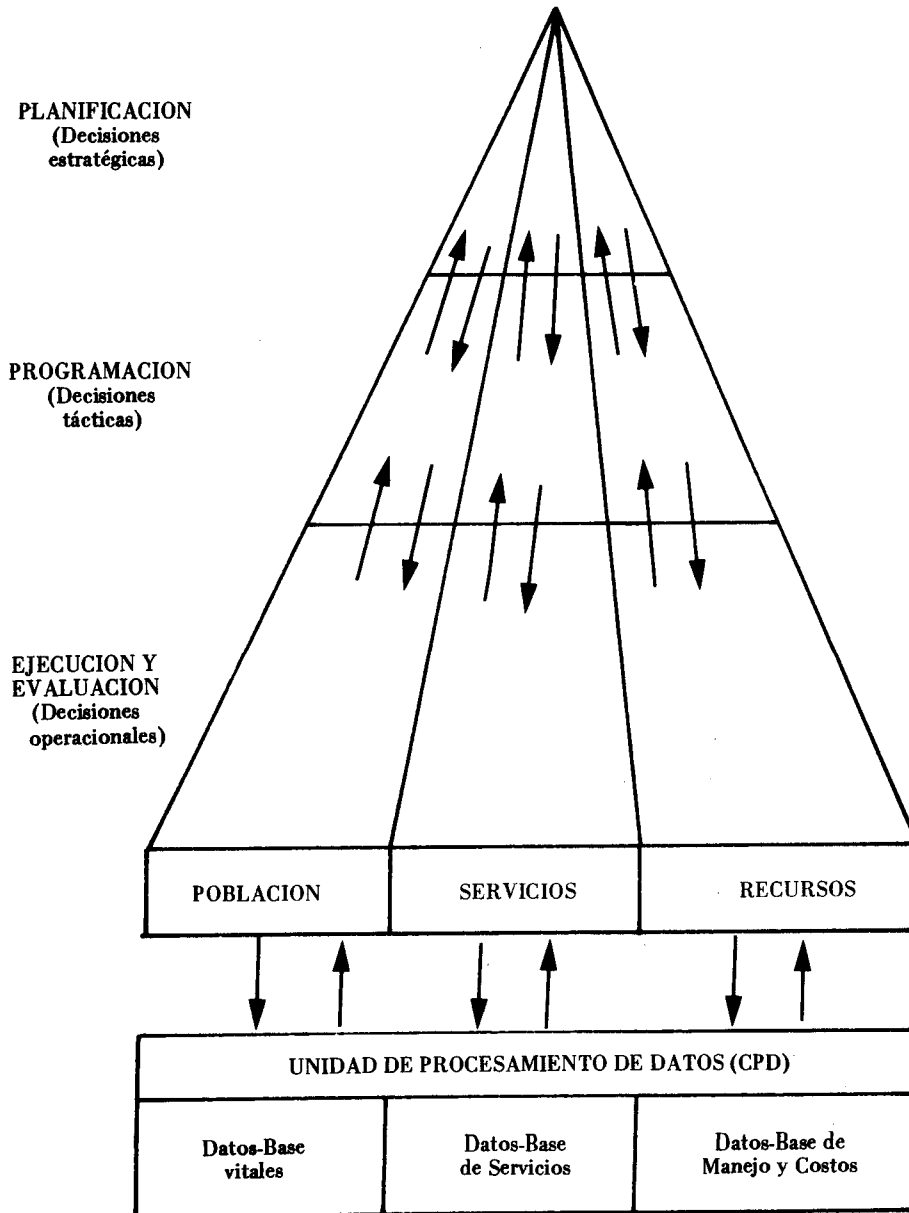
<i>País</i>	<i>No. unidades locales</i>
Argentina	180
Bolivia	14
Brasil	943
Colombia	128
Chile	68
Ecuador	56
Paraguay	38
Perú	24
Uruguay	19
Venezuela	130

Otro aspecto de la toma de decisiones es la elección de alternativas estratégicas de control que debe hacerse en el grupo multidisciplinario de la unidad central que analiza e interpreta sistemáticamente los resultados y recomienda a los ejecutivos del programa la toma de decisiones adecuadas. Una vez la decisión tomada se recomendará a todas las unidades de campo su implementación y correspondiente acción (circuito menor: recolección de información-análisis-información eferente-acción).

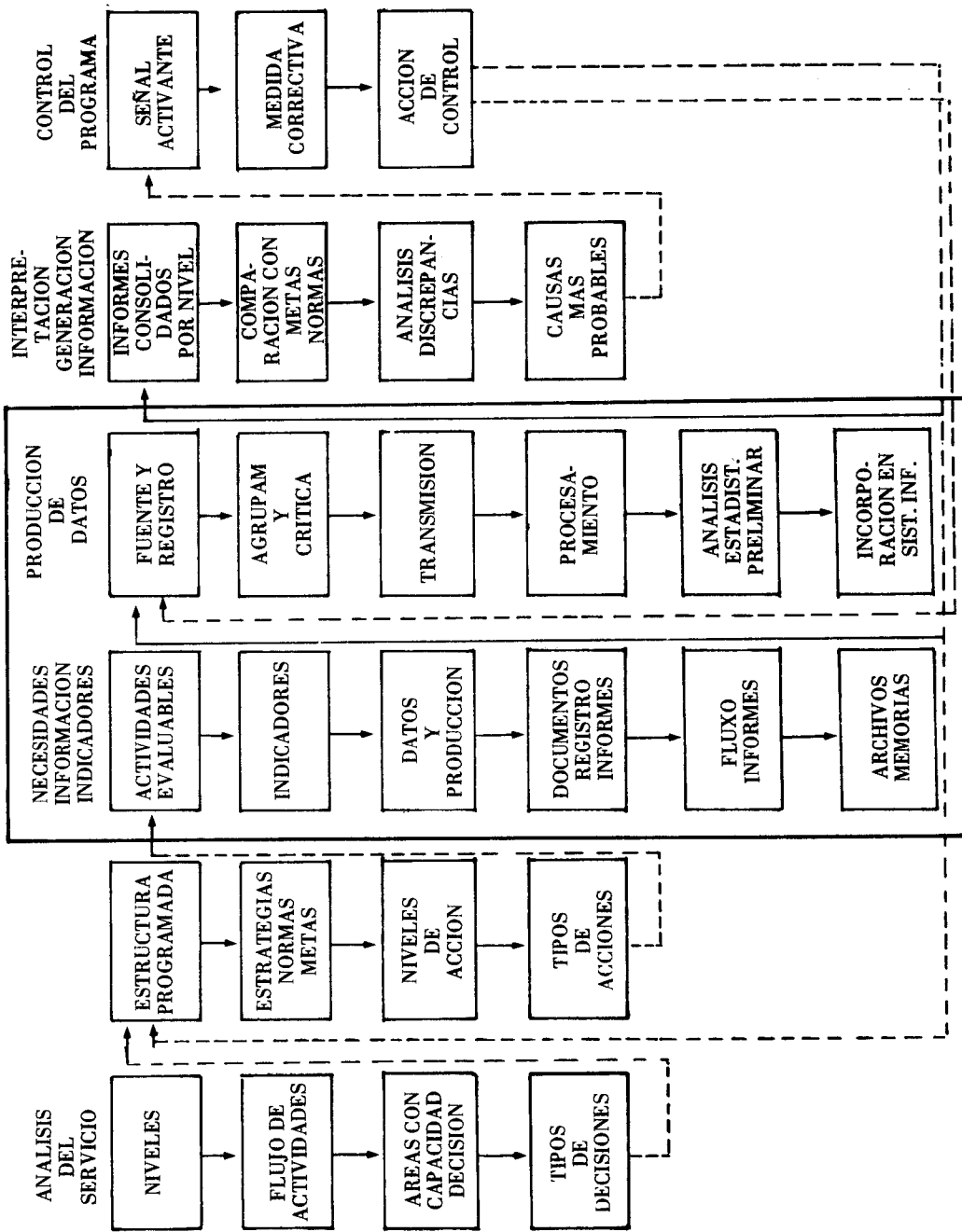
#### UNA RED DE COMUNICACIONES QUE UNE EL MECANISMO SENSORIAL AL GRUPO DE RECEPTORES-USUARIOS

Entre los diversos canales de comunicación que componen la red de flujos de información epidemiológica en un servicio veterinario de sanidad, el canal que conduce la información sobre la ocurrencia de enfermedad animal es de gran importancia. La estructura de este canal de comunicación depende, entre otros, de los escalones administrativos de los servicios veterinarios y de la situación epidemiológica de una enfer-

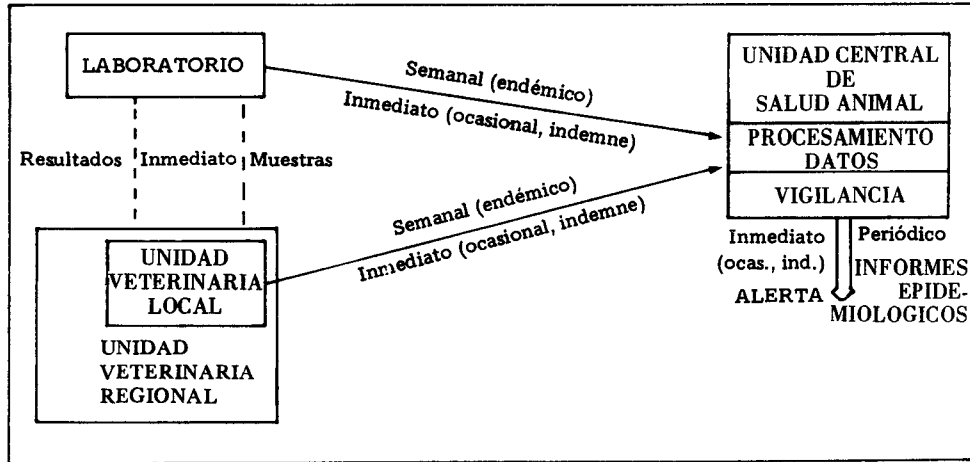
Niveles jerárquicos, tipos de decisión y flujos de información entre niveles

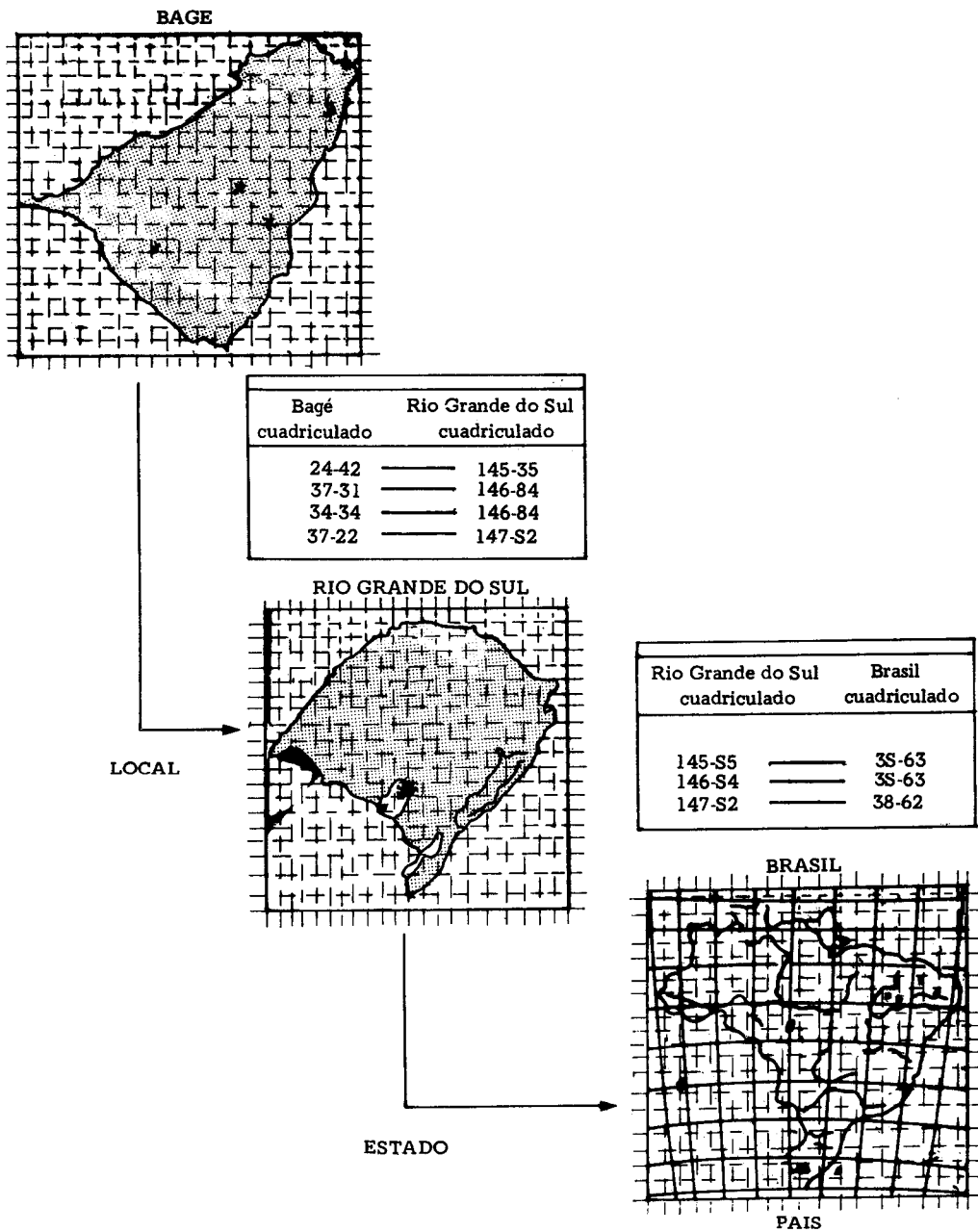


El sistema de información de salud animal y sus interrelaciones



medad en una determinada región. En los países de América del Sur estos canales de comunicación generalmente están estructurados como se ve abajo:





La figura arriba muestra un ejemplo de cómo funciona la comuni-

cación semanal (unidad de campo-laboratorio-unidad regional de vigilancia-unidad nacional de vigilancia) en Brasil.

El telegrama reproducido "EQUIPO DE ESTADISTICA DEL SERVICIO SANITARIO ANIMAL, PORTO ALEGRE, RS. DURANTE SEMANA NR-23 COMA MUNICIPIO BAGE COMA FOCOS AFTOSA 5 NOTIFICADOS 4 SINTOMATICAMENTE CONFIRMADOS COMA PROTOCOLO CON MUESTRA 01971 ENVIADO AL LABORATORIO STOP COORDENADAS 34/34 COMA 24/42 COMA 37/22 Y 31/31 STOP NO OCURRENCIA DE RABIA COMA PESTE PORCINA CLASICA COMA SARNA Y PIOJERA OVINA STOP FOCO SEMANA ANTERIOR CON MUESTRA COMA PROTOCOLO NR-01702 STOP SALUDOS" la información para la semana 23 en el municipio de Bagé, con la información codificada de la ocurrencia de fiebre aftosa, rabia, cólera porcino, sarna y piojera ovina. Esta información se refiere al código para los cuadrantes del mapa de Bagé (coordenadas) en los cuales los episodios fueron detectados, así como al código numérico correspondiente al calendario semanal de 1980. También da otro código numérico correspondiente al número del protocolo que acompaña el envío de muestras al laboratorio.

El Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (CPFA) es el canal de comunicación internacional entre cada uno de los países de América del Sur. Forma parte del Sistema de Información y Vigilancia Epidemiológica Continental de Enfermedades Vesiculares.

El CPFA, En Rio de Janeiro, Brasil, es el organismo internacional que recibe estas informaciones y mantiene en funcionamiento el sistema de información referido.

Durante el período de 1978-1981, se realizó una evaluación de la operación de los sistemas de información sobre enfermedades del ganado en los países sudamericanos. El proceso de comunicación entre los países y el CPFA fue evaluado y se dio énfasis: 1) a la fecha de recepción de los informes nacionales (telex semanal al Banco de Datos del CPFA) y 2) el atraso en el procedimiento continental de retroalimentación a través del Informe Epidemiológico Semanal, que es distribuido a los países americanos y a otros continentes. Los resultados se presentan así:

Año	Núm. semanas	Recepción			Retroalimentación	
		Semanas recibidas Núm. <sup>a</sup>	% <sup>b</sup>	Atraso (media, días)	Semanas publicadas No. <sup>a</sup>	% <sup>b</sup>
1978	52	46,2	89	11	45,6	88
1979	52	50,3	97	11	47,8	92
1980	52	51,7	99	10	50,5	97
1981	53	50,8	96	10	50,7	96

<sup>a</sup> Media considerando todos los países de América del Sur.

<sup>b</sup> Con referencia al total de semanas en las cuales fue dividido cada año por el sistema

## 6. Funciones del sistema

Teniendo en cuenta que la información es el conocimiento generado por el usuario al decodificar e interpretar la realidad, se puede considerar un sistema de información como un conjunto de componentes (hombres, máquinas, procedimientos) que tienen por propósito producir la mayor cantidad posible de información en los usuarios a fin de permitir que se alcance la máxima efectividad en las acciones sanitarias a través de un adecuado proceso decisorio.

Las funciones del sistema se pueden resumir en los siguientes tópicos:

- a) Codificación de la realidad y recolección de datos.
- b) Procesamiento de los datos
  - ordenación
  - archivo
  - recuperación
- c) Generación de distribuciones de frecuencias y de indicadores que sean necesarios para los usuarios.
- d) Transmisión de datos a usuarios y cooperación con ellos para la generación de informaciones apropiadas.
- e) Diseño, implantación y evaluación de mecanismos de registros de datos básicos, de sistemas de informes y de los perfiles de programas.
- f) Diseño y actualización de las Bases de Datos y Archivos que sean de utilidad a los usuarios.

## CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION

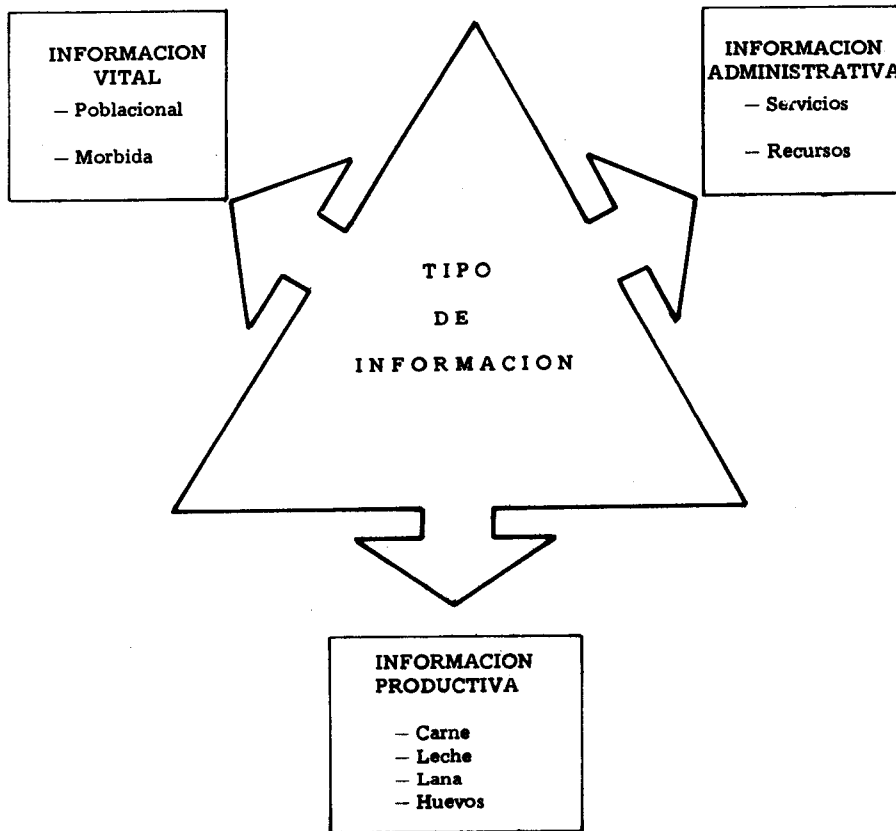
### 1. Naturaleza de la información

Las informaciones a ser colectadas y diseminadas genéricamente los llamamos Datos Sanitarios y en términos corrientes son los que se describen en la Figura que acompaña el texto.

Sin embargo, la caracterización de la conducta epidemiológica de enfermedades de los animales así como su control o erradicación requiere también de informaciones generales sobre la ganadería.







## 2. Tipo de informaciones

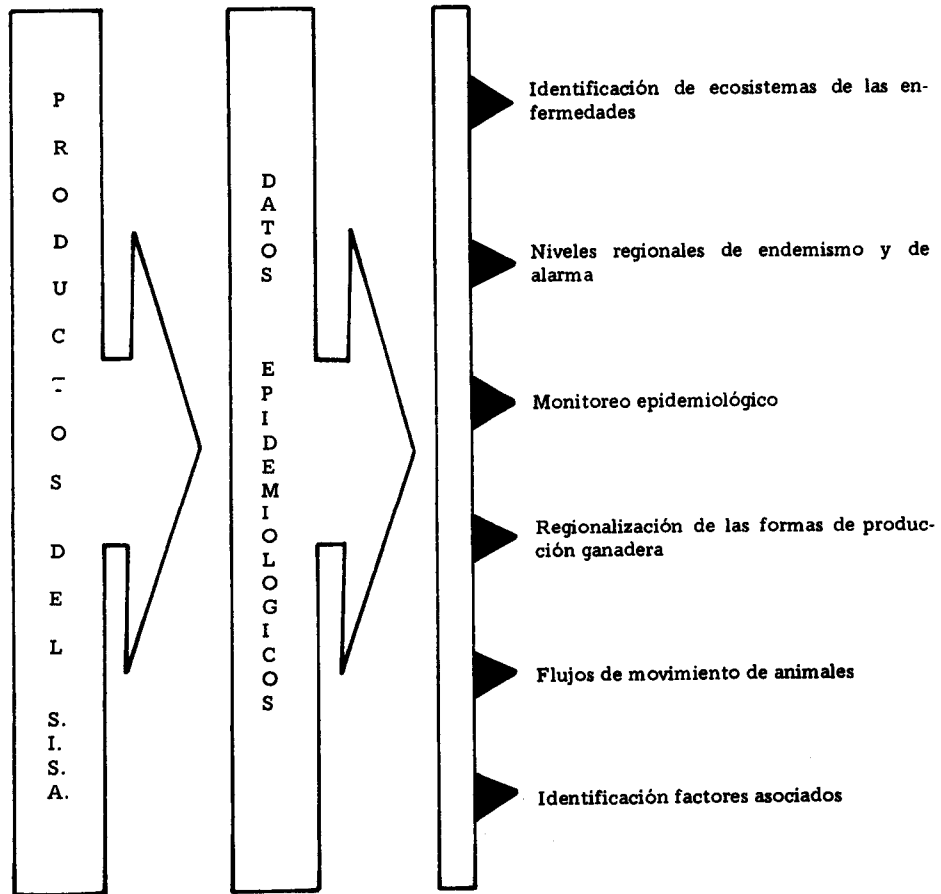
La misión fundamental y última de la información sanitaria es lograr identificar y describir las relaciones fundamentales que existan entre cuatro clases de datos básicos: efectos mórbidos (resultados), servicios prestados (utilización), recursos aplicados (costos) y estos tres con las consecuencias productivas (impacto). No debe olvidarse que la finalidad esencial de la salud animal se debe traducir en una limitación de las interferencias negativas que las enfermedades tienen sobre la producción animal.

### PRODUCTOS DEL SISTEMA

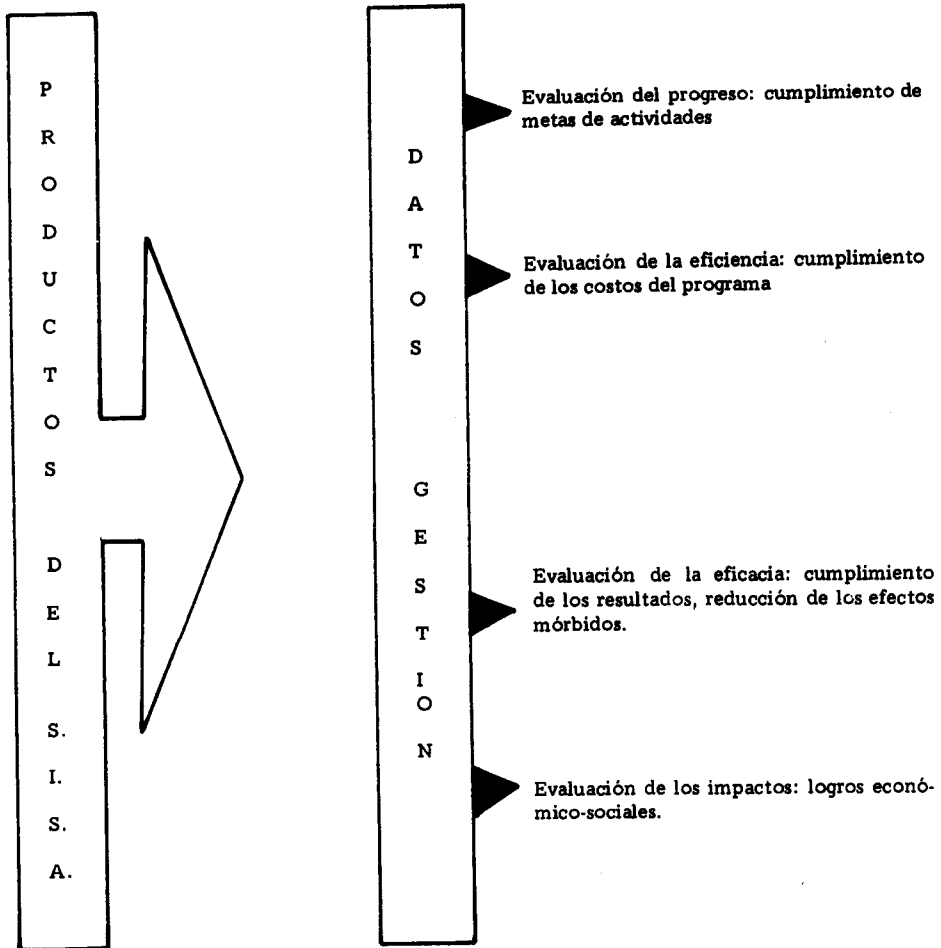
A continuación se presenta en forma de Figuras los principales Productos que deben generar los sistemas de información de salud animal. Los

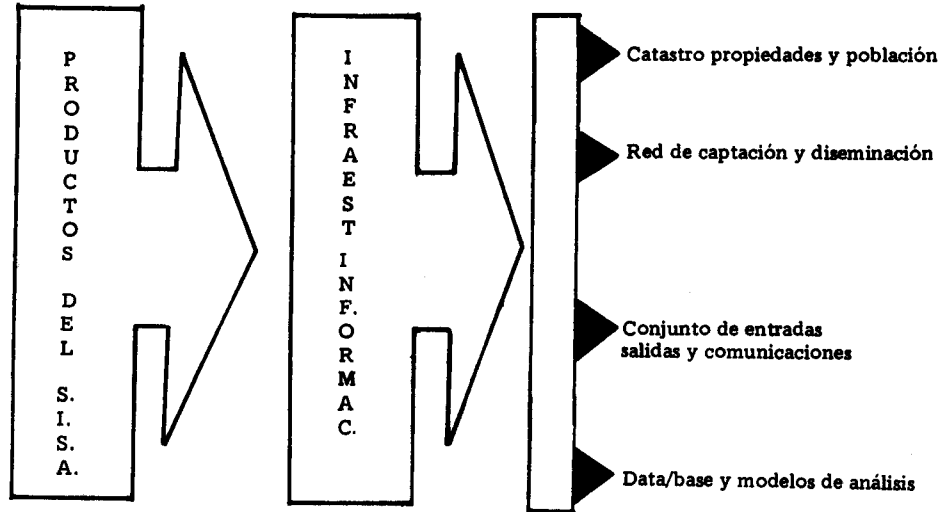
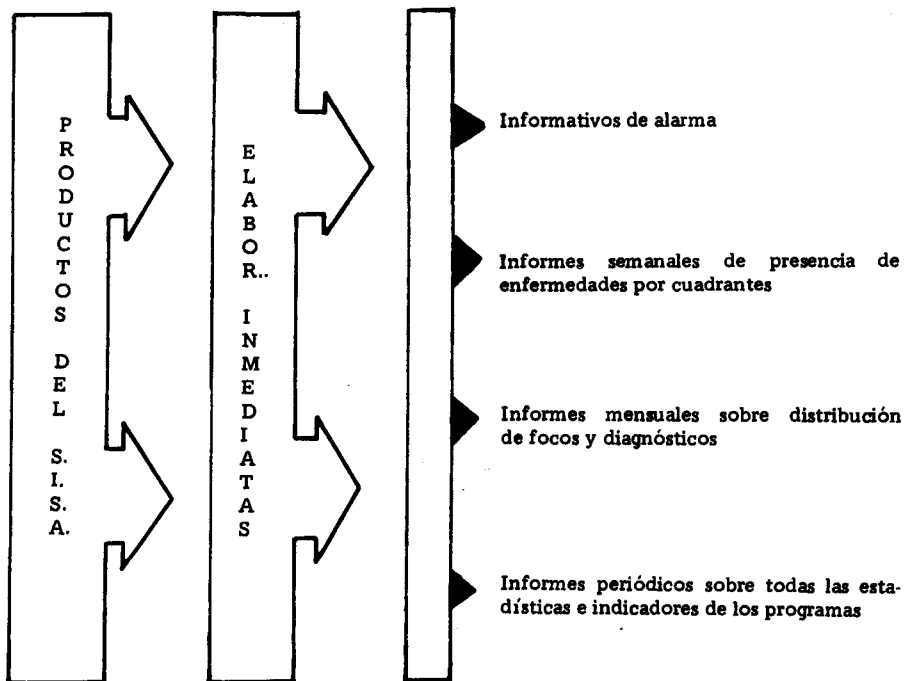
esquemas presentados están tomados a partir del ejemplo de Fiebre aftosa en América del Sur.

*Productos del sistema de información: datos epidemiológicos*



*Productos del sistema de información: datos sobre gestión de programas*



*Productos del Sistema de información: infraestructura informacional**Productos del Sistema de información: elaboraciones inmediatas*

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ASTUDILLO, V.M. (1972). *Project for developing systems of animal disease notification and data registration*. PAHO Sc. Pub. 236, 60-90.
2. ASTUDILLO, V.M. y DEPPERMAN, R. (1980). *Sistema de información y vigilancia de las enfermedades del ganado*. (Animal disease information and surveillance system). Boln Centr. Pnam. Fiebre Aftosa, 39-40, 3-6, 17-30.
3. ASTUDILLO, V.M., DEPPERMAN, R., DE GAUTO, M.T. (1973). *Canales de comunicación y velocidad de transmisión en sistemas de información para Fiebre aftosa*. Seminario regional sobre sistemas de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles y zoonosis. Doc. No. 3 Río de Janeiro, 2-8 de diciembre.
4. ASTUDILLO, V.M., DIAS, L.E., MUZIO, F., FIGARES,, L.A., SALLUA, S., PIKE, V.L., SILVA, A.M. da. (1982). *Geographic clusters of foot and mouth disease*. Third International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics. Virginia. 6 al 10 de septiembre.
5. ASTUDILLO, V.M., OBIAGA, J.A., ROSENBERG, F.J. (1980). "Vesicular disease information systems", *Int. Symp. Vet. Epidem. and Econ. Proc.*: 42-46. Canberra: Aust. Gov. Publ. Serv.
6. ASTUDILLO, V.M., SILVA, A.M. da, DORA, J.F., DEPPERMAN, R., COSTA, M. (1980). *Tiempo-presencia como indicador para la caracterización epidemiológica de la Fiebre aftosa*. (A time-presence indicator for foot and mouth disease epidemiological characterization). *Panaftosa Infor. Epid. Mensual*, 12(12), 126-127.
7. ASTUDILLO, V.M. (1983). *Information and surveillance system of vesicular diseases in the Americas. Use of grid maps for monitoring, data collection and reporting*. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 2(3), 739-749.
8. LWANGA, S. (1978). *Statistical principles of monitoring and surveillance in public health*. *Bull. World Hlth Org.*, 56(5), 713-722.
9. ROSENBERG, FJ. (1973). *Vigilancia epidemiológica de la Fiebre aftosa*. Seminario Regional sobre sistemas de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles y zoonosis. Doc. No. 21. Río de Janeiro, 2 al 8 de diciembre.

10. ROSENBERG, F.J. (1977). *Principios de epidemiología*. Serv. Man. Didáct. CPFA, 1, 89 pp.
11. Unidade de Defesa Sanitaria Animal. Supervisao de producao animal. Secretaria da Agricultura (UDSA/PSA/SA) (1980). *Publicacao semanal sobre febre aftosa no Rio Grande do Sul*. Rio Grande do Sul, Brasil.

# **XIV. Encuestas por muestreo para estudios epidemiológicos en poblaciones animales**





## INTRODUCCION

Para planificar y ejecutar un programa de control de cualquier enfermedad de los animales es necesario tener información sobre su frecuencia, su distribución espacio-temporal, sobre los factores asociados a la ocurrencia, sobre los cambios que se producen en el espacio y en el tiempo en los aspectos mencionados. Este conocimiento permitirá caracterizar epidemiológicamente la enfermedad, reconocer "modos de comportamiento" diferentes entre regiones, también poner en evidencia que esas formas de conducta de la enfermedad, en diversos lugares, no son uniformes en el tiempo, que cambian según la época del año y también a través de los años. Mediante la acumulación de información será posible identificar esos "modos de comportamiento" regionales y conocer también la conducta de los factores que son responsables por ese comportamiento, alcanzando así la fase de interpretación de cada ecosistema de la enfermedad (modo de comportamiento). Este conocimiento resulta básico para poder establecer las estrategias de control, ya que el conjunto de acciones de combate a la enfermedad debe ser concordante con las características que ella presenta.

Se trata de saber elegir los instrumentos de combate adecuados a cada caso y también decidir la intensidad necesaria con que deben ser aplicados. Evidentemente que todo este proceso involucra otro de manipulación de informaciones.

En algunos casos, existen sistemas continuos de información, que proporcionan datos de gran utilidad, sin embargo en otros casos, sea por razones administrativas, sea por la propia naturaleza de la enfermedad hay que recurrir a técnicas de muestreo.

El desarrollo de los sistemas de información se torna indispensable para el funcionamiento eficaz de los servicios nacionales encargados de prevenir o controlar las enfermedades de los animales. Un método valioso de colecta de datos de estos sistemas lo constituyen los procedimientos de muestreo.

En el caso de los programas de control de la Fiebre aftosa en América del Sur, se han ido desarrollando gradualmente sistemas continuos que proporcionan información sobre la ocurrencia de la enfermedad, las

actividades de control desarrolladas y la población animal existente. El estado actual de desarrollo de estos programas hace necesario que estas informaciones epidemiológicas sean complementadas por otras, que por su naturaleza o por su condición de esporádicas o por estar referidas a una localidad no son proporcionadas por el sistema continuo. Esto ha hecho necesario apelar a un mecanismo más flexible y así las encuestas por muestreo para estudios epidemiológicos en las poblaciones animales se están utilizando en forma cada vez más creciente en los últimos años. Cuando ellas son bien planificadas y ejecutadas, producen una valiosa información sobre las características epidemiológicas en estudio, en forma rápida y con un costo moderado. En términos generales la aplicación de técnicas de muestreo se torna muy efectiva, especialmente cuando se cuenta con personal de campo bien preparado.

Se ha tornado cada vez más frecuente el hacer encuestas serológicas por muestreo. A través de ellas se estudia, en el ganado de regiones consideradas como de ocurrencia esporádica o indemnes a la fiebre aftosa, el ingreso de virus de la Fiebre aftosa a través de la tasa de infección, estableciendo las tasas de infección por edad y por sectores, informaciones que combinadas con otras informaciones epidemiológicas hace posible evaluar la antigüedad de la infección, la difusión, las circunstancias posibles del ingreso de fuentes de infección y así poder orientar los mecanismos de prevención en esas regiones, para el futuro. También a través de estas encuestas serológicas por muestreo es posible estudiar las curvas de anticuerpos, las variaciones por edad y por sectores, relacionar altos títulos de anticuerpos con el diagnóstico.

En estas regiones de ocurrencia esporádica, al hacerse estudios por muestreo también se estudia la presencia de animales portadores de virus en el exudado esofágico-faríngeo.

En forma simultánea a la extracción de sangre y material esofágico-faríngeo se hace una entrevista al propietario o encargado del rebaño sobre las características del manejo de los animales, que faciliten la interpretación de los resultados.

El análisis de estos datos permitirá evaluar la gravedad latente de algunas situaciones que, por efecto de cambios en la conducta de algunos de los factores, lleguen a modificar las interacciones entre ellos, pudiendo posteriormente manifestarse en forma clínica, e incluso llegando a ser epidémicos.

Aunque los principios de muestreo se aplican al estudio de las poblaciones animales desde hace muchos años, sólo a partir de la implantación de los programas de control de la Fiebre aftosa, a mediados de la década pasada es que se ha ido acumulando experiencia sobre las dificultades que su aplicación acarrea.

## VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL MUESTREO

Dentro de las principales ventajas que el empleo del muestreo tiene se pueden mencionar las siguientes:

- a) bajo costo con relación a la enumeración completa de la población;
- b) menor consumo del tiempo en la obtención de la información;
- c) por ser menos multitudinario permite mayor detalle en los datos;
- d) mayor economía de espacio y personal;
- e) resultados de mejor calidad debido al mejor entrenamiento de un grupo más reducido de personas. Al mismo tiempo es posible reclutar personal más preparado, y

f) en algunas oportunidades el muestreo es la única alternativa para estudiar un problema. En muchas oportunidades el examen de todos los elementos componentes de una población exige su destrucción o inutilización, como es el caso de control de vacunas, control de canales en mataderos, control de leche embotellada, control de alimentos en conservas, etcétera.

Por otra parte el muestreo presenta algunas limitaciones entre las que se pueden mencionar las siguientes:

- a) no proporciona información acerca de todos los elementos de la población, y
- b) el muestreo plantea problemas técnicos que requieren muchas veces la presencia de un especialista en la materia, hecho que no siempre es posible, lo que constituye una limitación.

El estudio de todos los elementos o individuos que componen un agregado es casi siempre difícil, llegando a ser impracticable en muchos casos, por dificultades físicas, económicas y de otro orden. Esta es la razón por la cual una buena parte de los estudios se hace sobre muestras, que son agregados menores que el agregado universal. Hay bastante evidencia de que los resultados, obtenidos a partir de estas agrupaciones menores de unidades o individuos, son muy satisfactorios, si se adoptan ciertas precauciones.

La expresión "principios y procedimientos de encuestas por muestreo" se utiliza en esta presentación para designar dos aspectos. Uno, se refiere a los fundamentos y técnicos de naturaleza estadística indispensables para la colecta y análisis de los datos. El otro, se refiere a la aplicación de principios y métodos de "programación de encuestas" para su desarrollo desde el planteamiento de objetivos, la elección de la población para el estudio, el establecimiento de estrategias, la elabora-

ción de planes de acción para la colecta de datos y la evaluación de resultados alcanzados.

La primera parte se refiere a la teoría de muestreo de atributos, especialmente de aquellos atributos de carácter dicotómico, dado que la enfermedades generan datos de esta naturaleza, al clasificar en un momento dado a los individuos de una población animal como enfermos o no enfermos.

En este documento se tratan algunos principios que están involucrados en la selección de una muestra para cumplir con algún objetivo en el campo de la prevención y el control de enfermedades de los animales. Sin embargo, esto no siempre es la parte más difícil en una encuesta por muestreo, pero es la parte donde personas sin experiencia en muestreo pueden sentirse poco seguras de sus conceptos sobre teoría de muestreo. De ahí que se proporcione una explicación resumida sobre las bases en que descansan los métodos de muestreo.

En la segunda parte se desarrollan procedimientos para el diseño de un muestreo, teniendo en cuenta la determinación del tamaño de la muestra, el método de selección de las unidades incluidas en la muestra y la estimación de las tasas y sus correspondientes errores de muestreo. Se pone énfasis en las necesarias relaciones que existen entre los tres aspectos, una vez elegida una forma de selección los individuos a incluir en la muestra, de manera que ésta resulte más representativa y del menor costo posible.

En la tercera parte se aborda la necesidad de introducir técnicas de programación para elaborar encuestas por muestreo a fin de sistematizar en forma lógica las diferentes partes del proceso en función de los objetivos. Se debe intentar reducir al máximo los errores de medición controlando sus fuentes principales, al mismo tiempo que seleccionar un plan de encuesta por muestreo que, además de considerar la estimación de tasas y sus errores, se utilicen procedimientos analíticos que tomen en cuenta los costos y la factibilidad de plan.

#### *Encuestas por muestreo para estudios epidemiológicos en poblaciones animales*

La aplicación de las encuestas por muestreo en salud animal es de gran trascendencia en diagnósticos de situación que permiten averiguar la frecuencia de una o más enfermedades y la conducta de factores que los determinan. Este diagnóstico puede referirse a un período anterior a la ejecución de la encuesta, por lo cual se habla de estudios retrospectivos en que el mecanismo de colecta de datos es la entrevista al encargado del rebaño como ocurre con fiebre aftosa y rabia. Cuando la averigua-

ción se refiere al momento de ejecución de la encuesta, se habla de estudio prospectivo. En estos casos, generalmente se trata de encuestas serológicas o de reacción cutánea, de interés inmediato. Entre las primeras podemos considerar la brucelosis, la leptospirosis y la propia fiebre aftosa. Entre los segundos la tuberculosis.

Otra aplicación de las encuestas por muestreo en el estudio de la frecuencia de las enfermedades es como mecanismo de acompañamiento de un programa para estudiar los cambios en la tendencia de ella, en enfermedades en que el diagnóstico clínico es de nula o escasa utilidad. Tal es el caso de enfermedades como brucelosis y tuberculosis. Estos estudios son a largo plazo e involucran la repetición de varias encuestas longitudinales en ese espacio a través del tiempo. Esto se refiere a la idea de hacer exámenes periódicos en una misma muestra, por ejemplo, una muestra fija de rebaños a través del tiempo, o la encuesta se hace cada vez sobre una nueva muestra de la población (estudio transversal).

También se aplican estas encuestas por muestreo para medir el estado inmunitario de una población animal, lo que permite identificar grupos demográficos más susceptibles. También es posible aplicar estos procedimientos para evaluar la eficacia de los programas de prevención o control sobre la población animal o sobre la propia comunidad.

## FUNDAMENTOS BASICOS DEL MUESTREO

Se define como *población (universo)* al conjunto total de unidades (individuos, objetos, elementos, mediciones) existentes o presentes en un cierto lugar durante un período, que poseen una característica en común que se desea estudiar. El número de elementos que componen la población se llama tamaño de la población (N).

Se define como *muestra* a un grupo generalmente reducido de unidades obtenidas desde la población mediante procedimientos objetivos, de forma que resulte representativa de la población original, existiendo con respecto a ésta sólo una diferencia de tamaño.

El número de elementos que componen una muestra se llama tamaño de la muestra (n).

Se llama *muestreo* a los procedimientos estadísticos empleados para seleccionar la muestra a partir de la población, con el objeto de estudiar en ella alguna característica, de manera que los resultados obtenidos puedan ser generalizados a la población de origen. Para que una muestra sea representativa no basta que los individuos provengan de todos los "sectores" del universo aunque estuvieran en la proporción

que corresponde. Es fundamental que todas las características de la población estén presentes en la muestra, principalmente la variación entre las unidades de muestreo. Unidad de muestreo es, por ahora, cada elemento o individuo.

Dentro de las *escalas de medida*, los animales al enfermar pueden ser clasificados de acuerdo con la *escala nominal*, ya que la condición de enfermo no se mide o cuantifica, sólo se clasifica como sí o no, expresando un atributo o calidad. El sí y el no constituyen símbolos o modalidades de un código para designar las dos clases en que se agrupan los individuos. Es la escala más básica, ya que cualquier escala más evolucionada de medición empieza por un proceso de clasificación.

Un ejemplo de atributo, con dos clases de modalidades sería la infección por fiebre aftosa, atribuyendo por ejemplo al infectado el valor 1 y al no infectado el valor 0 (si la ausencia de una modalidad de este atributo infección implica la presencia de la otra modalidad).

En algunas ocasiones en salud animal se quiere conocer la frecuencia absoluta (cantidad de unidades) o la tasa (frecuencia relativa o porcentaje) *que pertenecen* a una clase o a un atributo de una variable cualitativa.

La mayoría de nuestras informaciones que provienen de los sistemas de información (notificación, registro, censos, muestreo) son de este tipo: la cantidad de vacas, el número de bovinos, los casos de fiebre aftosa, los positivos a la brucelosis, etcétera.

Supongamos que cada una y todas las unidades o elementos de la población o universo cae dentro de una de dos posibles clases (C y  $\bar{C}$ ) o modalidades o atributos de una variable cualitativa cualquiera.

	<i>Población</i>	<i>Muestra</i>
Número de elementos en C:	A	a
Número de elementos en $\bar{C}$	(N - A)	(n - a)

Un valor característico de la población tal como una tasa (P) o una media aritmética ( $\bar{u}$ ) es llamado *parámetro*. En cambio, el valor característico cuando está referido a una muestra se llama *estadístico* (P,  $\bar{x}$ , etcétera).

	<i>Población</i> <i>(Parámetro)</i>	<i>Muestra</i> <i>(Estadístico)</i>
Tasa de elementos en C;	$P = A/N$	$p = a/n$
Tasa de elementos en $\bar{C}$ :	$Q = (N-A)/N$	$q = (n-a)/n$

Los parámetros están basados en todos los elementos y ellos son constantes para la población. Los estadísticos están basados sólo en una parte de los elementos de la población, por tanto ellos varían de muestra a muestra. De ahí que para poder desarrollar procedimientos estadísticos de muestreo es conveniente tener en cuenta la distribución teórica de muestreo del correspondiente estadístico.

### 1. Estimación de una tasa

El estimador muestral de  $P$  es  $p$  (el estimador muestral de  $A$  es  $N.p$ ) donde  $P = U_p = p$  para muestras grandes. El error de muestreo (error estándar) de  $p$  en este caso es

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{PQ}{n}}$$

Cuando no se conoce el valor poblacional, el error de muestreo se puede calcular a partir de muestras grandes a través de

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

El interés que orienta a quien lleva a cabo un estudio epidemiológico, y que para hacerlo toma una muestra a partir de una población, es conocer las características de ésta, a partir de las características que presenta la muestra, es decir, conocer el valor de los parámetros a partir de los estadísticos. Este procedimiento inductivo, sabemos ya, recibe el nombre de estimación.

Con cualquier método de muestreo que se opere, siempre la estimación o el *valor estimado del parámetro* ( $p = P$ ), a partir de los valores de la muestra, discrepa o se diferencia del *verdadero valor del parámetro*  $P$ . Esta diferencia  $p-p$  se llama *error de muestreo*. Mientras mayor sea el tamaño de la muestra ( $n$ ), el error de muestreo disminuye, aumentando la confianza sobre el resultado. Un adecuado procedimiento de muestreo debe proporcionar una medida del error de muestreo. La forma como se mide el error de muestreo es a través del *error estándar de la estimación hecha* ( $p$ ). Da una idea de la confianza acerca de la estimación.

Como en la muestra participa solamente un grupo reducido de elementos de la población de origen, es siempre de esperar que los resultados obtenidos a base de una muestra no sean "exactamente" iguales a los que se obtendrían si se analizaran todos los elementos de la población.

Así, por ejemplo, si en un archivo (tarjetas) de 500 vacas tuberculizadas, de las cuales 300 son positivas y las 200 restantes son negativas, si se toma al azar una muestra de 50 tarjetas es muy poco probable que se obtengan exactamente 30 fichas de vacas positivas y 20 fichas de negativas. Se obtendrá, por ejemplo (por citar un caso posible) 29 fichas de positivas y 21 fichas de negativas, lo que indicará que en este archivo hay una tasa probable de:

$$\frac{29}{50} \times 100 = 58\% \text{ de positivas, cuando efectivamente hay } 60\%.$$

Aunque se repita la extracción de 50 fichas varias veces, en muy contados casos tendremos la "exacta" distribución de las tarjetas en cuanto a reacción a la tuberculina.

Existe, por lo tanto, una diferencia entre lo que "informa" la muestra y lo que realmente sucede en el universo muestreado, diferencia que recibe el nombre de "error de muestreo", y que puede hacerse tan pequeño como sea posible, es decir se puede elegir una muestra de tal modo que la diferencia entre:

Tasa en la muestra - tasa en la población sea de tal magnitud que, para fines de orden práctico, sean considerados como "iguales" (precisión admisible).

Los errores pueden ser causales o sistemáticos. Los causales siguen las leyes de probabilidad y su promedio es igual a cero. La magnitud de estos errores se puede controlar. En cambio los sistemáticos no se cancelan unos con otros, produciendo una discrepancia permanente que se llama vicio, por lo cual las estimaciones afectadas por errores sistemáticos son *estimaciones viciadas*.

Debido a estas circunstancias es conveniente elegir un método de muestreo que evite los errores sistemáticos y sólo puedan presentarse los errores casuales. Los métodos de muestreo que cumplen con esta condición son los de tipo probabilístico.

Aparentemente pareciera que la presencia del "error de muestreo" sería un grave inconveniente para el uso de muestras, pero como se anotó existen medios que permiten controlar eficientemente la magnitud de este error.

Se dice que el "error de muestreo" es controlable cuando se puede elegir la muestra de modo que la diferencia probable entre el valor obtenido a base de la muestra y el verdadero valor en la población quede dentro de *límites bien definidos*.

Únicamente cuando se usa un esquema matemático bien definido en la selección de las unidades de la muestra, se puede calcular la magnitud del "error probable".

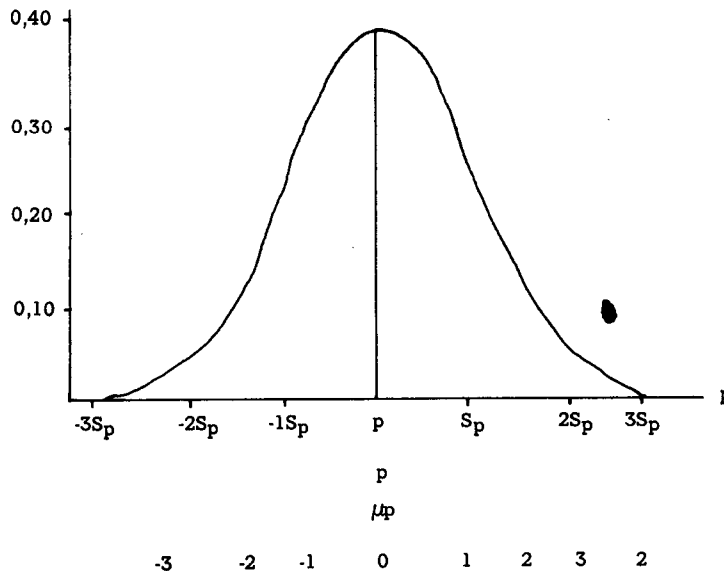


## 2. Distribución teórica de muestreo de una tasa

Si se considera una serie de posibles muestras de un tamaño determinado,  $n > 30$ , que pueden ser obtenidas a partir de una población, utilizando un procedimiento sin reposición, para cada muestra se puede calcular la tasa correspondiente, estadístico que variará de una muestra a otra.

Dado que las tasas provenientes de varias muestras seleccionadas desde esa población presentan variación, es posible pensar que ellas originan una distribución de frecuencias, las cuales se llaman distribuciones de muestreo, ya que la variación en ellas es producto del proceso de muestreo. Es comprensible que de una población se puede obtener una cantidad infinita de muestras, todas del mismo tamaño y de esta manera se puede concebir que para la tasa se podría tener una distribución de probabilidades.

Considerando la situación hipotética de todas las muestras posibles de tamaño grande  $n$ , si para cada muestra se calcula  $p$  la distribución teórica de muestreo de las tasas resultante tendría esta forma.



con media  $\mu_p = P$  y error estándar  $\sigma_p = \sqrt{\frac{PQ}{n}}$ . Por lo tanto, la nueva

variable aleatoria ( $p$ ) así generada puede ser estandarizada a la curva normal a través de  $Z = (p - P)/\sigma_p$ .

Sabemos que la desviación estándar de esta distribución hipotética de muestreo de  $p$  se llama *error estándar*. En este punto se debe tener en cuenta que la distribución de muestreo referida es hipotética, ya que en la realidad se conoce *un solo punto* de toda la distribución de muestreo.

En este caso (es lo común) el valor de la tasa en la población no se conoce, porque su valor depende de toda la población y por tanto su valor es estimado a partir de una muestra, de ahí que se ha desarrollado un estadístico para estimar el error estándar a partir de la muestra.

$$s_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

Para materializar estos conceptos tomemos un ejemplo sobre la evaluación del nivel de anticuerpos circulantes contra la fiebre aftosa, medidos a través del índice de seroprotección en ratón lactante (ISP). Se ha tomado una muestra de 400 bovinos entre 1-2 años, 60 días después de vacunados, en una cierta región, para determinar el porcentaje de bovinos que tienen  $ISP \geq 2$  y el porcentaje que está por debajo de ese nivel. Los datos provenientes de la muestra informan que de los 400 hay 384 con  $ISP \geq 2$ .

$$\% (ISP \geq 2) = \frac{384}{400} \times 100 = 96\%$$

Sin embargo, este porcentaje no puede ser el número exacto ya que es evidente que pueda existir algún "error en la estimación" debido a que se trata de una muestra.

*¿Cómo se puede calcular entonces la verdadera tasa en la población si tenemos un valor sólo aproximado en base a una muestra?*

En realidad no existe una solución exacta para el asunto recién planteado, sino que la teoría estadística de la estimación permite decir, con una seguridad determinada, entre que valores límites debe estar comprendido el verdadero valor de la población.

Se supone, para llegar a una conclusión definida, que las estimaciones que pueden obtenerse con base en muestras grandes de una pobla-

ción se distribuyen normalmente, esto es, que el error de muestreo se distribuye de acuerdo con una curva normal.

Por lo tanto, si esto sucede, las muestras darán con mayor frecuencia valores muy cercanos al verdadero de la población, concentrándose muy pocas muestras que den valores “muy alejados” del verdadero.

Siendo:  $p$  = tasa encontrada con la muestra

$$q = 1 - p$$

$n$  = número de individuos de la muestra

Para el caso de bovinos vacunados contra fiebre aftosa se tiene que:

$$\text{error estándar de } p: s_p = \sqrt{\frac{(96)(4)}{400}} = 0,98 \cong 1\%$$

### 3. Estimación de una tasa por intervalo de confianza

El intervalo está dado por dos números entre los cuales el parámetro ( $P$ ) debe caer con cierta probabilidad de error.

Esta forma de estimación permite indicar la precisión del procedimiento al acompañar al tamaño de la estimación, la probabilidad de error o el grado de incertidumbre de ella. La amplitud del intervalo indica con cuánta precisión ha sido estimado el parámetro. Si el intervalo de confianza es pequeño, se puede decir que la estimación es muy precisa; por el contrario, si el intervalo de estimación es amplio, la estimación del parámetro correspondiente es poco precisa, para una misma probabilidad de error.

Dado a que en la curva normal se verifica qué desviaciones en torno del valor central (media  $\mu_p = P$ ) se distribuyen de la siguiente manera:

#### *Desviación esperada (error) Probabilidad que suceda*

1 $\sigma_p$	68,27%
2 $\sigma_p$	95,45%
3 $\sigma_p$	99,73%

Se deduce qué desviaciones que pueden deberse únicamente al proceso de muestreo y que excedan 2 veces el error estándar, solamente van a encontrarse en cinco muestras de 100 (4,55% más exactamente) y que desviaciones que excedan tres veces la desviación típica, solamente se van a presentar en tres de cada 1 000 muestras.

Por esta razón los intervalos son llamados de *intervalos de confianza* al 68,27%, al 95,45% al 99,73% para la estimación de  $P = \mu_p$ . Los valores extremos de esos intervalos son llamados de límites de con-

fianza al 68,27%, al 95,45% al 99,73%. Colocado así el problema, al tener una sola muestra

$$p \pm 1,96 S_p$$

son límites de confianza al 95% para P. El porcentaje de confianza se llama *nivel de confianza*. Valores numéricos como 1,96 son *valores críticos* de (abscisa de la curva normal) que algunos autores llaman también coeficiente de confianza.

En resumen, tenemos una muestra grande ( $n \geq 30$ ), de tamaño fijo, seleccionada al azar a partir de una población citada y la tasa de elementos con un atributo es p; entonces los límites de confianza de P son dados por

$$p \pm Z \sigma_p$$

Dado que el valor de  $\sigma_p$  se desconoce también, para obtener el límite de confianza antes mencionado se emplea el valor correspondiente a la muestra

$$S_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

que es satisfactorio siempre que  $n \geq 30$ . Cuando  $n < 30$ , esta aproximación deja de ser satisfactoria y debe utilizarse un procedimiento exacto basado en la distribución binomial.

En otras palabras, si una muestra de 400 bovinos ha dado un porcentaje del 96% de bovinos con  $ISP \geq 2$ , existe una probabilidad de 95,4% que la tasa de bovinos con  $ISP \geq 2$  en la población esté comprendida entre:

$$4 + 2(1) = 6\% \text{ y } 4 - 2(1) = 2\%$$

Esto aclara entonces la idea de "error controlable" en el sentido de que con ello se quiere significar que disponemos de un medio objetivo para medir este error, siempre que el proceso de selección de las unidades de la muestra se haga de acuerdo con una técnica bien definida y se conozca exactamente la "probabilidad" con que cada individuo puede participar en la muestra.

## MUESTREO PROBABILISTICO

En realidad el muestreo probabilístico tiene como mecanismo de selección de los elementos a incluir en la muestra la aleatoriedad, lo que evita toda subjetividad consciente o inconsciente.

En la práctica una *muestra seleccionada en forma aleatoria simple* es obtenida elemento tras elemento. Los elementos de la población son numerados desde 1 a N y son seleccionados al azar hasta completar un número igual al tamaño de la muestra (n) establecida.

Aquí caben dos posibilidades. La selección de los elementos se puede hacer *con devolución* del elemento al seno de la población (con lo cual puede volver a ser elegido más de una vez) o *sin devolución* del elemento a la población (con lo cual puede ser elegido sólo una vez).

Cuando la selección se hace con devolución, *cada selección es un evento independiente* ya que la probabilidad de cada elemento de ser elegido para cada una de las elecciones es  $1/N - 1/5$ .

Si se tiene una población formada por  $N = 5$  elementos (letras)

### A E L R S

Se decide obtener una muestra de tamaño  $n = 3$ . La probabilidad de cualquiera de las cinco letras en cualquiera de las tres selecciones es  $1/5$  ya que se hace devolución. Por ejemplo, la probabilidad de obtener A en la primera selección es  $1/5$  y es la misma en cualquier otra selección, haya o no haya sido seleccionada anteriormente.

Se trata de eventos independientes (modelo binominal), es decir, la probabilidad de acontecer A en la primera selección no afecta la probabilidad de obtener A en cualquier otra selección (probabilidades independientes).

En cambio, cuando la selección aleatoria se hace *sin devolución*, como ocurre casi siempre en la práctica, *cada selección es un evento dependiente de las selecciones precedentes*, ya que la probabilidad de ser elegido un elemento en una extracción *está condicionada* a los resultados de las extracciones anteriores. De ahí que en este tipo de selección se trata de *probabilidades condicionales* (modelo hipergeométrico).

Así, la probabilidad de seleccionar R en la primera extracción es  $1/N$ . La probabilidad de seleccionar cualquiera de las restantes en la siguiente extracción es  $1/N-1$  y así sucesivamente. Entonces la probabilidad de seleccionar un elemento específico, como ser la letra R del

universo de cinco letras ya citado, en cualquier selección, supongamos la tercera, es igual a una probabilidad condicional cuyo valor es igual a la probabilidad de no ser seleccionada en las dos primeras extracciones por la probabilidad de ser elegida en la tercera elección.

Para la población de cinco letras:

No. de extracciones	Probabilidad	
	Ser elegida	No ser elegida
1a	$1/N = 0,20$	$(N-1)/N = 0,80$
2a	$1/(N-1) = 0,20$	$(N-2)/(N-1) = 0,75$
3a	$1/(N-2) = 0,33$	$(N-3)/(N-2) = 0,67$

entonces la probabilidad de obtener R en la tercera extracción es

$$0,80 \times 0,75 \times 0,33 = 0,20 = 1/5 = 1/N$$

o sea,  $1/N - 1/5$  es la probabilidad de R de ser seleccionada en la tercera extracción, *a condición* que no haya sido seleccionada en las extracciones anteriores.

El muestreo sin devolución de los elementos a la población es como si se tratara de hacer un muestreo a partir de un universo finito, en cambio el muestreo con devolución se asemeja a lo que ocurriría al hacer un muestreo de una población infinita.

## ERRORES EN EL MUESTREO

Cualquier estimación que se haga a partir de una muestra, como se ha visto, está sujeta a errores. Estos errores se pueden clasificar en errores de muestreo y errores que no provienen del muestreo. Cualquier sistema de colecta y procesamiento de datos está expuesto a una variedad de errores. En tales sistemas los errores que no provienen del muestreo frecuentemente son de mucho mayor magnitud que los errores de muestreo.

Anteriormente se ha definido lo que son *errores de muestreo* entendiendo por tal la discrepancia que casi siempre se presenta al hacer una estimación, a partir de una muestra, entre este valor y el que se habría obtenido al hacer una enumeración completa de todos los elementos de una población. La diferencia entre esos dos valores es lo que se llama error de muestreo. Al utilizar métodos de muestreo probabi-

lístico, en que la probabilidad de selección de cada elemento es conocida, es posible, como ya se ha comentado, controlar el error de muestreo en forma satisfactoria, ya que es posible establecer el tamaño de la muestra necesario para mantener el error de muestreo dentro de límites deseados. Podríamos decir que el error de muestreo puede ser evitado si se hace el estudio en forma exhaustiva, es decir, considerando todos los elementos de la población.

Precisamente el hacer un estudio en un número mayor de individuos generalmente involucra aumentar los errores no de muestreo como son los errores de medida, de no respuesta, de procesamiento, error en la selección de los elementos.

Uno de los factores que se debe tener en consideración al planear una muestra se relaciona con los *errores que se originan por la dificultad en hacer las mediciones o apreciaciones en el material de estudio*, ya se refiera al objeto que debe medirse, ya sea por el instrumento o métodos usados para hacer las mediciones, o por las propias influencias del observador.

Existen los llamados *errores relacionados con el objeto medido*. Este tipo de error se comete cuando las condiciones en que se verifican las mediciones no son iguales para todos, por ejemplo, peso de bovinos hecho en diferentes condiciones de alimentación, reciente, etcétera, originan por sí solo resultados diferentes.

Otra fuente de *errores es la relacionada con el instrumento de medida*, error que puede deberse ya sea a una mala calibración del instrumento que marca "sistemáticamente" de menos o de más (solamente en un solo sentido para todas las medidas) o que no posee un grado de ajuste que permita una observación lo más exacta posible.

Dentro de este tipo de error debe también incluirse el producido por "una técnica defectuosa para realizar las medidas originadas entre otras causas por la carencia de instrucciones claras sobre la forma como deben hacerse para que todas ellas se hagan en la misma forma y condición".

También existen los *errores dependientes del observador*. Si bien la buena reputación de un técnico es una medida razonable, en ciertas circunstancias, para confiar en los resultados de una investigación, ella debe basarse en hechos "objetivos" fáciles de constatar, ya que de otra manera ello puede conducir a resultados erróneos.

A veces la falta de objetividad en este asunto, hace tener demasiada confianza en los resultados de una investigación, sin que existan razones precisas y objetivas para ello.

Como ejemplo de que el técnico puede equivocarse en la apreciación de un mismo asunto en diversas oportunidades se anota el dado

por Birkelo y colaboradores (J.A.M.A. Vol. 133, pág. 359, febrero, 1947) en el cual 5 "expertos" en diagnósticos radiológicos examinaron separadamente una a una 1 256 radiografías del tórax, encontrando con diagnóstico positivo de tuberculosis números que variaban entre 59 y 100.

Vale la pena señalar que de los 1 256 casos solamente 27 fueron clasificados como positivos por estos especialistas.

Al ser examinadas nuevamente las mismas 1 256 placas por los mismos radiólogos hubo algunos cambios en el diagnóstico. El porcentaje de los positivos en el primer examen que fueron hallados negativos en el segundo, varió de 7% a 41%, o sea que hubo un experto que en un segundo análisis cambió de opinión en el 41% de las veces. El porcentaje de los negativos en el primero que fueron encontrados positivos en el segundo, varió de 6% a 19%.

Debe tomarse como dato curioso que un radiólogo que en el primer examen encontró 59 casos positivos, en el segundo confirmó la positividad de 55 solamente; pero encontró 23 nuevos casos positivos que había diagnosticado en el primer examen como negativos.

Se cita este ejemplo, por lo tanto, para llamar la atención en cuán diferentes son los diagnósticos de otra naturaleza, que por su complejidad deben diferir sin duda extraordinariamente entre sí para diferentes facultativos.

Los errores de no-respuesta se refieren al fracaso en medir el carácter que se quiera estudiar en algunos de los elementos incluidos en la muestra. Los errores de no-respuesta son apreciables especialmente cuando se trata de entrevistas o de encuestas por correo. Las razones de la no-respuesta están dadas por los siguientes factores: a) fracaso en la localización de algún elemento a ser incluido en la muestra; b) incapacidad para proporcionar la información requerida; c) rechazo a la entrevista.

El efecto de la no-respuesta generalmente se traduce en la introducción de vicio muchas veces difícil de medir y en la estimación de un parámetro por límites de confianza a partir de los resultados muestrales.

Supóngase que se estuviera realizando un estudio en la población de establecimientos ganaderos de una región. Esta encuesta fracasó en obtener información del 25% de esta población. Entonces se puede decir, por ejemplo, que no se conoce nada acerca de la frecuencia relativa de bovinos reaccionantes a la prueba de tuberculinización en esa parte de la población de rebaños o establecimientos ganaderos, excepto que la tasa de reaccionantes debe estar entre 9 y 100%. Se puede llegar a creer y de ahí afirmar que la tasa referida no debe diferir mucho



de aquella observada en la parte estudiada de la población, pero tales aseveraciones no pasan de ser opiniones en lugar de hechos. Algunas veces es posible escuchar o leer que las no-respuestas han sido “compensadas” por substitución de los ganaderos “difíciles” o “no cooperadores” por otros asequibles. Las substituciones no resuelven el problema básico de la no-respuesta. Ellas solamente aumentan el tamaño de la muestra en aquella parte de la población que es sensible a las actividades de salud animal.

Personas sin experiencia en organizar planes de muestreo generalmente no toman precauciones, presumiendo que la fracción de no-respuesta es despreciable. Efectivamente es difícil prever cuanta no-respuesta será encontrada. Sin embargo, quien elabora diseños de muestreo debe admitir y estar preparado para enfrentar problemas inesperados, porque con certeza se presentarán.

Como se verá en la planificación de una encuesta por muestreo los mecanismos de divulgación masiva de los objetivos de la encuesta o la opinión pública contribuyen a disminuir substancialmente los rechazos y los avisos previos a los encuestados evitan los desencuentros con los ganaderos. De todas formas ocurren no-respuestas. Una manera de encarar este problema es concentrarnos en estos establecimientos tomando una submuestra de estos casos para obtener información de ellos. Existen varios autores que han tratado este problema.

El hecho de que algunas personas aumenten el tamaño de la muestra en un tercio por encima del número necesario para las condiciones dadas, no soluciona el problema de la fracción de no-respuesta. Sólo permite en la mayoría de las veces, evitar que la no-respuesta disminuya a un nivel indeseable el número absoluto de encuestados.

Los errores de procesamiento incluyen las informaciones deliberadamente falsas proporcionadas por el entrevistado. Por otra parte los datos básicos pueden ser registrados erróneamente, codificados equivocadamente, manipulados en forma deficiente e incluso omitidos completamente.

## DISEÑO DE LA MUESTRA

El llamado diseño de la muestra se refiere a los aspectos que deben ser tenidos en cuenta desde el punto de vista estadístico para llegar hasta la obtención de la muestra.

En forma resumida, se puede decir que hay tres aspectos a considerar en el diseño de la muestra:

a) el tamaño de la muestra ( $n$ ), es decir, el número de elementos a ser incluidos en la muestra;

- b) el método por el cual se hará la selección, a partir de la población, de los elementos y/o grupos de elementos que componen la muestra, y
- c) la forma como se harán las estimaciones de los parámetros que se quieren conocer.

### 1. *Determinación del tamaño de la muestra (n)*

En un estudio por muestreo una decisión importante es determinar el valor  $n$ . Esta decisión no siempre es satisfactoria debido a que muchas veces no hay información adecuada para hacerla.

Hasta ahora, ambos ejemplos, se ha supuesto un tamaño de muestra dado, interesa pues analizar brevemente cuales son los elementos que determinan la magnitud de  $n$ .

Fundamentalmente hay cuatro elementos técnicos que condicionan el tamaño de una muestra. Por otra parte hay un quinto elemento de extraordinaria importancia práctica, el monto de los recursos (financieros, humanos y materiales) sin cuyo concurso no es posible garantizar estimaciones confiables.

#### a) *Variación de la población*

Es fácil interpretar que el grado de heterogeneidad, indicado por la magnitud de la desviación estándar, condicionará el tamaño de la muestra. Donde la variable en la población se distribuya uniformemente, sólo será necesario unos pocos elementos de muestra para tener una idea bastante precisa de lo que ocurre en la población para la variable que se investiga. En cambio, en poblaciones muy heterogéneas para la variable investigada, será necesario un tamaño de muestra bastante grande para poder realizar estimaciones sin riesgo de grandes errores. Hay pues una relación directa entre  $n$  y la desviación estándar.

#### b) *Precisión de la estimación (P - p)*

La primera interrogante en este sentido que debe ser respondida es ¿cuán pequeño se quiere que sea el error de muestreo?; esta es una forma de abordar la pregunta esencial ¿cuán precisa se quiere que sea la estimación? Este problema generalmente se resuelve por especificación del error estándar del estadístico correspondiente al parámetro a estimar. Ya se ha visto que hay buenas razones teóricas para esperar que la mayoría de las estimaciones en estudios por muestreo tengan distribuciones aproximadamente normales. De esta manera, la probabi-

lidad de que la estimación hecha no se aleje del verdadero valor en la población en más de 2 veces (aproximado) el error estándar es de  $19/20$  (95%). De esta forma vemos que el conocimiento del error estándar permite calcular los límites del error para la estimación hecha, en los cuales se puede tener bastante confianza.

La especificación de la precisión debe ser hecha por los técnicos que van a utilizar los resultados de la encuesta por muestreo.

Frecuentemente esta especificación es un tanto arbitraria, sin embargo ella debe ser hecha en forma cuidadosa, consciente de que cualquier requerimiento excesivo de precisión se traducirá en un mayor gasto de recursos. Por otra parte, una definición de baja precisión debe quedar claro que disminuye la utilidad de los resultados.

Al especificar el tamaño del error de muestreo se debe considerar todo lo que se sabe acerca de las otras fuentes de error. En una encuesta por muestreo sobre la tasa de morbilidad de una enfermedad "E" no se debe especificar una gran precisión, por ejemplo 3%, si las técnicas de diagnóstico son deficientes y el personal poco entrenado en el uso de esas técnicas, de forma tal que si el estudio fuese hecho en toda la población resultaría que la tasa de morbilidad sería aproximada sólo dentro de un 12%. En este caso, se podría considerar una precisión más baja (mayor error de muestreo) puesto que las otras fuentes de error tornan la estimación imprecisa.

El tamaño de la muestra deberá ser el necesario para reducir el error estándar de la estimación hasta la magnitud elegida, es decir hasta alcanzar la precisión deseada. Se concluye pues que hay una relación inversa entre tamaño de muestra y error de muestreo.

### c) Nivel de confianza ( $1 - \alpha$ )

Es conveniente hacer ver que una vez definida la precisión el problema no está resuelto, ya que nadie puede garantizar con certeza que el valor estimado caerá dentro de los límites. Por grande que sea el tamaño de la muestra, existe una posibilidad de obtener una muestra "desafortunada", la cual tenga un error de muestreo mayor que el especificado.

Un veterinario que estudia la situación sanitaria del ganado en una región, quiere conocer qué porcentaje de ganaderos vacunan sus bovinos contra la fiebre aftosa.

Quiere hacer un muestreo aleatorio y necesita conocer el tamaño de la muestra a obtener. Especifica la precisión, indicando un  $\pm 10\%$ , de manera que si la muestra arroja aproximadamente 40% de rebaños vacunados, el porcentaje para la población caerá entre 30 y 50%.

Es conveniente decirle al veterinario que esto no se puede garantizar

con certeza, salvo que se estudiase toda la población. Como se ha dicho, por grande que sea  $n$  existe una posibilidad de obtener una muestra desfavorable, en la cual el error de muestreo (P-p) sea mayor que el planteado.

Podemos suponer que el médico veterinario está dispuesto a correr el riesgo de 1 en 20 (0,05) de obtener una muestra desafortunada, en la cual (P-p) sea mayor que 10%.

El nivel de confianza que representaba la probabilidad de que la estimación sea verdadera, también tiene una relación directa con el tamaño de muestra a través del coeficiente de confianza  $Z$ . Mientras mayor probabilidad de acierto se desea tener, más grande deberá ser el tamaño de muestra.

#### d) *Tamaño de la población*

Otro elemento que es indispensable analizar es la relación que existe entre los tamaños de muestra y población. De poblaciones numerosas se deberá esperar muestras grandes y vice-versa.

Del equilibrio de todas estas condicionantes, se determina la magnitud del tamaño de una muestra, como se verá en páginas posteriores.

#### e) *Recursos*

Este elemento, si bien no entra dentro de la determinación estadística del tamaño de muestra, juega un papel importante. Existe toda una problemática entre la compatibilización del tamaño de muestra determinado estadísticamente y el tamaño de muestra que resultaría del monto de recursos disponibles.

En general, el monto de recursos determina una muestra menor que la que resultaría de la aplicación de las fórmulas. La muestra menor determinará una menor precisión; será necesario analizar si esa precisión resultante garantiza la obtención de estimaciones confiables. Es en este punto donde hay que decidir: o se renuncia a la precisión especificada y se acepta la resultante de la limitación de recursos, o se destinan mayores recursos. Las dos alternativas restantes son: una combinación de los dos procesos anteriores, o la decisión de no llevar adelante el estudio por estos métodos.

## 2. *Ecuación que relaciona $n$ con algunas de las condiciones específicas*

La ecuación que permite establecer cuál es el tamaño de la muestra "adecuado" se puede deducir directamente del intervalo de confianza de una tasa.

$$P = p \pm z \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

La precisión para un  $\alpha$  (nivel de confianza) dado es

$$P - p = \pm Z \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

donde  $Z$  es un coeficiente (abscisa de la curva normal) que corta el área o en ambas colas de la distribución normal. Todo esto en el supuesto de que se trata de una muestra grande obtenida mediante un mecanismo aleatorio simple a partir de una población. Despejando se tiene  $n' = Z^2 PQ / (P-p)^2$  y finalmente considerando el tamaño de la población

$$n = n' / (1 + (n' / N))$$

El error de muestreo  $(P-p)$  no debe ser mayor que un 20% del valor esperado de la tasa poblacional  $(P)$ .

Calculado el valor de la muestra se tiene la fracción de muestreo

$$f = n/N$$

Esta es la fórmula del tamaño de una muestra aleatoria simple, que garantiza la estimación de una tasa con los requisitos de precisión y confianza o probabilidad de acierto especificados. Es necesario prestar atención a estos conceptos mencionados;  $Z$ , como se había adelantado es el coeficiente de confianza que provenía de la distribución normal estandarizada (media=0 y desviación estándar=1) y estaba automáticamente determinado al elegir el nivel de confianza.

Una interpretación para este concepto en este caso, sería: la proporción dentro de todas las muestras posibles, que entregan resultados para la tasa, que difieran respecto de la tasa verdadera  $(P)$ , en más del valor  $(/p-p/)$  especificado.

En cuanto a la precisión, representada por la magnitud de  $(/P-p/)$ , se había adelantado que quien está en mejores condiciones para decidir sobre el desvío máximo que se puede tolerar es quien hace el estudio, porque sabe cuáles serán los fines de la estimación. No está de más señalar que una alta precisión  $(/P-p$  pequeño/) sólo se podrá conseguir a expensas de una muestra grande, y que muestras pequeñas sólo pueden entregar resultados poco precisos. Los juicios anteriores son válidos cuando el grado de heterogeneidad en la población (magnitud del

desvío estándar) es apreciable. En poblaciones homogéneas, una muestra pequeña puede ser suficiente para lograr una precisión aceptable.

A continuación se entrega un cuadro de gran utilidad para servir de referencia. En ella se han tabulado una serie de valores posibles de tasas (entre 1 y 99%, en las columnas).

Las filas consideran el tamaño de la población (N). En el cuerpo de la tabla aparecen los tamaños de muestras necesarios para estimar una tasa poblacional (%), teniendo en cuenta un error de muestreo de 5% en relación al valor de la tasa. Por ejemplo, si la tasa de prevalencia de infección por fiebre aftosa es 20%, un error de muestreo relativo de 5%, significa que los límites quedan dados por  $20\% \pm 1\%$ .

## Tamaño necesario de la muestra para estimar tasas\*

## Valores de tasas

Tamaño de la población	1%	5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	99%
50	50	50	50	50	50	49	49	48	47	45	39	32	12
100	100	100	100	99	98	96	94	92	87	80	64	45	14
200	200	199	198	194	190	184	178	168	154	132	93	58	15
500	499	492	485	465	440	415	380	337	285	218	128	70	16
1.000	994	967	940	860	790	700	610	507	398	278	145	75	16
2.000	1.975	1.872	1.760	1.520	1.300	1.080	880	678	496	323	158	78	16
5.000	4.841	4.270	3.700	2.800	1.200	1.600	1.200	851	582	357	166	80	16
10.000	9.384	7.449	5.800	3.900	2.700	1.900	1.400	930	618	370	168	81	16

\* Error de muestreo no mayor que el 5% de la tasa.

## MÉTODOS DE SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS

### 1. Selección azar simple

Muestra al azar simple o muestra irrestricta al azar es aquella en que todas las unidades de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidas para formar la muestra. Con el objeto de evitar la acción de las preferencias subjetivas, ya sean conscientes o inconscientes, se acostumbra usar dispositivos mecánicos especiales o bien tablas de números aleatorios. Entre las más conocidas están las tablas construidas por Tippett y las Fisher y Yates. La aplicación práctica de las tablas de números aleatorios se hace de la siguiente forma:

- a) se numeran los elementos del colectivo;
- b) se determinan cuántos elementos tiene el colectivo a fin de saber con cuántas cifras se debe operar;
- c) se elige al azar un punto de la tabla por el cual se va a comenzar y el orden que se va a seguir, es decir, si se sigue hacia arriba, hacia abajo o hacia el lado;
- d) se eligen los elementos que corresponden a los números que aparecen en la tabla para construir la muestra. Si las cifras que aparecen son mayores que el número de casos que se desea tomar, se procede en la forma que se explicará en base al siguiente ejemplo:

En un predio hay una población de 86 bovinos distribuidos en la siguiente forma:

<i>Potrero</i>	<i>Bovinos</i>
I	35
II	29
III	22

Se necesita sacar una muestra de 6 bovinos.

Solución: como se trata de 86, se necesitan números de dos cifras únicamente. Al consultar la tabla, se obtienen los siguientes números:

33	68
27	87 (rechazado por ser mayor que 86)
	57
13	21

Para determinar a qué potrero corresponden los bovinos elegidos, se toma como marco una lista en que aparecen primero los 35 bovinos del primer potrero, en seguida los 29 del segundo y finalmente los 22 del tercero. Si se aplica este criterio, la muestra queda integrada por los siguientes bovinos:



Del I potrero: bovinos núms. 33, 27, 13 y 21.

Del II potrero: bovinos núms. 22 (o sea el número 57, que resulta de  $35+22$ ).

Del III potrero: bovino núms. 4 (o sea, el número 68, que resulta de  $35 + 29 + 4$ ).

El procedimiento aleatorio simple se utiliza principalmente como referencia para evaluar la eficiencia de otros métodos de muestreo. Sin embargo, en algunos casos es un procedimiento práctico, cuando:

- la población no es muy variable para el carácter estudiado;
- no se sabe de la existencia de subpoblaciones entre las cuales hay marcadas diferencias en la presentación del carácter;
- la población no es muy grande;
- es posible tener un listado completo de todos los elementos componentes de la población.

La forma de seleccionar elementos mediante un mecanismo aleatorio se puede hacer a través de procedimientos como extracción de boletas numeradas de una urna, discos numerados de una bolsa (lotería) o más comúnmente utilizando una *tabla de números aleatorios*.

Al querer seleccionar una muestra al azar de  $n = 12$  elementos a partir de una población de  $N = 500$  elementos, se aplica el siguiente Procedimiento:

- Se asigna a cada elemento de la población un número entre 001 y 500 (tres dígitos).
- Se decide un mecanismo arbitrario (incluso puede también ser al azar) *para leer* la tabla de números aleatorios, por ejemplo columna 25, fila 14.
- Se decide cómo formar los grupos de tres dígitos a partir de la intersección de la columna y la fila elegida. Generalmente se toman los dígitos (3) juntos a la derecha de la columna elegida (columnas 25, 26 y 27). El número formado en este caso es el 046.
- Se decide en qué dirección continuar la extracción de números. Supóngase que se decide leer hacia abajo y luego seguir leyendo de arriba hacia abajo en las tres columnas siguientes (28, 29 y 30). En este ejemplo, como se puede apreciar, no es necesario tomar esas 3 columnas siguientes ya que los 12 elementos son seleccionados en las columnas 25, 26 y 27.
- Si el número formado es menor que 500, el elemento al cual identifica es incluido en la muestra.

Si el número formado fuese mayor que 500 o siendo menor que 500 es repetición de un número ya elegido, no se toma en cuenta. El proceso así de selección continúa hasta completar  $n = 12$ .

## Números aleatorios

	<u>00-04</u>	<u>05-09</u>	<u>10-14</u>	<u>15-19</u>	<u>20-24</u>	<u>25-29</u>	<u>30-34</u>	<u>35-39</u>	<u>40-44</u>	<u>45-49</u>
00	54463	22662	65905	70639	79365	67382	29085	69831	47058	08186
01	15389	85205	18850	39226	42249	90669	96325	23248	60933	26927
02	85941	40756	82414	02015	13858	78030	16269	65978	01385	15345
03	61149	69440	11286	88218	58925	03638	52862	62733	33451	77455
04	05219	81619	10651	67079	92511	59888	84502	72095	83463	75577
05	41417	98326	87719	92294	46614	50948	64886	20002	97365	30976
06	28357	94070	20652	35774	16249	75019	21145	05217	47286	76305
07	17783	00015	10806	83091	91530	36466	39981	62481	49177	75779
08	40950	84820	29881	85966	62800	70326	84740	62660	77379	90279
09	82995	64157	66164	41180	10089	41757	78258	96488	88629	37231
10	96754	17676	55659	44105	47361	34833	86679	23930	53249	27083
11	34357	88040	53364	71726	45690	66334	60332	22554	90600	71113
12	06318	37403	49927	57715	50423	67372	63116	48888	21505	80182
13	62111	52820	07243	79931	89292	84767	85693	73947	22278	11551
14	47534	09243	67879	00544	23410	12740	02540	54440	32949	13491
15	98614	75993	84460	62846	59844	14922	48730	73443	48167	34770
16	24856	03648	44898	09351	98795	18644	39765	71058	90368	44104
17	96887	12479	80621	66223	86085	78285	02452	53342	42846	94771
18	90801	21472	42815	77408	37390	76766	52615	32141	30268	18106
19	55165	77312	83666	36028	28420	70219	81369	41943	47366	41067
20	75884	12952	84318	95108	72305	64620	91318	89872	45375	85436
21	16777	37116	53550	42958	21460	43910	01175	87894	81378	10620
22	46230	43877	80207	88877	89380	32992	91380	03164	98656	59337
23	42902	66892	46134	01432	94710	23474	20423	60137	60609	13119
24	81007	00333	39693	28039	10154	95425	39220	19774	31782	49037
25	68089	01122	51111	72373	06902	74373	96199	97017	41273	21546
26	20411	67081	89950	16944	93054	87687	96693	87236	77054	33848
27	58212	13160	06468	15718	82627	76999	05999	58680	96739	63700
28	70577	42866	24969	61210	76046	67699	42054	12696	93758	03283
29	94522	74358	71659	62038	79643	79169	44741	05437	39038	13163

	<u>00-04</u>	<u>05-09</u>	<u>10-14</u>	<u>15-19</u>	<u>20-24</u>	<u>25-29</u>	<u>30-34</u>	<u>35-39</u>	<u>40-44</u>	<u>45-49</u>
30	42626	86819	85651	88678	17401	03252	99547	32404	17918	62880
31	16051	33763	57194	16752	54450	19031	58580	47629	54132	60631
32	08244	27647	33851	44705	94211	46716	11738	55784	95374	72655
33	59497	04392	09419	89964	51211	04894	72882	17805	21896	83864
34	97155	13428	40293	09985	58434	01412	69124	82171	59058	82859
35	98409	66162	95763	47420	20792	61527	20441	39435	11859	41567
36	45476	84882	65109	96597	25930	66790	65706	61203	53634	22557
37	89300	69700	50741	30329	11658	23166	05400	66669	48708	03887
38	50051	95137	91631	66315	91428	12275	24816	68091	71710	33258
39	31753	85178	31310	89642	98364	02306	24617	09609	83942	22716
40	79152	53829	77250	20190	56535	18760	69942	77448	33278	48805
41	44560	38750	83635	56540	64900	42912	13953	79149	18710	68618
42	68328	83378	63369	71381	39564	05615	42451	64559	97501	65747
43	46939	38689	58625	08342	30459	85863	20781	09284	26333	91777
44	83544	86141	15707	96256	23068	13782	08467	89469	93842	55349
45	91621	00881	04900	54224	46177	55309	17852	27491	89415	23466
46	91896	67126	04151	03795	59077	11848	12630	98375	52068	60142
47	55751	62515	21108	80830	02263	29303	37204	96926	30506	09808
48	85156	87689	95493	88842	00664	55017	55539	17771	69448	87550
49	07521	56898	12236	60277	39102	62315	12239	07105	11844	01117

## 2. Muestreo estratificado

En muchas ocasiones es posible subdividir una población en partes o proporciones de acuerdo con diferentes criterios. Puede hacerse sobre una base geográfica, es decir, dividiendo el área total en subáreas. En otros casos, se puede subdividir con referencia a alguna otra cualidad de la población, de acuerdo con el sexo, edad, tamaño del rebaño, etcétera, o bien, puede subdividirse según el grado en que sus elementos presentan la cualidad que ha servido para definirla. Por ejemplo si se trata de estudiar la producción de carne de un grupo de bovinos, puede distinguirse un grupo superior, uno medio y otro inferior, sobre la base de informaciones previas. Cada una de las porciones recibe el nombre de "estrato". Los estratos pueden o no estar compuestos del mismo número de unidades. Deben excluirse mutuamente, es decir, no deben tener elementos comunes, a fin de que la suma de los elementos de todos los estratos en que se ha dividido la población sea igual al número de elementos de ella. Deben, además, ser lo más homogéneos posibles dentro de sí.

Cuando se desea comparar diferentes sectores de una misma población, a los cuales por eso se les da el nombre de "dominios de estudio", conviene dividir la población de manera tal que éstos coincidan con los estratos o que incluyan dos o más estratos. En ningún caso debe un mismo estrato quedar repartido entre dos dominios.

En muchas ocasiones es posible subdividir o estratificar la población de acuerdo con algún criterio o incluso la manifestación de un carácter. Podría ser según la distribución geográfica, la edad, el sexo, la raza, el tamaño del rebaño, la finalidad. Los estratos deben ser *excluyentes*, o sea, no incluir un elemento en más de un estrato, al mismo tiempo deben ser *exhaustivos* entre sí, es decir, deben incluir todos los elementos de la población.

Un ejemplo de estratificación lo da la división de los rebaños de una región de acuerdo con la finalidad para estudiar el porcentaje de ellos (tasa) que vacunaban contra la fiebre aftosa antes de implantar un programa en esa región.

Estratos	Vacunación				Total
	Sí		Núm.		
	Núm.	%	Núm.	%	
Leche	2 100	60	1 400	40	3 500
Carne	6 500	41	9 500	59	16 000
Mixto	7 200	36	12 800	64	20 000
Total	15 800	40	23 700	60	39 500

Se llama muestreo estratificado al procedimiento que consiste en dividir primero la población en estratos y tomar después muestras al azar de cada uno de ellos, para constituir la muestra definitiva. La muestra así obtenida es una<sup>66</sup> muestra estratificada”.

El muestreo estratificado permite disminuir la varianza poblacional, que en el caso de tasas es  $\sigma^2 = PQ$ . En este procedimiento para reducir  $\sigma^2$  se construyen *estratos* con las unidades de muestreo, lo cual permite aumentar la precisión (disminuir la longitud del intervalo de confianza). Sabemos que la variación entre las unidades de muestreo que están en un mismo conjunto constituyen la *variación total* (varianza total). Si se trata de una población muy variable o heterogénea, con respecto al carácter en estudio, la construcción de *estratos* permite que esa población heterogénea quede dividida en “partes”, cada una de las cuales dentro de sí es menos variable que toda la población. La variación *dentro de los estratos* es por tanto más pequeña. En el muestreo estratificado aleatorio, la variación *entre los estratos* (entre las de los estratos) en la población no contribuye al *error de muestreo de la estimación de la media poblacional*. De manera que sólo contribuye al error de muestreo la variación dentro de los estratos.

*Ventajas del muestreo estratificado aleatorio sobre el simple*

- reduce el tamaño de la muestra para un grado de precisión dado y viceversa;
- garantiza una adecuada representación en la muestra de todas las “partes” de la población.

Cuando se pasa de muestreo aleatorio simple a estratificado, dos componentes determinan la reducción de la varianza de la estimación: uno proviene de la eliminación de las diferencias entre medias de estratos, otro proviene de la eliminación de los efectos de las diferencias entre las desviaciones estándar de los estratos.

La reducción en la variación de la estimación del valor poblacional es muy importante como razón para estratificar; sin embargo, en estudios que consideran varios caracteres, una estratificación buena para un carácter puede no serlo para los demás. En esos casos es frecuente (en salud animal) que la estratificación se haga sobre la base geográfica. Este criterio es de mucho valor, ya que muchos caracteres presentan marcadas diferencias según el lugar.

En general, hemos dicho que la *estratificación* produce una disminución de la varianza de la estimación de la media poblacional.

Cuando la *fracción de muestreo* es igual o constante en los distintos estratos se dice que se trata de muestreo estratificado con *asignación proporcional*.

Como lo habitual es que se desconozca el valor de la tasa en la po-

blación supongamos que se decide hacer un estudio por muestreo de los rebaños bovinos de la región para saber cuál es la tasa de rebaños en que se vacunaba contra la fiebre aftosa antes de comenzar el programa oficial de control de esta enfermedad en la región. Sobre la base de una tasa esperada de rebaños vacunados en la población de 40%, con una precisión de 2% (o sea el 5% de 40%), y con un nivel de confianza de 95% (error de tipo  $\alpha \rightarrow 5\%$ ) el tamaño de la muestra (véase tabla) es de  $n = 2.200$  rebaños, lo que da una fracción de muestreo de  $f = 2.200 / 39.500 = 1/18$ .

Para hacer una asignación proporcional de este tamaño ( $n = 2.200$ ) en los tres estratos, es necesario repartir proporcionalmente este número en ellos de acuerdo con el "peso relativo" ( $W$ ) de cada estrato en la población.

Estratos	$N$	$\%W$	$n$
Leche	3 500	8	176
Carne	16 500	41	902
Mixto	20 000	51	1 122
Total	39 500	100	2 200

De esta manera en cada estrato (sub-población) *en fracción de muestreo se mantiene constante*, aproximadamente, en  $f = 1/18$ .

En cada estrato al examinar el número de rebaños que le corresponde se contabilizan los que vacunaban contra fiebre aftosa ( $a$ ) y con esta cantidad se calculan las tasas por estratos de rebaños vacunados. Sin embargo, la *asignación proporcional* no es siempre una *asignación óptima*, en cuyo caso se hace necesario una *fracción de muestreo variable* (asignación no proporcional).

La asignación no proporcional es especialmente útil cuando:

- las desviaciones estándar de los estratos difieren considerablemente entre sí;
- los costos para reunir datos varían substancialmente de un estrato para otro.

En estos casos habrá una *asignación óptima* (determinada combinación de fracciones variables de muestreo) que proporcione el *menor error de muestreo, al más bajo costo*.

La ganancia de precisión por asignación óptima sobre asignación proporcional no es tan grande en la estimación de tasas como la estimación de medias.

Si se trabaja con *costos fijos* o determinados en la obtención de me-

dición desde cada unidad de muestreo, ellos no varían de estrato a estrato. En este caso *el costo* se puede ignorar para determinar la precisión de muestreo en los distintos estratos.

Cuando los *costos son variables* en la obtención de medición a partir de una unidad de muestreo, de un estrato a otro, se hace necesario incorporar una *función de costo*.

### 3. Muestreo sistemático

Este tipo de muestreo exige que los elementos componentes de la población tengan un cierto orden de posición, por ejemplo que estén en filas, en tarjetas, o en cualquier forma ordenada.

Para operar hay que seguir los siguientes pasos:

- ordenar en una lista todos los elementos de la población, asignando un número de orden correlativo a cada uno.
- supongamos que listamos los rebaños de leche, del ejemplo del capítulo anterior, del 1 al 3 500;
- determinar el tamaño de la muestra. Para los rebaños de leche  $n = 175$ ;
- establecer el intervalo de selección (F) y aplicar sobre el listado de la población

$$F = \frac{N}{n} = \frac{3\ 500}{175} = 20 \text{ rebaños}$$

- Es decir, se deben elegir 175 rebaños a partir de 3 500, seleccionando de la lista 1 de cada intervalo de 20;
- determinar el número de arranque, o sea, el primer rebaño a ser seleccionado. Este corresponde a un número elegido al azar entre 1 y 20. Supongamos que ese número sea el 3, o sea el 3er. rebaño en orden en la fila, del 1 al 3 500 es seleccionado para ser incluido en la muestra;
- A continuación se va sumando el intervalo  $F = 20$  a partir de 3 y de esta manera se llegan a seleccionar los 175 rebaños

3 - 23 - 43 - 63 - ... - 343 - ... - 783 - ... - 1 163 - ... - 1 703 - ...  
- 2 143 - ... - 2 863 - ... - 3 423 - 3 443 - 3 463 - 3 483.

La utilización del muestreo sistemático casi siempre está asociada al empleo de otros procedimientos de muestreo, como el estratificado o el muestreo en dos etapas. El procedimiento sistemático generalmente se aplica para seleccionar elementos dentro de alguna unidad primaria.

El muestreo sistemático no es un muestreo al azar, a menos que la

lista o marco esté “organizado” al azar. Sin embargo, se acostumbra considerar una lista cualquiera, que no está ordenada según un criterio relacionado con el carácter que se quiere estudiar, *como una lista al azar*.

El peligro de este método consiste en que puede ocurrir que inadvertidamente la lista presente cierta periodicidad en relación con el intervalo elegido, en estos casos la muestra resultante expone a errores serios.

#### 4. Muestreo por conglomerados

Hemos dicho anteriormente que los elementos de una población pueden ser diferenciados tomando en cuenta características secundarias y se ha demostrado como esta circunstancia puede ser aprovechada para formar estratos. En otras ocasiones, ocurre que la población está formada por unidades que se distinguen entre sí por características secundarias (por ejemplo, el tamaño, la edad, el sexo, etcétera) pero que se presentan agrupadas ya sea en el espacio o en el tiempo. Los grupos de elementos contiguos que exhiben esta condición reciben el nombre de “conglomerados” y pueden servir de base para un procedimiento de muestreo. Llámase “muestreo por conglomerados” al que consiste en tomar como unidades de muestreo grupos de esta especie y en someter al examen a todos los elementos de cada uno de los conglomerados elegidos. Como es natural, la selección de los conglomerados que compondrán la muestra debe hacerse al azar, o eventualmente en forma sistemática.

Entre el muestreo estratificado y el muestreo por conglomerados existe una diferencia fundamental. En aquel, se trataba de que cada estrato fuese lo más homogéneo posible, es decir, que consistiera en unidades tan semejantes como fuese posible desde el punto de vista de las cualidades que servirían de base a la estratificación. En el muestreo de conglomerados el ideal consiste en que contenga elementos de todas las variedades que se han distinguido a base de ciertas cualidades secundarias, o sea, que estén tan mezcladas como se pueda. Si se compara cada uno de los conglomerados con los demás se advierte, por el contrario, que se asemejan mucho, pues cada uno contiene representantes de todas variedades.

Ejemplo de “conglomerado” es el rebaño animal que “habita” en un mismo establecimiento, distrito o municipio, en donde pueden encontrarse bovinos de diferentes sexos, edades, raza y grado de desarrollo, finalidad, manejo, etcétera.

Dentro de los conglomerados no es necesario “listar” los elementos componentes, ya que todos son considerados.



El costo de las operaciones de muestreo en el terreno para este método es más barato comparativamente con los anteriores, especialmente con el estratificado.

Supongamos que para estudiar la situación de la vacunación antiáf-tosa, previo al inicio del programa en la región antes citada, se decide hacer un muestreo por conglomerados.

La determinación del tamaño de la muestra, tal como ha sido ya indicado, es  $n = 2\ 200$  rebaños. Ocurre que la región se encuentra subdividida desde el punto de vista administrativo en *distritos* que tienen diferentes cantidades de rebaños; sin embargo, esas diferencias no son muy marcadas como se puede apreciar en el listado.

Distrito	Núm. de rebaños	Distrito	Núm. de rebaños	Distrito	Núm. de rebaños	Distrito	Núm. de rebaños
1	120	26	121	51	171	76	149
2	81	27	120	52	162	77	153
3	125	28	119	53	140	78	95
4	140	29	141	54	162	79	115
5	124	30	114	55	115	80	116
6	132	31	163	56	101	81	139
7	104	32	109	57	108	82	130
8	116	33	155	58	137	83	91
9	98	34	139	59	160	84	93
10	123	35	120	60	148	85	170
11	149	36	93	61	90	86	181
12	120	37	139	62	98	87	173
13	138	38	127	63	132	88	162
14	128	39	166	64	167	89	142
15	151	40	116	65	155	90	115
16	128	41	82	66	135	91	135
17	111	42	115	67	170	92	142
18	98	43	130	68	167	93	102
19	117	44	124	69	100	94	119
20	121	45	147	70	97	95	158
21	95	46	156	71	121	96	160
22	132	47	131	72	140	97	173
23	114	48	158	73	138	98	115
24	140	49	136	74	87	99	159
25	164	50	160	75	168	100	133
101	173	145	115	189	125	233	182
102	129	146	119	190	132	234	125
103	168	147	135	191	183	235	114
104	115	148	108	192	115	236	175
105	172	149	173	193	173	237	183
106	165	150	185	194	178	238	145
107	166	151	172	195	160	239	182
108	156	152	181	196	143	240	175
109	150	153	180	197	152	241	167
110	157	154	176	198	115	242	165
111	106	155	125	199	125	243	150
112	128	156	132	200	181	244	145

Distrito	Núm. de rebaños	Distrito	Núm. de rebaños	Distrito	Núm. de rebaños	Distrito	Núm. de rebaños
113	170	157	163	201	179	245	172
114	153	158	141	202	182	246	117
115	147	159	125	203	118	247	137
116	162	160	161	204	125	248	184
117	138	161	160	205	134	249	130
118	120	162	169	206	180	250	138
119	139	163	153	207	171	251	174
120	140	164	145	208	144	252	169
121	170	165	170	209	132	253	171
122	170	166	101	210	129	254	148
123	183	167	107	211	140	255	153
124	136	168	125	212	183	256	137
125	173	169	177	213	145	257	127
126	167	170	132	214	115	258	119
127	131	171	123	215	172	259	146
128	125	172	122	216	168	260	135
129	152	173	145	217	122	261	125
130	158	174	170	218	128	262	137
131	125	175	188	219	145	263	147
132	137	176	134	220	173	264	182
133	143	177	125	221	182	265	173
134	148	178	182	222	125	266	161
135	153	179	173	223	173	267	115
136	158	180	115	224	170	268	101
137	170	181	171	225	175	269	97
138	182	182	183	226	153	270	173
139	183	183	172	227	148	271	175
140	175	184	164	228	160	272	183
141	171	185	158	229	163	273	140
142	163	186	158	230	115	274	158
143	168	187	163	231	125	275	127
144	151	188	115	232	111		

Considerando que el número de rebaños en la población es  $N = 39\ 500$  y que hay 275 conglomerados ( $M$ ) de rebaños (distritos), tenemos una media de 143,64 ( $\bar{B}$ ) rebaños por conglomerado.

Para calcular la cantidad de conglomerados a incluir en la muestra ( $m$ ), de manera que se aproxime a  $n = 2\ 200$ , hay que seguir el siguiente procedimiento:

$$m = \frac{n}{\bar{B}} = \frac{2\ 200}{143,64} \cong 15 \text{ conglomerados}$$

A continuación, mediante un procedimiento al azar simple se eligen 15 conglomerados. Posteriormente, se procede a *encuestar a todos los rebaños existentes dentro de cada conglomerado elegido*, con lo cual se alcanza un número de rebaños cercano a  $n = 2\ 200$ .

Como los conglomerados son de tamaño desigual, llamamos  $B$  (media) a la cantidad de elementos por conglomerado. Cuando se trata de conglomerados de igual tamaño, raros en la naturaleza, se llama a esa cantidad  $B$ . Un experto en muestreo puede "confeccionar" conglomerados iguales a partir de un listado, agrupando elementos.

La probabilidad de selección de cualesquiera de los  $N = M \times \bar{B} = (275) \cdot (143,64) \cong 39\ 500$  elementos de la población es

$$f = \frac{m}{M} \cdot \frac{\bar{B}}{\bar{B}} = \frac{n}{N}$$

$$= \frac{15}{275} \cdot \frac{143,64}{143,64} = \frac{2\ 200}{39\ 500} \cong \frac{1}{18}$$

En general, los conglomerados se seleccionan con estratificación, porque de esta manera se reduce considerablemente la varianza.

### 5. Muestreo en dos etapas

En el muestreo por conglomerados, la unidad de muestreo era el conglomerado (conjunto de elementos agrupados), que en el ejemplo dado era el distrito. Al seleccionar al azar un conglomerado de este tipo se encuestaban todos los elementos (rebaños) existentes dentro del conglomerado seleccionado.

Ahora se trata de aplicar un procedimiento de selección en dos etapas. En la primera selecciona en forma aleatoria una muestra de conglomerados. En la segunda etapa se elige, de cada conglomerado

seleccionado, una muestra (submuestra) de los elementos en él contenidos. En este caso, los conglomerados pasan a constituir las *unidades primarias de muestreo*. En este método se requiere solo un listado completo de las unidades primarias seleccionadas. Este procedimiento permite concentrar los recursos disponibles en un número limitado de lugares o unidades primarias. Otro factor que disminuye el costo es que sólo es necesaria la confección de un listado de los elementos contenidos en los conglomerados incluidos en la muestra. Entre los inconvenientes que presenta está el que el error de muestreo suele ser mayor en el muestreo estratificado (pero menor que en él por conglomerados). Por otra parte, suelen presentarse dificultades en el análisis de los resultados por el hecho de que las unidades primarias de muestreo tienen distinto tamaño, es decir, tienen diferente número de elementos.

El muestreo en dos etapas resulta de la búsqueda de equilibrio entre los dos efectos conflictivos de la conglomeración, por una parte disminuir el costo al concentrar los elementos a encuestar y por otra parte una elevación de la varianza por falta de una mayor distribución de los elementos que llegan a ser incluidos en la muestra.

El muestreo en dos etapas (o en varias etapas) busca disminuir el grado de conglomeración y así disminuir la varianza sin incurrir con esto en un aumento proporcional del costo.

La fracción de muestreo total uniforme y la probabilidad igual de selección de cualquiera de los  $N = M \times \bar{B}$  elementos de la población en la muestra de  $n = m \times b$  elementos es

$$f = \frac{n}{N} \cdot \frac{m}{M} = \frac{b}{\bar{B}} = f_1 \cdot f_2$$

Supongamos que la población de  $N = 39\,500$  elementos (rebaños) en  $M = 275$  conglomerados (distritos) de una región, se debe seleccionar una muestra de  $n = 2\,200$  rebaños. En este caso

$$F = n/N = 2\,200/39\,500 \cong 1/18$$

Un diseño en dos etapas, posible en este caso de tamaños más o menos semejantes con los conglomerados, podría utilizar fracciones de muestreo  $f_1 = 1/6$  para distritos (conglomerados) y  $f_2 = 1/3$  para rebaños (elementos); así tendríamos 46 distritos ( $m$ ) con una media de 48 rebaños por distrito ( $b$ ). Esta última es llamada submuestra. Así, la probabilidad de selección de cualesquiera de los  $N = 39\,500$  rebaños de la población es

$$f = \frac{2\ 200}{39\ 500} = \frac{46}{275} \times \frac{48}{143,64} = \frac{1}{6} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{18}$$

En este cálculo se ha colocado la media de 48 rebaños por distritos, pero en el muestreo debe ser un número variable, o sea, un tercio de los rebaños de cada distrito elegido.

Esto implica una selección al azar de 46 distritos y de cada uno de éstos se eligen, también al azar, un tercio de los rebaños (submuestreo). Este procedimiento es válido en este caso porque el tamaño de los conglomerados no varía grandemente, de manera que los rebaños no reciben probabilidad de selección muy diferentes.

Es común combinar el muestreo en dos etapas con la estratificación; en este caso pueden emplearse fracciones de muestreo constantes para los diversos estratos o pueden utilizarse fracciones variables de manera de conservar la fracción global de muestreo  $f = n/N$ .

#### 6. Probabilidad proporcional al tamaño de los conglomerados y muestreo en dos etapas

En el ejemplo de la sección anterior se ha hecho la selección de los conglomerados y de los elementos dentro de los conglomerados con probabilidad constantes  $f_1$  y  $f_2$ , de manera que  $f_1 \cdot f_2 = f = n/N$ . Sin embargo, con un diseño de muestreo de este tipo, cuando hay grandes variaciones en el tamaño de los conglomerados, ellas se reflejan directamente sobre los tamaños de las submuestras. Es necesario reducir esa variación en el tamaño de la submuestra.

Cuando hay gran variación en el tamaño de los conglomerados se debe seleccionar un número constante ( $b$ ) de elementos a partir de los  $B'$  en los conglomerados elegidos. Con esto resulta que la selección de las unidades primarias o conglomerados se hace con probabilidad proporcional al tamaño de los conglomerados ( $B'$ ). Esto significa que

$$f = \frac{B'}{Fb} \frac{b}{B'} = \frac{1}{F}$$

$b$  = número constante de elementos a seleccionar en cada conglomerado incluido en la muestra.

$B'$  = número (variable) de elemento que componen cada conglomerado

$F$  =  $N/n$

Esta muestra resulta *autoponderada* por el hecho de que las unida-

des de primer orden (conglomerados) tienen una probabilidad de ser elegidas proporcionales al número de elementos que la componen; en cambio, en la segunda etapa, al seleccionar un número constante de elementos en cada conglomerado elegido, la oportunidad de ser incluidos en la muestra de los elementos de conglomerados grandes es menor que la que tienen los elementos de conglomerados pequeños.

Para poder aplicar el método de muestreo en dos etapas con probabilidad proporcional al tamaño (PPT) de los conglomerados se debe tener un listado de los conglomerados (distritos), acumulando la suma de los elementos. Supongamos que aplicamos este procedimiento al ejemplo anteriormente dado:

<u>Conglomerados (Distritos)</u>	<u>Elementos (Rebaños)</u>	<u>Acumulación</u>	<u>Rango</u>
1	120	120	1 - 120
2	81	201	121 - 201
3	125	326	202 - 326
4	140	466	327 - 466
5	124	590	467 - 590
6	132	722	591 - 722
7	104	826	723 - 826
8	116	942	827 - 942
.	.	.	.
.	.	.	.
272	183	39 075	38 893 - 39 075
273	140	39 215	39 076 - 39 215
274	158	39 373	39 216 - 39 373
275	127	39 500	39 374 - 39 500

Se ha decidido incluir 45 distritos de los 275 existentes en la población y para elegirlos en forma proporcional al tamaño se toma una fracción.

$$F_b = \frac{N}{M} = \frac{39\,500}{45} \cong 878$$

Se elige, por medio de una tabla de números aleatorios, un número de arranque entre 1 y 878. Supóngase que sea el 350. A partir de allí se elabora una secuencia sumando sucesivamente 878 a 350 y a los números que así van resultando

350 - 1 228 - 2 106 ... - 38 104 - 38 982

Así se elige el distrito 4, y así hasta el distrito 272. la cantidad constante de rebaños a encuestar (b) en cada distrito se determina de la siguiente manera:

$$b = \frac{n}{m}$$

En el supuesto que  $n = 2\,200$  rebaños

$$b = \frac{2\,200}{45} = 49 \text{ rebaños por cada distrito elegido}$$

Tomando como ejemplo los 140 rebaños del distrito 4 se sigue el siguiente procedimiento: en el supuesto que se tiene un listado de los 140 rebaños, para determinar los 49 rebaños a elegir se toman 49 números al azar entre 001 y 140 y los rebaños que tienen esos números son incluidos en la muestra.

La probabilidad de ser elegido de cada rebaño es la misma y es igual a la fracción global de muestreo  $f = n/N = 2\,200/39\,500 = 1/18$

$$f = \frac{B'}{Fb} \cdot \frac{b}{B'} = \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{140}{878} \cdot \frac{49}{140} \cong \frac{1}{18}$$

La selección de los 49 rebaños dentro de cada distrito elegido también puede hacerse a través de un procedimiento sistemático.

En el muestreo en dos etapas (submuestreo) con unidades primarias de tamaño variable, es decir, con diferente número de unidades elementales en cada unidad primaria (conglomerado), la estimación de error estándar se hace de la siguiente manera:

$$\hat{\sigma}_p = \sqrt{\frac{PQS}{n}}$$

En este caso S representa un factor por el cual la varianza correspondiente al método de selección simple al azar, debe ser multiplicada para obtener la varianza para el procedimiento de selección en dos etapas.  $S = 1 + \delta(b-1)$ , en esta expresión  $\delta$  representa el grado de homo-



geneidad dentro de los conglomerados. Así cuando las unidades elementales dentro de los conglomerados son homogéneas con respecto al carácter en estudio, en este caso,  $\delta$  será alto (cercano a + 1) y la varianza total en gran medida será explicada por la varianza entre los conglomerados. En cambio, si las unidades elementales dentro de los conglomerados presentan heterogeneidad con respecto al carácter estudiado, entonces  $\delta$  llega a ser cercano a cero (en casos excepcionales puede ser negativo) con lo cual la varianza entre conglomerados participa en pequeña medida de la varianza total.

De la expresión dada a S queda claro que al aumentar b (constante de submuestreo) se produce un aumento de la varianza proporcional a cuán positivo sea  $\delta$ . Por esta razón es importante tener en cuenta el grado de homogeneidad de las unidades elementales dentro de los conglomerados para el cálculo del tamaño de la muestra.

## PLANIFICACION DEL MUESTREO

### 1. *Formulación del objetivo*

Es de fundamental importancia definir en forma clara y precisa cuál es la finalidad que se persigue en un estudio para el cual se hace necesario tomar una muestra. El plan de muestreo deberá obedecer rigurosamente a las necesidades de información que emanan del objetivo planteado. Es diferente la planificación de una muestra para estudiar la producción lechera, la prevalencia de tuberculosis bovina y el grado de educación sanitaria de los dueños o encargados de los establecimientos ganaderos.

Desde otro punto de vista una misma muestra no puede ser igualmente eficiente si se trata de un estudio inicial sobre el crédito a la explotación pecuaria que si se tratara de averiguar el estado inmunitario de la población bovina frente a la fiebre aftosa. Es muy importante ser conscientes de que se debe haber concordancia entre lo que se desea estudiar y el tipo de muestra a seleccionar. No existen recetas o soluciones hechas que puedan ser utilizadas irrestrictamente. Cada estudio planteado involucra la necesidad de estudiar un plan de muestreo específico sobre la base de los fundamentos estadísticos, del conocimiento de la situación particular que se enfrenta y nunca dejando de lado la imaginación y el sentido creativo que la solución de cada problema trae como desafío.

Un aspecto que vale la pena resaltar en este capítulo es la necesidad de un buen conocimiento del problema. De ahí que es necesario que

el planeamiento del muestreo se haga en equipo, en el cual participen gente de diversas disciplinas y que además tengan un buen conocimiento del problema en la realidad. Por otra parte, esto implica también el compromiso de la objetividad. Se trata de que los técnicos en diversas disciplinas, todos con un buen conocimiento de la situación en el terreno, colaboren en la forma más efectiva a establecer lo que se quiere estudiar de la manera más simple y directa. Debe tenerse en cuenta que el muestreo no es una ocasión para averiguar todas las interrogantes, y se debe recordar que una muestra no es siempre adecuada para dar respuesta a una variedad de interrogantes.

En la figura que aparece más adelante se presentan las etapas a seguir en el proceso de una encuesta por muestreo.

Los aspectos más resaltantes sobre los cuales son aplicadas las encuestas por muestreo en el campo de los programas de control de la fiebre aftosa son la difusión de la enfermedad, el estado inmunitario de la población, el manejo de la ganadería y las actitudes de los ganaderos.

En términos más concretos, entre otros, los objetivos específicos de estas encuestas suelen ser conocer los siguientes aspectos:

- a) frecuencia de la enfermedad clínica
- b) frecuencia de la infección por el virus de la fiebre aftosa
- c) estado inmunitario de la población
- d) presencia de portadores del virus de la fiebre aftosa
- e) eficiencia productiva del ganado
- f) manejo de la ganadería
- g) actitudes de la comunidad frente a los problemas de salud animal.

En términos generales se deben establecer criterios para definir prioridades en las encuestas según

- a) importancia de la enfermedad
- b) posibilidad de identificar los grupos expuestos
- c) cambios demográficos y de la situación ecológica de una región
- d) importancia económica de la enfermedad
- e) servicios disponibles para combatir la enfermedad.

## *2. Definición de la población y de las unidades de muestreo*

Una vez establecido el objetivo del estudio, el paso siguiente es definir y delimitar la población sobre la cual se aplicará el estudio. Este paso debe tener en cuenta que la observación se realice realmente sobre la población capaz de proporcionar la información requerida, de manera que las conclusiones a que se llegue se apliquen a esa pobla-

ción sin excederla y sin excluir partes de ella. Su naturaleza queda establecida por los objetivos del estudio.

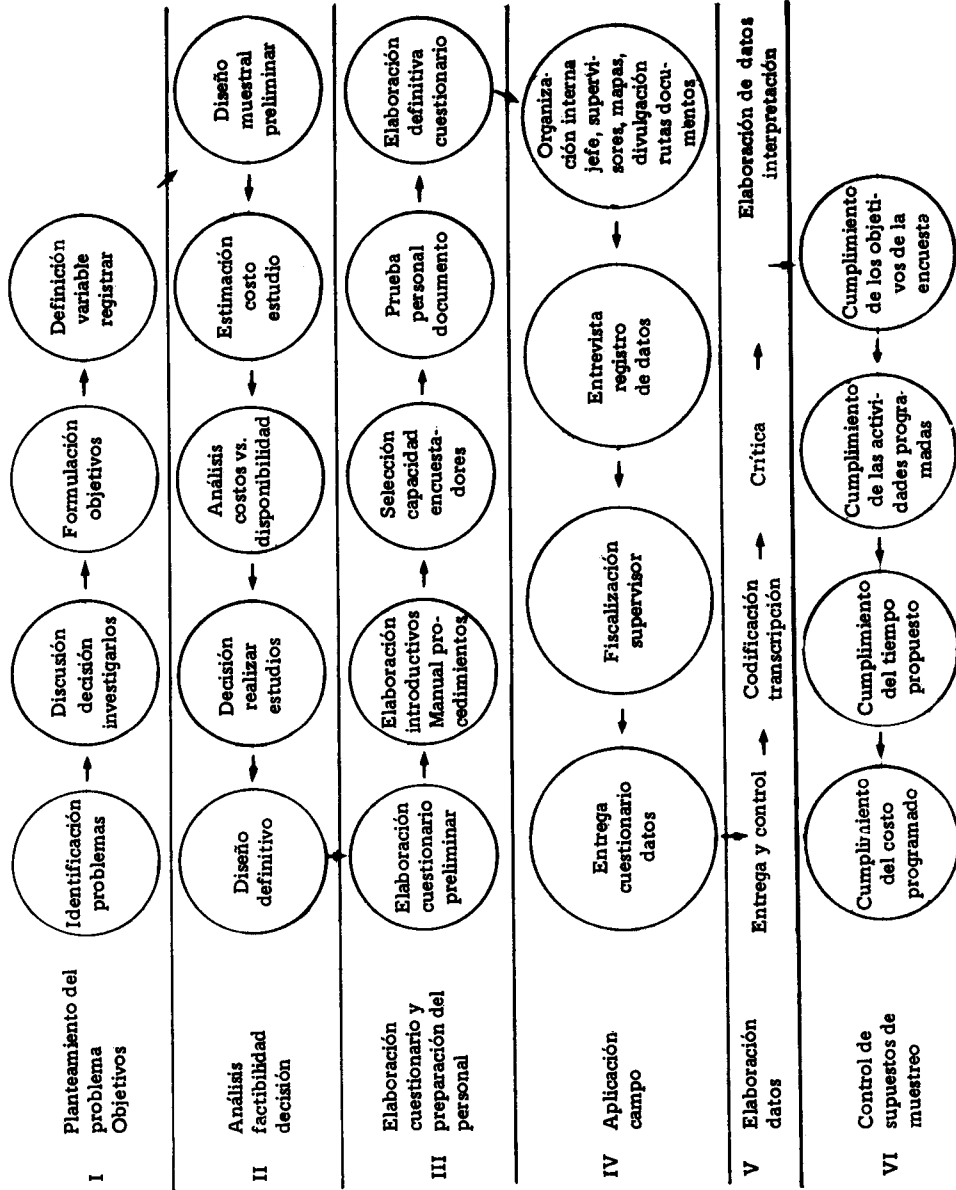
Las unidades de muestreo son aquellas que se utilizan para seleccionar los elementos de la muestra ya que ellas contienen los elementos. Cuando en un muestreo se seleccionan elementos, cada unidad de muestreo corresponde a un elemento. Una unidad de muestreo puede corresponder a un conjunto de elementos, como es el caso de los conglomerados.

La población debe ser definida de acuerdo con el objetivo, estructura de la misma, espacio y tiempo.

A continuación se presenta un esquema sobre características de la población considerando algunos objetivos ya mencionados.

<i>Objetivo</i>	<i>Población</i>	<i>Elemento</i>	<i>Material colectado</i>	<i>Criterios principales de clasif.</i>
1. Prevalencia de fiebre aftosa clínica	Conjunto de establecimientos ganaderos	Cada establecimiento ganadero	Respuestas del encargo del establecimiento	Geográfico, tiempo y tamaño del rebaño
2. Estado inmunitario de la población	Todos los bovinos	Cada bovino	Suero	Período postvacunal y edad
3. Prevalencia de infección por fiebre aftosa en la población bovina	Todos los bovinos	Cada bovino	Suero	Geográfico y edad
4. Detección de portadores	Todos los bovinos	Cada bovino	Material esofágico-faríngeo	Geográfico, tipo de explotación y edad
5. Educación sanitaria de la comunidad	Comunidad rural	Cada persona	Respuesta de las personas	Geográfico, clase social y actividad

*Etapa en el proceso de una encuesta por muestreo*



### 3. Información a coleccionar y métodos de colecciona

Debe haber una estricta correspondencia entre los datos a ser coleccionados y el objetivo planteado. En función del objetivo de la encuesta los datos a registrar deben ser relevantes e indispensables. Además, se debe agregar el criterio de factibilidad y no solicitar información que difícilmente pueda ser obtenida. Toda información no esencial ni factible debe ser omitida. Existe la tendencia a pedir un exceso de datos, algunos de los cuales muchas veces no llegan a ser utilizados.

A continuación se da una lista de posibles informaciones a considerar en las encuestas por muestreo, según el objetivo que se establezca.

#### 3.1. Para conocer la frecuencia de la enfermedad clínica

- a) identificación del rebaño, ubicación y tiempo
- b) tipo de explotación y población bovina
- c) ocurrencia de fiebre aftosa en los últimos 4 años. Para el último año, los meses en que ocurrió
- d) si vacuna los bovinos y cuántas veces al año.

#### 3.2. Para evaluar el estado inmunitario de la población

- a) identificación del rebaño, ubicación y tiempo
- b) población bovina por categorías
- c) fecha de la última vacunación y la frecuencia con que vacuna
- d) nivel de anticuerpos humorales para cada bovino sangrado
- e) ocurrencia de la enfermedad en los dos últimos años. Para el último año la distribución por mes.

#### 3.3. Para conocer la prevalencia de infección

- a) identificación del rebaño, ubicación y tiempo
- b) población bovina clasificada por edad
- c) presencia de anticuerpos anti-VIA para cada bovino sangrado
- d) ocurrencia de la enfermedad en los últimos 4 años. Para el último año la distribución por mes.

#### 3.4. Para detectar bovinos portadores

- a) identificación del rebaño, ubicación y tiempo
- b) población bovina por categorías y tipo de explotación

- c) indentificación del virus de la fiebre aftosa para cada bovino al cual se le extrajo material esofágico-faríngeo
- d) ocurrencia de la enfermedad en los últimos 4 años
- e) ingreso de animales según origen.

### 3.5. Para conocer el grado de educación sanitaria de la comunidad

- a) identificación de la persona, domicilio y tiempo
- b) clase social y actividad
- c) conocimiento de la enfermedad y de su impacto
- d) actitudes frente a la enfermedad.

La producción de datos epidemiológicos originales se puede hacer a través de la observación y también a través de entrevistas a los encargados o propietarios de los animales.

*La observación* de hechos es un método directo y objetivo de evaluar algunas características de significación epidemiológica. Está expuesta a los llamados errores de medición cuya presencia afecta la validez de cualquier conclusión. Además de aplicar procedimientos normalizados; el observador debe tener conciencia de la importancia de lo que hace, de manera que la observación no sea hecha en forma descuidada, displicente o rutinaria.

*La entrevista* a los encargados del ganado es otro procedimiento de colecta de datos epidemiológicos. Mediante este método un entrevistador debidamente entrenado ubica al entrevistado, obtiene la entrevista, formula preguntas y anota las respuestas del entrevistado en un cuestionario debidamente estandarizado y de acuerdo con un manual de instrucciones.

El tipo de preguntas es un problema de sentido común y experiencia. Se debe ser objetivo en el sentido de no hacer preguntas vagas y generales cuando se quiere una respuesta sobre algo específico. El lenguaje debe ser simple y directo y debe hurtar tecnicismos y ambigüedades. También debe evitarse hacer preguntas con supuestos acerca del entrevistado, así como las preguntas estar dirigidas hacia una cierta respuesta.

A continuación se presenta un cuadro donde se clasifican los objetivos del sistema ocasional de acuerdo con el método de colecta de datos.

<i>Objetivos</i>	<i>Método</i>
Conocer la prevalencia de la enfermedad clínica	Entrevista
Evaluar el estado inmunitario de la población bovina	Observación (obtención de suero)
Conocer la prevalencia de infección	Observación (obtención de suero)
Detectar bovinos portadores	Observación (obtención de material esofágico-faríngeo)
Conocer el grado de educación sanitaria de la comunidad	Entrevista

#### 4. *Periodicidad de aplicación de las encuestas*

La *encuesta longitudinal* se aplica cuando es necesario realizar estudios periódicos en una misma muestra y la *encuesta transversal* repetida cuando el estudio se hace en cada período en una nueva muestra.

La encuesta longitudinal es una forma adecuada para estudios de seguimiento ya que permite un estudio más completo de los cambios experimentados por el carácter en estudio. Sin embargo, presenta una serie de dificultades, entre ellas la desaparición de animales que son vendidos o que mueren, por lo cual hay que incorporar un mecanismo que permita la sustitución. En estudios de persistencia sobre anticuerpos humorales neutralizantes o de protección, sobre anticuerpos contra el antígeno (VIA) o sobre portadores del virus de la fiebre aftosa es necesario aplicar encuestas de tipo longitudinal.

La encuesta transversal repetida es un procedimiento válido cuando se quiere averiguar características poblacionales como el estado inmunitario de la población, la prevalencia de la enfermedad clínica, la prevalencia de infección por el virus de la fiebre aftosa y el grado de educación sanitaria de la comunidad.



## 5. El marco

¿Cómo obtener una muestra probabilística? Sin entrar en detalles, el procedimiento general es el siguiente:

- a) subdividir la población en unidades de muestreo
- b) numerar esas unidades con arreglo a algún criterio
- c) establecer la probabilidad de inclusión en la muestra
- d) con una tabla de números aleatorios, se obtiene la muestra de acuerdo con el sistema de probabilidades establecido.

La obtención de una muestra probabilística necesita de *una lista o listado* de las unidades de muestreo de la población. La palabra *marco* (el listado) ha sido propuesta por la Comisión de Muestreo de la ONU. Una de las primeras tareas al planificar un muestreo es investigar si hay un marco disponible. Algunas veces surgen dificultades aun con la existencia de un listado de las unidades de muestreo de la población. ¿Por qué? La razón está en que muchas veces esas listas son incompletas, envuelven duplicaciones o contienen informaciones distorsionadas. Sin embargo, los listados son tan importantes para realizar un muestreo que se deben hacer esfuerzos para llegar a disponer de ellos, después de una adecuada revisión y complementación con información adicional. Al no existir un marco, se hace necesario confeccionarlo, lo que puede ser costoso y consumir mucho tiempo.

Normalmente los países disponen de censos ganaderos que son utilizados como marco. Sobre este punto es necesario destacar que dichos censos en muchos casos no pueden hacerse anualmente, cuando más se realizan cada 5 y más años y, en consecuencia, un trabajo adicional que no puede evitarse es la actualización de los listados. Hay establecimientos ganaderos que se forman después del censo, otros que desaparecen y finalmente los que cambian de giro dentro de la misma área de agricultura. Estos cambios deben ser detectados antes de la extracción de la muestra. Es frecuente que en las encuestas ganaderas se desee tener alguna clasificación, al menos sobre las principales variables, según finalidad y agrupaciones cooperativas. Sobre lo mencionado surge en algunos casos otro problema: el de la identificación de todas y cada una de las unidades que conforman la población, dentro de dichas categorías.

## 6. Elección del diseño de la muestra

Dadas las características del sector pecuario y pensando siempre en función de la recolección de informaciones para la planificación de la salud animal, es común aplicar la realidad de diseños estratificados y

con selección en dos etapas. Esto calza generalmente bien con los objetivos que se plantea este tipo de estudio, en lo que concierne a un menor error comparado con otros diseños muestrales para igual tamaño de muestra, también un costo no tan alto y la posibilidad de tener estimaciones para cada estrato.

Si se piensa que el objetivo principal que debe cumplir un criterio de estratificación es el de hacer lo más homogéneas posibles las unidades de cada estrato, de modo de disminuir la magnitud de la varianza, surge inmediatamente la pregunta: ¿qué tipo de homogeneidad? Debe elegirse una variable estratégica o clave, para agrupar las unidades de la población según los valores que toman en cuanto a dicha variable.

En este sentido, el criterio geográfico en general “engloba” otros criterios y es de gran utilidad en estudios epidemiológicos.

Otro aspecto crítico en la planificación de una encuesta por muestreo es la determinación del tamaño de la muestra ( $n$ ).

Demás está insistir sobre la trascendencia de esta fase. Prácticamente en este punto es donde se conjugan todos los elementos conceptuales vistos en la primera parte. De otro lado, es donde más cuesta respetar los principios teóricos, al confrontarse a una realidad que no siempre se compadece con los supuestos.

Revisando cualquier encuesta hecha en salud animal, se comprobará que se indaga sobre una cantidad grande de variables. Pues bien ¿la varianza de cuál de ellos se tomará? Habrán algunas variables cuya distribución es muy homogénea, mientras que habrán otras que presentan enorme heterogeneidad. En rigor, habrá que elegir sólo una varianza. Puede pensarse en elegir aquella que presente el más alto valor; es difícil que ello conduzca a resultados prácticos y normalmente en ese caso se calculará un tamaño de muestra excesivamente grande, sin posibilidades de financiamiento. Hay variables cuya varianza es tan grande que el cálculo del tamaño de muestra, con una precisión razonable, equivale en el hecho a casi “censar” la población. En todo caso, constituye la alternativa más defendible desde un punto de vista teórico.

En la práctica es un poco más realista empezar determinando el tamaño de muestra en función de los recursos, y luego calcular “estadísticamente” el tamaño de muestra en términos de la variable elegida como estratégica, es decir, la que más interese en la encuesta. De la comparación de los tamaños de muestra resultantes por esos dos métodos diferentes, nacerá el ajuste que será necesario hacer en áreas de la factibilidad de la encuesta. Habrán tres alternativas: se aumenta la cantidad de recursos, se disminuye *razonablemente* la precisión, o ambas cosas en alguna medida.

### 7. Análisis de la factibilidad del muestreo y decisión de la forma final de realizarlo

En esta etapa se debe contrastar el costo total de la encuesta por muestreo con la disponibilidad de recursos asignados para desarrollar el estudio.

El costo de un muestreo va a depender mucho de las características del área.

En encuestas por muestreo para estudiar problemas de sanidad animal hechas últimamente en países de América del Sur, el costo de cada encuesta en una vivienda rural ha sido de EUA \$3,50. En este valor se incluyen todos los costos, es decir, los *costos fijos* (aquellos gastos que se hacen independientemente del número de encuestados) y los *costos variables* (gastos proporcionales al número de encuestados). Esto en una región donde todas las unidades primarias estaban próximas unas de otras, con caminos buenos y con un bajo porcentaje de no respuestas.

Sin embargo, este valor de EUA\$3,50 puede cambiar bastante en regiones que presentan condiciones naturales difíciles y carencia de infraestructura lo que probablemente encarece el costo de la encuesta por muestreo.

El costo de una encuesta por muestreo podría esquematizarse de la siguiente manera:

$$C = CF + CV$$

donde: C = costo total de la encuesta  
 CF = costos fijos  
 CV = costos variables

Los costos fijos son aquellos cuya magnitud no depende del diseño, ni de la cantidad de unidades de muestreo que la muestra incluya.

$$CF = C(AD) + C(PD) + C(ID)$$

C(AD) = costos de administración de la encuesta por muestreo, que incluye salarios, diarias, contrato de consultores, gastos de materiales para:

- a) elaboración del plan de muestreo
- b) organización de la encuesta
- c) reclutamiento y entrenamiento de encuestadores y supervisores
- d) elaboración de normas  
 preparación de mapas y de rutas para la selección de unidades primarias (UP)

f) preparación de otros materiales para ser usados en la asignación de trabajo a los encuestadores.

C(PD) = costos de procesamiento de los datos que incluyen los gastos de:

- a) crítica de los datos
- b) codificación y transcripción
- c) tabulación
- d) interpretación

C(ID) = costos de impresión de documentos como:

- a) formularios
- b) material de entrenamiento
- c) material de escritorio para trabajo de oficina y campo.

Los costos variables son aquellos cuya magnitud depende de la cantidad de unidades de muestreo incluidas en la muestra.

$$CV = C_0 m + C_1 m + C_2 mn$$

$C_0$  = coeficiente que representa el costo de viaje entre unidades primarias incluidas en la muestra

$m$  número de unidades primarias en la muestra

$C_1$  = coeficiente que representa el costo relativo a la cantidad de unidades primarias a ser incluidas en la muestra

$C_2$  = coeficiente que representa el costo relativo a la cantidad de unidades elementales incluidas en la muestra

$n$  = número de unidades elementales seleccionadas a partir de cada unidad primaria elegida.

Para calcular el costo de estos coeficientes se aplica un criterio de proporcionalidad con respecto a los gastos directamente relacionados a la cantidad de unidades de muestreo elegidas.

Así, en el caso de coeficiente  $C_0$  se consideran las siguientes informaciones:

$d$  = distancia media entre unidades primarias incluidas en la muestra

$tv$  = tiempo medio de viaje entre unidades primarias

$ct$  = costo de transporte por km recorrido

$ce$  = costo de cada hora/encuestador

Entonces el gasto de transporte (T) es:

$$T = (d) (ct)$$

y el gasto de pago a personal (encuestador) por el tiempo de viaje entre unidades primarias (viviendas en este caso), le llamamos E, es:

$$E = (tv) (ce)$$

Se puede aumentar al valor E, por ejemplo: el 6% por "viaje entre la casa o la oficina y las unidades primarias" incluidas en la muestra; el 10% por tiempo gasto en entrenamiento, y 15% por "viaje de supervisión". Todos estos porcentajes formarían un nuevo factor que de acuerdo con el ejemplo sería 1,34, de esta manera:

$$C_o = T + E (1,34)$$

Según Hansen, Hurwitz & Madow, para el cálculo del coeficiente  $C_1$  se considera un agregado de los siguientes aspectos:

- a) una fracción de los gastos de administración que es dependiente de m

$$(\alpha) C(AD)$$

- b) una fracción de los gastos de impresión de documentos que es dependiente de m

$$(\beta) C(ID)$$

- c) una fracción de los gastos de transporte y viaje del encuestador entre las unidades primarias

$$(\gamma) (T+ E)$$

- d) el costo de listar las unidades elementales de las UP seleccionadas y la asignación de la submuestra

$$(ce) (N_i) (\delta)$$

donde:  $N_i$  = número medio de unidades elementales por unidad primaria

$\delta$  = factor que representa la proporción del  $C_e$  gastado en listar  $N_i$  de una unidad primaria, incrementando por los porcentajes de tiempo ya aplicados para E.

Para el cálculo del coeficiente  $C_2$  se considera un agregado de los siguientes aspectos:

- a) fracción del  $ce$  que equivale al costo del tiempo de entrevista ( $te$ )

$$(te) (ce)$$

- b) por la supervisión de los datos de los cuestionarios se considera una pequeña fracción de los gastos de procesamiento de datos

$$(\xi) C(PD)$$

- c) una fracción de los gastos de impresión de documentos dependiente de la cantidad de encuestas

$$(n) C(ID)$$

El análisis de factibilidad puede revelar que los recursos son insuficientes frente al tamaño de muestra requerida. En este caso se puede combinar el plan de muestreo, reducir  $n$  aceptando un error más grande, buscar los recursos que faltan o suspender el estudio hasta contar con los recursos. El análisis precedente permitirá orientarnos en la decisión a tomar: si se lleva a cabo la investigación o se la abandona. En algunas oportunidades los recursos son claramente incompatibles con el costo y el hacerlo de otra forma podría no conducir a algo de significación, con el consiguiente desperdicio de recursos. Sin embargo, no se puede ser muy perfeccionista de esperar que para cada estudio se le proporcionen todos los recursos previstos. En ocasiones se podrán aprovechar recursos que otras entidades pueden proporcionar y que incluso tienen una capacitación que hace más fácil su adiestramiento. Esto es común que ocurra en nuestros países.

## ORGANIZACION Y EJECUCION

### *Organización del trabajo de terreno*

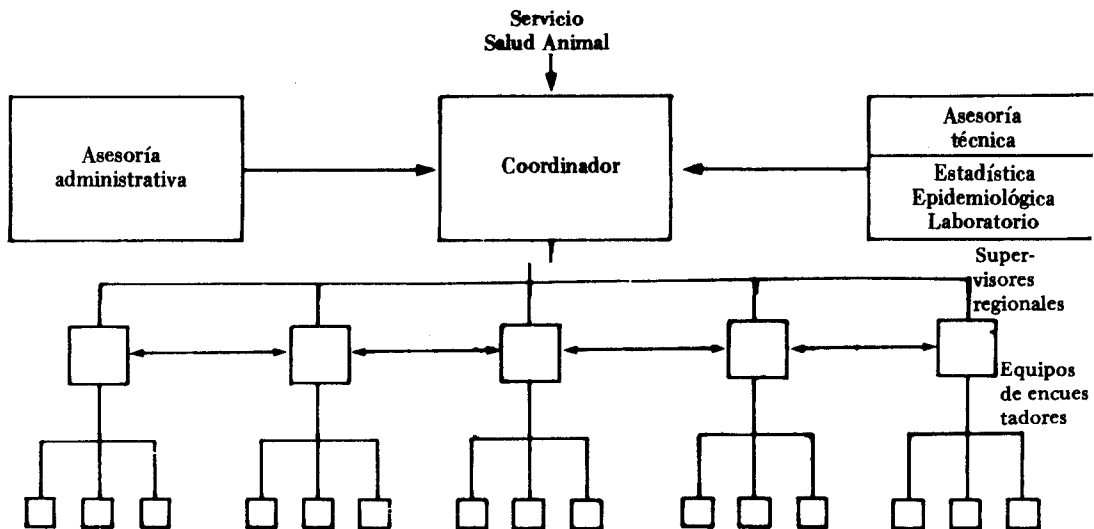
La programación de la recolección de informaciones debe planearse en términos de las peculiaridades geográficas, concentración ganadera, etcétera. Debiera haber un contacto permanente entre la oficina de diseño de la muestra y el equipo de encuestadores. Siempre se presentarán tipos de respuesta o características de la salud animal que no se han contemplado en el proceso de adiestramiento. En tales casos es preferible solucionar el problema consultando al coordinador y a sus

asesores técnicos en la encuesta. En encuestas de salud animal a nivel de grandes áreas geográficas es conveniente que en las regiones donde no hay oficinas veterinarias a cargo de los que dirigen la encuesta, la enumeración sea realizada por personas calificadas para este tipo de trabajo. Por lo general, la recolección de datos en las regiones es realizada por personal de los servicios de salud animal u organismos similares, dejando la encuesta en lugares desprovistos de oficinas oficiales a personal temporal especialmente contratado para este efecto.

Es indispensable que se implante cierta supervisión en forma simultánea a la recolección de informaciones. De esta manera se previene que se cometan errores voluntarios o involuntarios. Verificar las encuestas que realiza cada encuestador puede ser un medio para disminuir un posible sesgo. Es importante que se realice esta forma de control, simultáneamente al proceso de extracción de información, para que puedan tomarse medidas oportunas de corrección. Los controles "a posteriori" son en general tardíos y no se alcanza a remediar el problema, si no a expensas de gastos mucho mayores y demoras perjudiciales.

En lo normativo es imperioso mantener un mecanismo centralizado bajo la responsabilidad del organismo específico de salud animal, en razón de ser el organismo de mayor competencia para abordar y resolver los problemas que se susciten en torno a la encuesta. En lo ejecutivo resulta conveniente descentralizar las operaciones, nominando un coordinador como responsable directo del desarrollo de la encuesta y supervisores regionales.

Los supervisores de la encuesta deben mantener escritorios regionales donde los encuestadores se puedan dirigir pidiendo instrucciones sobre los problemas encontrados durante el desarrollo del trabajo de campo. Al completar las visitas de cada día los equipos de encuestadores deben entregar los cuestionarios llenados al supervisor, quien debe revisarlos en su contenido, en su legibilidad, número de acuerdo con el itinerario diario y anotaciones de importancia administrativa para la encuesta (hora, kilometraje). Cuando hay cuestionarios con deficiencias, se apartan éstos para requerir aclaraciones o informaciones complementarias, procediendo a programar nuevas visitas a las unidades encuestadas cuando sea necesario. Los equipos encuestadores sólo pueden dar por finalizada su tarea diaria cuando concluye la verificación de los cuestionarios y de las cédulas de encuestador respectivos.



## 2. *Elaboración de un cuestionario, cédula de encuestador e instructivos*

El cuestionario es un documento impreso, confeccionado para obtener información consonante con un 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 y la forma de un cuestionario es indispensable tener claros los objetivos del cuestionario, que son alcanzar los objetivos del estudio con preguntas específicas y motivar al entrevistado a proporcionar la información requerida de la forma más rigurosa posible.

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; deben evitarse las preguntas que no sean estrictamente necesarias.

Los términos elegidos deberán estar dentro del vocabulario del entrevistado, evitándose el uso de modismos y términos muy técnicos.

Las preguntas deben tener en cuenta el *nivel de conocimiento del entrevistado*. Por ejemplo, al hacer la pregunta: ¿Cómo están los animales? se puede responder bien, mal o regular, pero no se sabe si se refiere al estado sanitario, al manejo, a la producción, etcétera.

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 tendenciosa podría formularse: ¿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. preguntas como: ¿qué opina usted de los programas de control de la fiebre aftosa y brucelosis? pueden dar una respuesta que no permita darse cuenta a cual idea se refiere o si es a ambas.

Las preguntas deben ordenarse de tal modo que aparezcan con sentido ante el entrevistado. 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 entrevistado contesta en sus propios términos y da la respuesta a su gusto. A veces se utilizan preguntas abiertas en encuestas piloto, para conocer posibles respuestas a ellas y luego poder confeccionar preguntas de tipo cerrado en otras encuestas.

Los *instructivos acerca del cuestionario* están destinados fundamentalmente a informar el proceso de colecta de datos. Estos instructivos deben contener una *definición explícita de los términos* utilizados en el cuestionario para evitar diversas interpretaciones por los encuestadores. Otro aspecto a abordar en los instructivos es el *cómo registrar la información* recibida.

Otro documento que debe ser elaborado es la CEDULA DEL ENCUESTADOR que debe llevar cada equipo. En ella se indica el número del equipo, la secuencia diaria de visitas, el sector a encuestar. También deben indicarse las instrucciones acerca de anotación de hora de llegada, duración de la entrevista, hora de salida, kilometraje recorrido entre establecimientos visitados en forma consecutiva y otras informaciones complementarias a éstas. Además, se debe dejar claro en el instructivo el qué hacer cuando se presenta un caso de no respuesta. Debe indicarse la conveniencia de sustituir un establecimiento ganadero por otro. Este procedimiento no resuelve el problema, lo único que se logra es aumentar el tamaño de la muestra en aquella parte de la población la cual es fácilmente accesible a los procedimientos de campo de salud animal.

### 3. *Entrenamiento de los encuestadores*

En una encuesta por muestreo que se utilice al personal del servicio de salud animal para encuestar, el tiempo dedicado al entrenamiento generalmente es limitado. Cuando se trata de cuestionarios simples unas pocas horas destinadas a la instrucción del personal llega a ser suficiente. Cuando los encuestadores no conocen el problema o son contratados específicamente para realizar la encuesta hay que programar un número mayor de horas para entrenamiento.

En lo posible el encuestador debe ser una persona que cuando salga al terreno esté consciente de los objetivos que ésta persigue. En aquellas acciones que tiendan a producir una observación confiable, el encuestador deberá tener una participación activa, verificadora y crítica. En algún tipo de encuestas el encuestador debe tener algún conocimiento técnico, de otro modo se corre el riesgo de obtener informaciones deficientes que pueden deteriorar el estudio.

### 4. *Elaboración de mapas y asignación de itinerarios a los equipos de encuestadores*

Se prepara un mapa de campo para cada equipo. Se divide el campo en sectores, marcándose en ellos las unidades de muestreo a encuestar. El itinerario se marca con una línea desde una unidad a otra, indicando las rutas a seguir y los puntos (accidentes geográficos, cruce de carreteras o de ferrocarril, alguna construcción destacada) de referencia. Este itinerario debe de alguna manera establecer el número de unidades de muestreo a encuestar cada día.

Para llevar un control del desarrollo de los itinerarios el coordinador y los supervisores regionales deben tener mapas maestros con la cobertura total y regional respectivamente.

### 5. *Divulgación a la comunidad de los objetivos de la encuesta*

En las encuestas de salud animal es de una significación muy grande conseguir una actitud positiva de la comunidad imprescindible para garantizar fidelidad en la masa de informaciones a coleccionar. Es frecuente que se advierta a la comunidad la trascendencia de la encuesta, y una manera de hacer más efectiva esa colaboración es lograr el apoyo de asociaciones de ganaderos y organismos de probado prestigio, Universidades, Cooperativas, etcétera. De una u otra manera existe siempre un margen considerable de no respuesta. Sobre el particular hay que destacar que si la no respuesta tiene su origen en una desapari-

ción de la unidad que se pretende encuestar, no debe ser motivo de preocupación ya que puede tomarse como una muestra representativa de una parte del universo que desaparece. El problema es muchísimo más serio cuando existiendo la unidad, hay negativa de dar respuesta. Basar las estimaciones solamente en poblaciones de respondientes puede ocasionar sesgos de alguna magnitud. En esos casos las estimaciones hechas, en realidad, podrán ser generalizadas solo a la población de respondientes y no a la población total. Para tener informaciones sobre la población de no respondientes habrá que disponer de otros procedimientos.

Precisamente una manera de prevenir la no-respuesta es divulgar en forma oportuna y accesible a la comunidad los objetivos de la encuesta.

#### 6. *Prueba piloto de la encuesta*

Es conveniente que después de entrenado el personal de encuestadores, de elaborados los documentos necesarios y de establecida la organización de campo de la encuesta, sean sometidos todos estos aspectos a prueba en un pequeño ensayo en terreno. Este procedimiento permitirá descubrir fallas de organización, omisiones, deficiencias técnicas y administrativas que de no ser corregidas oportunamente podrían llegar a comprometer los objetivos de la encuesta. En este ensayo piloto debería cuidarse de que todo el mecanismo de la encuesta fuese verificado. En el caso de descubrir deficiencias o algún aspecto no advertido será necesario revisar el plan de la encuesta y adaptar las modificaciones necesarias.

#### 7. *Ejecución de la encuesta*

a) Dirigirse en vehículo a la primera unidad a encuestar anotando la hora y el kilometraje.

b) Una vez llegado al establecimiento ganadero anotar la hora y el kilometraje nuevamente.

c) Después de identificada la unidad a visitar, el encuestador llamará por el encargado, propietario o administrador del establecimiento, presentándose personalmente en seguida, indicando que representa el Servicio de Salud Animal y comunicando clara y exactamente los objetivos de la encuesta.

d) Si la actitud del encargado fuese favorable proceder a desarrollar la encuesta.

e) Si la actitud es desfavorable, marcar en la cédula del encuestador para discutir con el supervisor la manera de abordar esta situación.

En caso de no haber nadie en el establecimiento que pueda proporcionar informaciones confiables, marcar una fecha para retornar y realizar la encuesta.

f) Al término de la encuesta marcar la hora de conclusión de la colecta de información.

#### 8. *Procesamiento de datos y publicación de resultados*

Toda la masa de informaciones extraídas deberá ser codificada, tabulada, clasificada, interpretada y verificada. En esta altura es donde se deberá diseñar el nivel de desagregación y tipos de clasificaciones necesarias. Por una parte, las informaciones a nivel íntimo de desagregación y la unidad de muestreo no permiten obtener conclusiones; por otra parte, estimaciones globales sólo dan una idea muy general de la situación de la salud animal en sus diversos aspectos. Es imprescindible pues, combinar estimadores a distintos niveles de desagregación. Conocer por ejemplo la tasa de prevalencia por brucelosis es un dato de mucha utilidad, pero además es necesario conocer los factores responsables por su conducta.

Con la utilización de técnicas informáticas, la sistematización de datos se hace mucho más amplia y rápida. Previamente a la introducción de los datos en los computadores, aquéllos debieron ser sometidos a un estricto control, máxime si fueron extraídos por personal que no tenía un cabal conocimiento técnico de la salud animal.

En la publicación de los resultados obtenidos mediante muestras, es fundamental indicar las principales características del diseño utilizado: criterio de estratificación, tamaño de muestra, tipo de asignación, precisión para cada una de las variables principales, formas de selección, etcétera. De esta manera los usuarios conocerán las bondades y limitaciones de que son objeto las estimaciones resultantes. Incluso es necesario presentar un anexo con una descripción detallada de toda la encuesta, pormenorizando los principales problemas y las formas de solución.

## ANEXO I

### Diseño y estudio de prevalencia de Brucelosis en las provincias de la Costa y de la Sierra Ecuatoriana\*

#### Diseño

##### GENERALIDADES

En la práctica, intentar conocer la prevalencia de Brucelosis en la totalidad de la población bovina de las Provincias de la Costa y Sierra, no puede llevarse a efecto, entre otros, por razones de tiempo, recursos humanos y económicos, de infraestructura, etcétera, de manera que se ha recurrido a la obtención de una muestra de la misma.

Las muestras obtenidas mediante selección aleatoria de sus elementos, se consideran representativas de la población, método que garantiza la proyección de los resultados alcanzados.

Se conoce como muestra aleatoria, aquella en que cada individuo (bovino) tiene igual probabilidad de ser elegido o no, en relación a otro.

Como población se define al agregado total de elementos (bovinos), susceptibles de ser medidos o numerados, existentes en una área geográfica determinada.

El interés del presente trabajo radica en proyectar los resultados obtenidos, de un número limitado de animales a la población (de manera que pueda dimensionarse el problema y buscar alternativas de solución), aclarar ciertas interrogantes que puedan surgir al respecto, así como establecer el grado de confianza que merece la aceptación de los mismos.

##### OBJETIVOS

Estimar la prevalencia de Brucelosis en la población bovina de las provincias de la Costa y de la Sierra.

---

\* Programa Nacional de Salud Animal, Ecuador.

## MARCO DE MUESTREO

El marco de muestreo está constituido por las propiedades y población bovina de las provincias ya citadas, registradas en las fichas sanitarias del programa de Sanidad Animal, las cuales ascienden a 9 269 propiedades y 757 267 bovinos respectivamente.

<i>Provincia</i>	<i>Propiedades registradas</i>	<i>Bovinos</i>
Carchi	656	24 267
Imbabura	390	21 693
Pichincha	1 042	104 417
Cotopaxi	519	40 478
Tungurahua	502	15 541
Chimborazo	202	15 036
Bolívar	259	9 775
Cañar	302	16 453
Azuay	290	9 065
Loja	1 089	49 090
Esmeraldas	650	67 430
Manabí	835	110 000
Los Ríos	1 288	137 835
Guayas	876	108 574
El Oro	854	69 225
<b>TOTAL</b>	<b>9 269</b>	<b>757 267</b>

FUENTE: Fichas Sanitarias del PNSA, Ecuador

1. *Unidades primarias de muestreo*

Se consideran como unidades primarias de muestreo las propiedades Pecuarías (establecimientos).

2. *Unidades elementales de muestreo*

Como unidades elementales de muestreo se considerarán a los bovinos hembras de más de 30 meses de edad.

**INFORMACIONES NECESARIAS****1. Del rebaño y la propiedad**

- 1.1 Listado de rebaños y propiedades.
- 1.2 Localización e identificación del rebaño y la propiedad.
- 1.3 Población animal existente.

**2. De cada bovino (hembra mayor de 30 meses)**

- 2.1 Edad
- 2.2 Procedencia

**PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION**

La recolección de información se realizó en base a una investigación por muestreo que comprendió un solo tipo de estudio: *estudio de tipo transversal* para determinar la prevalencia de Brucelosis; Para el efecto se tomaron muestras de sangre a ser investigadas a nivel de laboratorio mediante la prueba de SEROAGLUTINACION RAPIDA EN PLACA.

**TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Para calcular el tamaño de la muestra en las 6 provincias se procedió como si se tratase de un *muestreo simple al azar*.

El cálculo se realizó con base en las siguientes consideraciones:

- 1. *Intensidad del carácter considerado* (prevalencia estimada de Brucelosis).
- 2. *Grado de precisión o margen de error a ser admitido entre el valor verdadero y el valor a ser estimado.*
- 3. *Nivel de significación.*

Como el riesgo que se está dispuesto a correr de que el valor obtenido sea falso.

**CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Los valores utilizados para el cálculo del tamaño de la muestra se resumen en el siguiente cuadro:

PROVINCIA	Prevalencia estimada	Valor de P	Valor de Q	Margen de error	Nivel de Sig. $\alpha=0,05$	Tamaño de la muestra (n)
Carchi	7	0,07	0,93	1,5	0,95	1 200
Imbabura	9	0,09	0,91	1,8	0,95	1 100
Pichincha	6	0,06	0,94	1,2	0,95	1 600
Cotopaxi	6	0,06	0,94	1,5	0,95	1 100
Tungurahua	8	0,08	0,92	1,7	0,95	950
Chimborazo	8	0,08	0,90	1,9	0,95	780
Bolívar	9	0,09	0,91	2,2	0,95	650
Cañar	8	0,08	0,92	1,9	0,95	800
Azuay	9	0,09	0,91	2,1	0,95	750
Loja	6	0,06	0,94	1,3	0,95	1 500
Esmeraldas	6	0,06	0,94	1,3	0,95	1 500
Manabí	10	0,10	0,90	2,0	0,95	1 000
Los Ríos	6	0,06	0,94	1,3	0,95	1 500
Guayas	6	0,06	0,94	1,2	0,95	1 600
El Oro	7	0,07	0,93	1,4	0,95	1 400



El tamaño de la muestra es resultante de la aplicación del siguiente concepto:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q}{(d)^2}$$

De donde: n = tamaño de la muestra

Z = Nivel de significación (95% 1.96)

P = Porcentaje de animales positivos a Brucelosis  
(Resultado de tabulación de exámenes de laboratorios correspondientes a los años, 74, 75, 76, 77, 78.)

Q = Porcentaje de animales negativos a Brucelosis (1 - P=Q)

d = Margen de error (20 - 25%)

Para determinar el número de unidades primarias a ser seleccionadas (vacas mayores de 30 meses) por razones prácticas se consideró adecuado sangrar 5 animales, como mínimo, por propiedad, cantidad que se incrementó de acuerdo a la proporción de animales existentes en la misma.

El número de propiedades seleccionadas en cada Provincia se señala a continuación:

<i>Provincia</i>	<i>Propiedades Seleccionarse</i>	<i>a</i>
Carchi	240	
Imbabura	220	
Pichincha	320	
Cotopaxi	220	
Tungurahua	190	
Chimborazo	156	
Bolívar	130	
Cañar	160	
Azuay	150	
Loja	300	
Esmeraldas	300	
Manabí	200	
Los Ríos	300	
Guayas	320	
El Oro	280	

El número de propiedades seleccionadas por provincia es consecuencia de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$m = \frac{n}{b}$$

De donde:    m = Número de propiedades a seleccionarse  
                  n = Tamaño de la muestra  
                  b = Número constante de animales a sangrarse  
                      por propiedad

**FRACCION GLOBAL DE LA MUESTRA (Fm)**

En el cuadro siguiente, se establecen las fracciones de muestreo (Fm) y la probabilidad de selección tanto para los bovinos como para los rebaños.

PROVINCIA	BOVINOS		REBAÑOS	
	Fracción de muestreo	Probabilidad de selección %	Fracción de muestreo	Probabilidad de selección %
Carchi	1/20	5	1/3	37
Imbabura	1/20	5	1/2	56
Pichincha	1/65	2	1/3	31
Cotopaxi	1/37	3	1/2	42
Tungurahua	1/17	6	1/3	38
Chimborazo	1/19	5	1	77
Bolívar	1/37	7	1/2	50
Cañar	1/54	5	1/2	53
Azuay	1/12	8	1/2	50
Loja	1/45	3	1/4	28
Esmeraldas	1/103	2	1/2	46
Manabí	1/110	1	1/4	24
Los Ríos	1/107	1	1/4	23
Guayas	1/123	1	1/3	37
El Oro	1/81	2	1/3	33

Los resultados obtenidos para cada Provincia es consecuencia del siguiente procedimiento:

Fracción de muestreo y probabilidad de selección para bovinos (Ej. Prov. Carchi)

$$Fm = \frac{24\ 267}{1\ 200} = 20 = \frac{1}{20} \text{ (un animal a ser seleccionado de cada 20)}$$

$$Fm = \frac{n}{N} = \frac{1\ 200}{24\ 267} = 0.05 \times 100 = 5\% \text{ (cada animal tiene el 5\% de probabilidades de ser seleccionado)}$$

De donde:  $Fm$  = fracción global de muestreo; probabilidad de selección  
 $N$  = Número de bovinos registrados  
 $m$  = Número de bovinos a ser seleccionados.

Fracción de muestreo y probabilidad de selección para rebaños (Ej. Prov. Carchi)

$$Fm = \frac{M}{m} = \frac{656}{240} = 3 = \frac{1}{3} \text{ (un rebaño a ser seleccionado de cada 3)}$$

$$Fm = \frac{n}{M} = \frac{240}{656} = 0.37 \times 100 = 37 \text{ (cada rebaño tiene el 37 de probabilidad de ser seleccionado)}$$

De donde:  $Fm$  = fracción global de muestreo; probabilidad de selección  
 $N$  = Número de rebaños registrados  
 $m$  = Número de rebaños a ser seleccionados.

La interpretación al cuadro anterior indica lo siguiente: Para la Provincia del Carchi la fracción global de muestreo señala que de cada 20 animales se seleccionará uno y que cada bovino tiene el 5% de probabilidad de ser seleccionado; de cada 3 propiedades se seleccionará 1 y cada una de ellas tiene el 37% de probabilidad de ser seleccionada.

## SELECCION DE LA MUESTRA

El proceso de selección se realizará en dos etapas:

a) En la primera etapa se seleccionarán las unidades primarias (propiedades).

b) En la segunda etapa se seleccionarán las unidades elementales (bovinos hembras mayores de 30 meses), en las propiedades seleccionadas.

Para esta selección se aplica un mecanismo auto-ponderado, esto es, se mantiene un intervalo de selección conocido para los bovinos.

El cálculo del intervalo de selección responde a la siguiente fórmula:

$$Fb = \frac{N}{m}$$

De donde: N = Número de bovinos registrados  
 m = Número de rebaños a ser seleccionados  
 Fb = Intervalo de selección

Los intervalos de selección por provincia son los siguientes:

Carchi	101
Imbabura	99
Pichincha	326
Cotopaxi	184
Tungurahua	82
Chimborazo	96
Bolívar	75
Cañar	103
Azuay	60
Loja	164
Esmeraldas	224
Manabí	550
Los Ríos	459
Guayas	339
El Oro	247

## SELECCION DE LAS PROPIEDADES

La selección de los rebaños (propiedades) se hace en base al intervalo de selección establecido, según el siguiente procedimiento:

Se acumula la población bovina registrada y se establece el rango de selección.

<i>Propietario</i>	<i>Población bovina</i>	<i>Población bovina acumulada</i>	<i>Rango de selección</i>
1	10	10	1-10
2	50	60	11-60
3	70	130	61-130
4	147	277	131-277
5	21	298	278-298
.	.	.	.
290	.	9 065	9 065

Establecido el rango de selección se toma la tabla de números aleatorios y se elige un número que se halle comprendido entre el 1 y el intervalo de selección establecido. Obtenido el número se observa el rango de selección a que pertenece, el mismo que indicará la primera propiedad seleccionada.

El número obtenido en la tabla (Ej. 27) se acumula al intervalo de selección, se identifica el rango de selección a que pertenece y de esa forma la segunda propiedad seleccionada.

El procedimiento último sirve para identificar todas y cada una de las propiedades objeto del muestreo.

27 (número aleatorio)

50 (intervalo de selección)

<i>Acumulado</i>	<i>Intervalo de selección (arranque)</i>	<i>Propiedad seleccionada</i>
27+	50	77
77+	50	127
127 +	50	177
177 +	50	227

**SELECCION DE BOVINOS (Unidades Elementales)**

La selección de los bovinos (hembras mayores de 30 meses de edad), en cada rebaño deberá guardar la probabilidad de selección establecida inicialmente. Su verificación la podemos establecer de la siguiente manera:

$$\text{Probabilidad de selección} = \frac{Mc}{Fh} \times \frac{b}{Mc}$$

De donde: Mc = Número de bovinos en la propiedad seleccionada  
 Fh = Intervalo de selección  
 b = Número constante de bovinos a sangrarse.

Por ejemplo para la provincia de Pichincha, en el caso de una propiedad que posea 150 bovinos la posibilidad de que un bovino sea seleccionado en esa propiedad deberá ser del 2%.

$$\frac{150}{326} \times \frac{5}{150} \times \frac{5}{326} = 0.02 \times 100 = 2\%$$

**ESTUDIO DE PREVALENCIA****EJECUCION DEL MUESTREO Y RESULTADOS OBTENIDOS**

Este estudio se ha realizado en 2 períodos, el primero que comprendió las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha (excepto Sto. Domingo de los Colorados), Cotopaxi, Azuay, Manabí, y que se concluyó en septiembre de 1978; y el segundo en las Provincias de Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Loja, Esmeraldas, Los Ríos, Guayas y El Oro, el que concluyó a fines de 1979.

En ambos se dio inicio con la toma de muestras de sangre de los animales hembras mayores de 30 meses seleccionados aleatoriamente, mediante diseño de muestra simple al azar, formulado previamente por el Programa.

En el cuadro siguiente se indica comparativamente el número de propiedades y animales seleccionados y el número y porcentaje de ejecución:

Provincia	Unidades seleccionadas		Unidades muestreadas		Bovinos	%
	Propiedad	Bovinos	Propiedad	%		
Carchi	199	1 195	193	97	1 199	100
Imbabura	136	1 070	109	80	1 051	98
Pichincha	270	1 535	277	100	1 585	100
Cotopaxi	166	1 095	117	71	765	70
Tungurahua	127	945	106	83	964	102
Chimborazo	98	750	80	82	613	82
Bolivar	107	640	81	76	653	102
Cañar	113	820	98	87	825	100
Azuay	129	750	127	99	754	100
Loja	287	1 705	318	110	2 050	120
Esmeraldas	165	1 260	148	90	2 352	186
Manabí	188	995	175	93	970	98
Los Ríos	153	1 155	55	36	412	36
Guayas	217	1 650	126	58	1 001	61
El Oro	215	1 390	152	71	1 212	87



## RESULTADOS DE LABORATORIO

Los resultados obtenidos a nivel de laboratorios del Programa y del Ministerio de Salud, ubicados en las Provincias objeto de estudio, son los siguientes:

<i>Resultados de laboratorio</i>					
<i>Provincia</i>	<i>Muestras recolectadas</i>	<i>Positivo</i>	<i>Sospechosos</i>	<i>Negativos</i>	<i>% Reaccionantes</i>
Carchi	1 199	56	151	992	9
Imbabura	1 051	16	35	1 000	3
Pichincha	1 585	77	168	1 340	8
Cotopaxi	765	38	20	707	6
Tungurahua	964	44	58	862	7
Chimborazo	613	19	85	509	8
Bolívar	653	3	6	644	0.7
Cañar	825	13	17	795	2
Azuay	754	2	6	746	1
Loja	2 050	18	80	1 952	2
Esmeraldas	2 352	81	105	2 166	5
Manabí	970	46	32	892	6
Los Ríos	412	13	35	364	8
Guayas	1 001	47	93	861	6
El Oro	1 212	51	38	1 123	5

Las provincias que menor porcentaje de animales reaccionantes denotan son las de Imbabura, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja con el 3, 0.7, 2, 1 y 2% respectivamente.

La proporción de reaccionantes estimada para cada Provincia, es consecuencia de sumar las muestras positivas más un tercio de sospechosas, subtotal resultante que se expresa porcentualmente en relación al total de muestras recolectadas.

Si se consideran exclusivas las muestras con diagnósticos positivos, se establecen los siguientes resultados:

<i>Provincias</i>	<i>M. positivas</i>	<i>%</i>
Carchi	56	5
Imbabura	16	2
Pichincha*	77	5
Cotopaxi	38	5
Tungurahua	44	5
Chimborazo	19	3
Bolívar	3	0.5
Cañar	13	2
Azuay	2	0.3
Loja	18	1
Esmeraldas	81	3
Manabí	46	5
Los Ríos	13	3
Guayas	47	5
El Oro	51	4

\* En el cantón Sto. Domingo de los Colorados, se encontró también el 5% en la tesis de grado para Master en Salud Animal, realizada en mayo de 1978 por el Dr. Aníbal Aguilar.

Todas las muestras de Suero Bovino fueron examinadas a nivel de Laboratorio, mediante la prueba de Aglutinación Rápida en Placa.

El alto número de muestras identificadas como sospechosas, podría tener origen en animales adultos vacunados con B. Abortus Cepa 19, práctica acostumbrada por algunos ganaderos del país, a pesar de las contraindicaciones técnicas impartidas.

#### FACTORES LIMITANTES

La tasa de reaccionantes (que incluye 1/3 de sospechosos) se considera compensa de alguna manera las siguientes limitaciones identificadas en el muestreo:

##### 1. *Del diseño del muestreo*

- a) Registro poblacional parcial.
- b) Registro de rebaños parcial.

##### 2. *De la ejecución en campo*

- a) Cobertura temporal irregular.
- b) Falta de experiencia técnica en actividades de esta índole.
- c) Inexistencia de propiedades o animales seleccionados por cambio de actividad productiva, por efectos de comercialización, etcétera.

### 3. Del procesamiento de las muestras a nivel de laboratorio

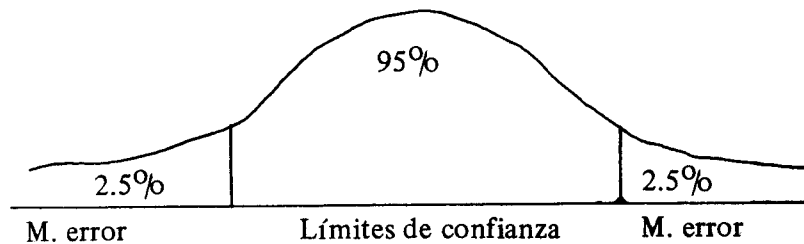
- a) Aplicación de la prueba rápida en placa con sus limitaciones propias.
- b) No aplicación de pruebas complementarias.
- c) Falta de experiencia técnica en el procesamiento de grandes volúmenes de muestras.

#### INFERENCIA ESTADISTICA

La información muestral antes referida, posibilita establecer afirmaciones de prevalencia, sobre la población animal de las provincias respectivas. Esto se realiza mediante un proceso de naturaleza inductiva; es conveniente tener presente que estas afirmaciones están respaldadas por un grado de confianza (probabilidad), que permite apreciar su nivel de error (incertidumbre).

Mediante este método se estima o se calcula el valor poblacional (parámetro), como la probabilidad de que éste se encuentre localizado entre dos valores, guardando al mismo tiempo cierta probabilidad de error.

Para efecto del presente trabajo, los límites de confianza que se atribuye a los resultados de la prevalencia de Brucelosis en la población animal son de 95% con un margen de error del 5%, según se grafica a continuación.



La estimación se realiza mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$P = p \pm Z \cdot p$$

De donde: P = Tasas de prevalencia para la población.  
 p = Tasa de prevalencia estimada para la muestra.  
 Z = Valor estandarizado de la curva normal (1.96 para 95% de confianza).  
 p = Error estándar de la distribución de muestreo, de donde:

$$p = \frac{p \times q}{n}$$

p = Número de muestras reaccionantes (casos positivos)  
 q = Número de muestras negativas (casos desfavorables)  
 n = Número total de muestras.

Ejemplo: CARCHI

$$p = 9 \pm 1.96 \quad \frac{9 \times 91}{1199}$$

$$p = 9 \pm 1.62$$

La tasa de prevalencia de Brucelosis en la población bovina del Carchi, se estima está comprendida entre 7.38% y 10.62%.

**ESTIMACION DE LA PREVALENCIA DE BRUCELOSIS POR PROVINCIA,  
 CON EL 95% DE SEGURIDAD Y EL 5% DE ERROR**

<i>Provincias</i>	<i>Intervalo - Nivel de confianza 95%</i>
Carchi	10.62 P 7.38
Imbabura	4.03 P 1.97
Pichincha	9.34 P 6.66
Cotopaxi	7.68 P 4.32
Tungurahua	8.61 P 5.39
Chimborazo	10.14 P 5.86
Bolívar	1.34 P 0.06
Cañar	2.95 P 1.05
Azuay	1.71 P 0.29
Loja	2.60 P 1.40
Esmeraldas	5.88 P 4.12
Manabí	7.49 P 4.51
Los Ríos	10.62 P 5.38
Guayas	7.47 P 4.53
El Oro	6.22 P 3.78

### CONCLUSIONES

1. Las Provincias que más baja prevalencia a Brucelosis presentan, son las de Bolívar, Cañar, Azuay y Loja.
2. Los resultados obtenidos a través de esta investigación, permiten al Programa Nacional de Sanidad Animal, contar con la información básica fundamental para formular e implementar un Programa de lucha contra Brucelosis Bovina a nivel de las áreas investigadas.
3. La culminación de la investigación, sobre todo a nivel de campo, refleja la participación e interés de la comunidad por resolver el problema, particular que deberá ser tomado en consideración para futuras actividades.
4. El desarrollo de la investigación ha contribuido, tanto a nivel de campo como de laboratorio, a la obtención de experiencia en este tipo de actividades.

### RECOMENDACIONES

1. Formular alternativas de control de la enfermedad, en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo.
2. Complementar el estudio de prevalencia en el resto de Provincias del país (Región Amazónica).
3. Intensificar el registro de predios ganaderos y población animal con el fin de disponer de datos censales actualizados para la realización de futuras investigaciones necesarias al Programa.
4. Continuar con el entrenamiento de personal de campo, en labores relacionadas con la ejecución de muestreos.
5. Incrementar la capacidad operativa de los Laboratorios del Programa.
6. Instar al Ministro de Salud Pública a realizar investigaciones de esta naturaleza en la población humana, particularmente en las provincias con mayores porcentajes de Brucelosis Bovina y en los establecimientos de mayor riesgo a la difusión de la enfermedad: camales, frigoríficos, industrias lácteas, queserías, etcétera.

## ANEXO II

**Los falsos positivos y falsos negativos en las pruebas diagnósticas.  
Un problema de estadística epidemiológica\***

Para establecer el valor práctico de una prueba diagnóstica nos interesa generalmente medir la "sensibilidad" y la "especificidad" de la misma.

Se entiende por "sensibilidad" a la proporción de enfermos detectados por la prueba como positivos dentro del total de casos de esa enfermedad sometidos a la prueba.

$$\text{sensibilidad} = \frac{\text{Núm. de enfermos detectados positivos}}{\text{Total de enfermos a los que se aplicó la prueba}}$$

Cuanto mayor es esta proporción, más sensible es la prueba en detectar los enfermos. El ideal sería que esta proporción fuera 1, o dicho en otros términos, que el 100% de los enfermos dieran resultado positivo al aplicar la prueba.

Se entiende por "especificidad" a la proporción de individuos sanos que la prueba los señala como positivos dentro del total de individuos sanos a los que se aplicó la prueba.

$$\text{especificidad} = \frac{\text{Núm. de individuos sanos detectados como positivos}}{\text{Total de individuos sanos a los que se aplicó la prueba}}$$

Cuanto *menor* es esta proporción, más específica es la prueba diagnóstica. En este caso el ideal sería que la proporción de especificidad fuera 0, o dicho en otros términos, que ningún individuo sano (0%) respondiera en una prueba como positivo.

Pero tanto el ideal de sensibilidad como el de especificidad no existen en la práctica diaria. Toda prueba diagnóstica, en general, nos aporta casos "falsos negativos" y "falsos positivos". El presente apunte trata de resumir entonces la implicancia de los falsos positivos y falsos negativos en los estudios de despistaje ("screening test").

Supongamos que para evaluar la sensibilidad y especificidad de una prueba diagnóstica se somete a 1000 enfermos y a 1000 individuos

\* El presente es un resumen adaptado del trabajo *Statistical Problems in Epidemiology*, de J. L. Fleiss.

sanos a dicha prueba. Los resultados obtenidos se pueden tabular de la siguiente forma:

<i>Resultado de la prueba</i>			
	+	-	<i>Total</i>
Enfermos	950 (a)	50 (b)	1000 (a+b)
Sanos	10 (c)	990 (d)	1000 (c+d)
Total	960 (a+c)	1040 (b+d)	2000 (N)

Con estos resultados podemos medir la sensibilidad y la especificidad de la siguiente forma:

$$\text{sensibilidad} = \frac{a}{a+b} = \frac{950}{1000} = 0.95 \text{ ó } 95\%$$

$$\text{especificidad} = \frac{c}{c+d} = \frac{10}{1000} = 0.01 \text{ ó } 1\%$$

Estos indicadores nos están señalando una prueba diagnóstica sensible y específica, lo que hace a la misma muy satisfactoria.

Sin embargo, veamos qué ocurriría si la misma se aplicara a una población en masa.

Utilizando los conceptos de probabilidades, la probabilidad de obtener un falso positivo se puede calcular de la siguiente forma:

$$P_{F+} = \frac{\frac{(c)}{(c+d)} (1 - P_E)}{\frac{c}{c+d} + P_E \left[ \frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d} \right]}$$

en donde  $P_E$  es la proporción real de individuos enfermos de la población (tasa de prevalencia) y a, b, c y d corresponden a los valores de la tabla antes mencionada.

Asimismo, la probabilidad de obtener un falso negativo se puede calcular como:

$$P_{F-} = \frac{P_{F-}}{\left(1 - \frac{c}{c+d}\right) P_E \left[\frac{a}{a+b} - \frac{c}{c+d}\right]}$$

Para conocer entonces la probabilidad de falsos positivos y falsos negativos necesitamos conocer la prevalencia de la enfermedad. En el cuadro que sigue se señalan esas probabilidades para distintos e hipotéticos valores de prevalencia.

$P_E$	$P_{F+}$	$P_{F-}$
1/1.000.000	1.	0
1/100.000	.99905	0
1/10.000	.99092	.00001
1/1.000	.913	.00005
1/500	.840	.00010
1/200	.677	.00025
1/100	.510	.00051

Con esto vemos que, a pesar de la sensibilidad y la especificidad de la prueba diagnóstica, si la prevalencia de la enfermedad es pequeña (digamos 1/100.000), la probabilidad de falsos negativos es nula pero la probabilidad de falsos positivos es mayor del 99.9%.

Por un lado la prueba sería buena, ya que no se escaparía a la detección ningún enfermo, pero por otro lado, casi el cien por ciento de los positivos sería en realidad sano.

Si la prevalencia de la enfermedad fuera más alta (1/100) la probabilidad de falsos negativos sería de 51 en 100.000; es decir 51 de cada cien mil enfermos pasarían la prueba como sanos. Esta proporción es todavía satisfactoria. En cambio, la probabilidad de falsos positivos es de 51%, es decir 51 de cada 100 positivos a los cuales detectamos como enfermos son en realidad sanos.

La decisión final en usar o no la prueba dependerá en la seriedad de la enfermedad y en el costo de la realización de otras pruebas o de la aplicación de un tratamiento a los positivos. Pero sin embargo, dado el alto porcentaje de falsos positivos, parecería injustificada la aplicación de la prueba para despistaje ("screening test") salvo que se tratara de una enfermedad muy seria.

Una forma de mejorar esta situación sería la de aplicar la prueba



diagnóstica dos veces a los individuos en que la primera vez ha dado positivo, y tomando como enfermos sólo a aquellos en que por 2 veces la prueba ha resultado Positiva. Como ejemplo, veamos como se modifica la  $P_{F+}$  y  $P_{F-}$  con este simple procedimiento.

Supongamos que ahora, utilizando la doble positividad como "caso de enfermedad" se obtuviera en el ejemplo anterior los siguientes resultados:

	Resultado de prueba		Total
	++	+ - ó -	
Enfermos	950	50	1000
Sanos	1	999	1000
Total	951	1049	2000

Aplicando las fórmulas para establecer  $P_{F+}$  y  $P_{F-}$  tendríamos + para los siguientes valores de prevalencia:

$P_E$	$P_{F+}$	$P_{F-}$
1/1.000.000	.9991	0
1/100.000	.9906	0
1/10.000	.9132	.00001
1/1.000	.5126	.00005
1/500	.3444	.00010
1/200	.1732	.00025
1/100	.0944	.00051

Obsérvese que con la aplicación de este procedimiento la probabilidad de falsos positivos ha disminuído marcadamente, especialmente si la prevalencia de la enfermedad fuera de 1/1.000 ó mayor (1/500, 1/200; 1/100). Para el caso de una prevalencia de 1/100 ahora los falsos positivos serían poco más de 9% en lugar del 51% que se obtenía cuando no se procedía a realizar la doble prueba. En cuanto a los falsos negativos en el ejemplo no varían.

Nótese también que no sería necesario realizar la doble prueba en todos los casos sino sólo en aquellos que la primera prueba fuera Positiva.

Como ejemplo digamos que si la tasa de prevalencia fuera del

1/1.000 y se deseara realizar la prueba en una población de 100 000 habitantes, solo sería necesario realizar la doble prueba en 1 094 casos. (El cálculo de este valor responde a reglas de probabilidades que no es del caso detallar.)

# **XV. Caracterización de los ecosistemas de la fiebre aftosa**



## INTRODUCCION

En la historia de la Fiebre aftosa en los países de América del Sur se distinguen grandes hechos de significación.

En la década de 1860-1870 se presentaron los primeros registros de la Fiebre aftosa en los países del Cono Sur, Argentina, Chile, Uruguay y estado de Río Grande do Sul en Brasil, posiblemente originados por las importaciones de bovinos para mejoramiento genético procedentes de los países europeos. En 1946 la fiebre aftosa se expande a México y posteriormente en la década de 1950-1960 se difunde en Colombia, Ecuador y Venezuela. La enfermedad fue introducida a través del comercio de animales de países afectados a países libres hasta entonces de fiebre aftosa.

En la década 1960-1970 varios países iniciaron la organización de programas específicos de control. El período se caracterizó por el establecimiento de una infraestructura adecuada de laboratorios nacionales de diagnóstico y la aplicación de una metodología apropiada orientada y transmitida por el CPFA y el desarrollo de los laboratorios de producción de vacuna antiaftosa privados y oficiales. En el decenio de 1970 se inicia la organización del sistema de información y vigilancia epidemiológica, se moderniza la producción de vacuna antiaftosa que alcanza cantidades suficientes para atender los programas en ejecución y se consolida el establecimiento de una organización técnico-administrativa que ha permitido alcanzar altas coberturas geográficas y de población. La estrategia fundamental que se implantó fue la de programas masivos de vacunación coadyuvados con medidas de control de focos, control de movilización de animales y medidas cuarentenarias. Los resultados obtenidos están representados por una disminución significativa de las tasas de morbilidad, disminución de las pérdidas por mortalidad y eliminación de las ondas epidémicas que anteriormente se diseminaban por la región cuando aparecían variantes del virus.

A mediados de la década de 1970 se observó que a pesar de la existencia de programas masivos no había un avance significativo en el cumplimiento de las metas de control y erradicación. Fue entonces necesario fortalecer el control de calidad oficial de las vacunas antiafto-

sa y plantear estrategias diferentes con base en el comportamiento de la enfermedad, cuyo conocimiento se profundizó en el funcionamiento del sistema de vigilancia epidemiológica. Se desarrolló una metodología basada en el principio que la distribución geográfica de la fiebre aftosa está muy vinculada con los sistemas de explotación económica de los bovinos. La explotación de los bovinos en el continente se caracteriza, en general, por el predominio de formas extensivas de producción, con especialización regional, de acuerdo con las características socioeconómicas de la ocupación del ambiente.

Con base en estos principios, el CPFA asesoró a los países para utilizar y perfeccionar la metodología de caracterización de la fiebre aftosa asociando las relaciones entre las formas económicas de producción ganadera y la presentación espacial y temporal de la enfermedad. El resultado es la delimitación de regiones homogéneas llamados ecosistemas que permiten orientar el establecimiento de estrategias regionales diferenciadas para cada ecosistema.

Durante los últimos cinco años todos los países han elaborado estudios detallados de caracterización de la enfermedad que serán la base para la ejecución de nuevas etapas con metas definidas de erradicación. Esta decisión está consignada en un documento de la Comisión Sudamericana para la Lucha contra la Fiebre Aftosa (COSALFA) sobre "Política y Estrategias para el Combate de la Fiebre Aftosa en Sudamérica para la Década 1981-1990.

En los países del área libre de fiebre aftosa, Centroamérica, Norteamérica y el Caribe, la estrategia que se planteó desde el inicio fue la erradicación y la misma ha sido aplicada en brotes que se presentaron en décadas pasadas en Estados Unidos de América, Canadá y México. La fiebre aftosa nunca ha sido diagnosticada en América Central, Panamá y la mayoría de las islas del Caribe, con excepción de Aruba, Curaçao, Martinica y Jamaica, donde ocurrieron brotes esporádicos, todos ellos rápidamente eliminados.

En este capítulo se presentaron los aspectos técnicos y prácticos de la metodología de caracterización epidemiológica de la fiebre aftosa que fue desarrollada durante los últimos 15 años en los países sudamericanos con la asistencia del CPFA y que fue transferida a todos los países a través de los cursos y seminarios del proyecto PROASA. La base del documento son los trabajos elaborados por los autores. El modelo de caracterización es un ejercicio práctico realizado por un grupo de Veterinarios Oficiales que participaron del Curso Nacional de Campo "Utilización de la vacuna de adyuvante oleoso en los programas de control de la fiebre aftosa", conjuntamente con técnicos del CPFA, y que tuvo lugar en Quyoquyo, Paraguay, en 1982. También se inclu-

yen las recomendaciones del Seminario de Evaluación del Subprograma Oleosas en el que participaron los directores de los servicios veterinarios y los programas de control de la fiebre aftosa de los países sudamericanos.

Los profesionales del CPFA que tuvieron la responsabilidad del dictado de los cursos fueron los Drs. Jaime Estupiñán, Vicente M. Astudillo, Félix J. Rosenberg, Ivo Gomes, Paulo Augé de Mello, Magnus Stael Sondahl. La coordinación general estuvo a cargo de los Drs. Raúl Casas Olascoaga, Juan Zapatel y Jaime Estupiñán.

## EPIDEMIOLOGIA DE LA FIEBRE AFTOSA<sup>1</sup>

La Fiebre aftosa (FA) es una enfermedad contagiosa viral de curso agudo, fiebre alta y formación de vesículas en la boca, lengua y cascos.

La enfermedad afecta los animales de pezuña hendida, principalmente los bovinos, porcinos, ovinos y caprinos, y algunos animales salvajes como el venado.

La tasa de morbilidad es alta en todas las especies y edades, pero la mortalidad es baja, excepto en los animales jóvenes.

Los efectos más importantes son la pérdida de peso, la drástica disminución de la producción de leche y la mortalidad de animales jóvenes.

### COMPONENTES ECOLOGICOS DE LA ENFERMEDAD

La conducta de la FA en la población animal depende de las características propias del virus causante y de los huéspedes susceptibles y de sus interacciones, como también de los factores del ambiente en que ellos se encuentran.

El resultado de estas interacciones es la cadena epidemiológica de la enfermedad, o sea, la forma de transmisión del virus de una fuente de infección a animales susceptibles.

Para un mejor conocimiento de la epidemiología de la FA se presenta un resumen de las características propias de los componentes ecoló-

---

<sup>1</sup> Rosenberg, F.J. "El conocimiento de la epidemiología de la fiebre aftosa con particular referencia a América del Sur", *Ser. Man. Cient. Tecn.*, núm. 5, CPFA, 1975.

gicos (agente-huésped y medio ambiente) y de las interacciones que dan resultado a las diferentes formas de presentación de la enfermedad o ecosistemas.

## 1. *El huésped*

### 1.1. *Especies*

Se reconoce que todas las especies biunguladas domésticas o salvajes son susceptibles a la enfermedad en forma natural, no así las otras. De las tres especies más frecuentemente afectadas en América del Sur (bovinos, ovinos y porcinos), los ovinos se caracterizan por la escasa intensidad de las lesiones, en particular las bucales, por lo cual la FA en esta especie suele pasar inadvertida. Por otro lado, las frecuentes complicaciones bacterianas en las lesiones podales del ovino también contribuyen al subregistro de esta especie como afectada por FA. En cuanto a la especie porcina, las observaciones de campo concuerdan en general con los estudios de Sellers y col., adjudicando a esta especie un efecto multiplicador dada su alta susceptibilidad a pequeñas dosis de virus y su alta tasa de excreción viral.

### 1.2. *Razas*

Existen observaciones circunstanciales que indicarían a las razas cebuínas como más resistentes a la enfermedad. En América del Sur se ha observado que la gravedad de las lesiones suele estar asociada al grado de pureza de las razas europeas.

### 1.3. *Sexo*

No se han observado diferencias apreciables de susceptibilidad entre ambos sexos. Existen, sin embargo, características particulares de patogenicidad atribuibles a la utilización de cada sexo tal como la aparición de lesiones localizadas en ubres en vacas en lactación (véase punto 1.1.7).

### 1.4. *Edad*

Con respecto a la edad se acepta, en general, que en las áreas donde la enfermedad es endémica existe una relación inversa entre la edad y la susceptibilidad. Esta relación se debe, en particular, a las mayores posibilidades de experiencias previas con el virus que el huésped tiene cuan-



to mayor es su edad. Existiría, sin embargo, una edad crítica próxima al destete en la cual se juntan posiblemente dos factores condicionantes: un factor fisiológico de tensión y su condición inmunológica desfavorable con respecto a los terneros (inmunidad calostrada) y a los adultos (experiencias previas). En todo caso es altamente prioritario confirmar este hecho estadísticamente, con base en datos de morbilidad según estructura etaria, ya sea a través de la información de rutina en aquellas regiones donde la recolección de datos de morbilidad tenga un bajo margen de error, o bien por medio de diseños específicos en áreas limitadas. Este estudio permitiría establecer medidas de prevención adicionales para aquellos grupos etarios cuya mayor susceptibilidad fuera estadísticamente significativa.

Conviene hacer notar, sin embargo, que en poblaciones vírgenes no se han podido establecer diferencias de susceptibilidad con relación a la edad. Esto ha sido particularmente evidente en oportunidad de los brotes ocurridos en la Patagonia argentina y chilena, donde fueron afectados por igual terneros, animales jóvenes y adultos.

### 1.5. Estado fisiológico

Son controvertidas las observaciones sobre la influencia del estado fisiológico en la manifestación clínica de la enfermedad, en particular en lo que respecta al estado de nutrición. Al igual de lo que se ha observado en Europa y Asia, en América del Sur también parece asociarse una mayor gravedad de las lesiones con un mejor estado nutricional. Este hecho, aparentemente paradójico, no tiene aún una explicación lógica.

### 1.6. Densidad

Como en toda enfermedad transmisible, los riesgos de infección están directamente relacionados a la densidad de la población. En efecto, la distribución geográfica de la FA en América del Sur coincide con la distribución geográfica de regiones de alta densidad ganadera. Obviamente aumentan las posibilidades de contacto efectivo al aumentar, por un lado, el contacto entre los huéspedes y, por otro, la cantidad de partículas virales en el ambiente. Esto último puede determinar infecciones con altas dosis de virus y, por consiguiente, con mayores posibilidades de producir lesiones más graves. Hugh-Jones halló una asociación estadísticamente significativa entre la densidad de la población bovina, en particular lechera, con la ocurrencia de la enfermedad en la epidemia británica de 1967-68.

### 1.7. Utilización

Como se mencionó anteriormente el uso que se da al ganado determina, además de distintos riesgos de infección, variaciones en la patogenicidad y aun en la susceptibilidad de una población. Un ejemplo lo constituye la explotación de vacas lecheras, donde suelen observarse típicas lesiones primarias en ubres, aun en rebaños protegidos por vacunación. Este hecho fue confirmado experimentalmente por Burrows y col. al demostrar la multiplicación local de virus aftoso en las glándulas mamarias de animales inmunes.

Por su parte Hugh-Jones encontró que existía una correlación positiva entre la densidad de población, dimensión del rebaño y las tasas de ataque observadas en el brote epidémico de Gran Bretaña de 1967-78. Esta correlación era mucho más significativa para la densidad de población en áreas de rebaños lecheros que en los de productos de carne. La asociación entre las tasas de ataque y el tamaño del rebaño solamente se notó en rebaños lecheros no así en los de carne. Hugh-Jones asignó particular importancia a la densidad y tamaño de un área, más que a los rebaños individualmente analizados. Es probable, por lo tanto, que las diferencias observadas entre ganado lechero y de carne sean atribuibles al manejo del rebaño más que a distinta susceptibilidad de los individuos según el tipo de uso a que están destinados.

### 1.8. Susceptibilidad individual de los bovinos frente al virus aftoso

Sutmöller y col. han observado que algunos bovinos susceptibles, expuestos experimentalmente a altas dosis de virus pueden desarrollar una infección sin signos clínicos de enfermedad. Observaciones similares fueron obtenidas por Alonso y col. en un brote natural de FA. El factor "resistencia individual" deberá ser establecido para la población bovina sudamericana, si se quiere confeccionar un modelo epidémico de la enfermedad. Este factor se estima en aproximadamente 5% de la población bovina para algunas regiones de Argentina y Brasil (R. Goic, Comunicación personal).

En general, las características mencionadas del huésped interesan para establecer niveles de riesgo de infección en las distintas regiones del Continente. Es importante por lo tanto, establecer el mayor o menor riesgo que la presencia o ausencia de cada una de las variables de huésped significa en el desarrollo de la enfermedad por medio de datos de notificación continua o bien de diseños ocasionales específicos.

Para el análisis epidemiológico de estos factores debe incluirse información detallada sobre características del ambiente, tales como el

manejo propio de cada raza, condiciones climáticas particulares para determinadas regiones donde algunos de los factores del huésped son prevalentes, etcétera, para excluir la posibilidad de simples asociaciones secundarias entre las variables del huésped y la ocurrencia de FA.

## 2. *El ambiente*

Tanto el ambiente físico como el biológico y, en particular, el socioeconómico, poseen características condicionantes para el desarrollo de la FA.

### 2.1. *Ambiente físico*

Frecuentemente se ha asignado una influencia decisiva a varios factores climáticos, tanto en la viabilidad del virus en el medio externo, como aun sobre la evolución y gravedad de la infección.

En oportunidad del brote epidémico de Gran Bretaña de 1967-68, se estudiaron profusamente los efectos climáticos sobre su difusión. Cuidadosas observaciones consideran que cambios climáticos fortuitos (frentes de alta presión) contribuyeron a evitar la mayor difusión de la epidemia. Otros autores describieron los mecanismos de transmisión del virus tomando en cuenta la intensidad y dirección del viento y las lluvias.

En América del Sur se ha observado frecuentemente la asociación de epidemias con intensas precipitaciones e inundaciones. Sin embargo es importante tener en cuenta que los factores climáticos en cuestión inducen modificaciones en los ambientes biológico y socioeconómico. La mayoría de los estudios toman como único parámetro variable el factor climático, lo cual no descarta la posibilidad, en particular en América del Sur, de simples asociaciones secundarias entre las variables clima-enfermedad analizadas. Así, por ejemplo, condiciones extremas de temperatura podrían provocar modificaciones en la flora que causen translaciones y aumentos regionales de la densidad de animales domésticos; factores climáticos podrán coincidir con movimientos estacionales de ganado; las inundaciones pueden provocar aglomeraciones y confinamiento de animales de origen diverso, etcétera.

### 2.2. *Ambiente biológico*

La fauna silvestre de una región interesa sobre todo desde el punto de vista de la transmisión de la enfermedad, ya sea en forma activa o mecánica. El primer punto será tratado específicamente en el capítulo

referente a fuentes de infección. En cuanto a la transmisión por vectores mecánicos, en principio, ésta sería factible a través de cualquier especie animal no susceptible como ha sido comprobado experimentalmente.

La flora, por su parte, determina directamente la calidad y densidad del ganado, así como las modalidades para su manejo en una región determinada. A su vez este factor influye en forma específica en el nivel económico y de desarrollo social de la población humana del área.

### 2.3. *Ambiente socioeconómico*

En todo problema sanitario —y la FA no es excepción— uno de los factores críticos lo constituye el grado de concientización de la comunidad. De hecho se deben diferenciar dos grupos de factores socioeconómicos que influyen en la epidemiología de la fiebre aftosa:

#### a) Factores que influyen sobre la explotación del ganado

Estos factores están directamente ligados a las características del huésped que prevalecerán en determinada región, sobre todo en lo que respecta a la selección de especies y razas, no siempre motivada exclusivamente por condiciones ecológicas, pero sí a veces por factores de moda. Características tales como la densidad de la población, su estado fisiológico y utilización, dependen en gran parte del factor humano. Además de éstas, se deben mencionar aquí otras características propias del ambiente socioeconómico que influyen directamente en las posibilidades de transmisión de la enfermedad. por un lado el manejo de la población ganadera determina posibilidades artificiales de contacto entre enfermos y susceptibles. En segundo lugar, la comercialización del ganado o sus subproductos determina un grave riesgo de difusión de la enfermedad a distancia. La mayor importancia de la comercialización del ganado en la difusión de la FA motiva que los factores climáticos queden relegados a un segundo plano en nuestro medio. En este mismo sentido se debe mencionar el tamaño de las propiedades (número de animales) como un factor que estaría relacionado en forma directa a las posibilidades de aparición de la enfermedad. Mientras que en el brote de Gran Bretaña se consideró una correlación positiva entre la superficie ganadera y el número de animales con las posibilidades de exposición al virus transmitido por el aire, no se debe olvidar que, al menos en América del Sur, los establecimientos ganaderos de mayor tamaño y población bovina suelen ser también los que relativamente

más ganado comercializan, aumentando de esa manera las probabilidades de introducir animales infectados.

b) Factores que influyen sobre la enfermedad en sí

Bajo este rubro se deben incluir las características culturales y nivel educacional y de conciencia sanitaria de la comunidad, es decir, las medidas que ella misma toma para prevenir, controlar o eliminar la enfermedad (cuarentena, vacunaciones, aislamiento de enfermos, desinfección, etcétera). Un estudio que permita establecer las pautas necesarias para una efectiva concientización y educación sanitaria de la comunidad permitirá no sólo incorporarla activamente a la lucha, sino que al mismo tiempo constituirá un nuevo elemento de juicio para el establecimiento de los métodos y prioridades que deben ser aplicados para distintas regiones.

3. *Política sanitaria*

Según los actuales criterios de la OPS se incluye aquí, además de los clásicos elementos del equilibrio ecológico agente-huésped-ambiente, un cuarto factor que puede alterar en forma decisiva tal equilibrio. Nos referiremos a la política sanitaria. En el caso de la FA no se debe olvidar que la realización de programas nacionales de lucha contra la enfermedad ha dado impulso prioritario a su combate en el marco de la salud animal del Continente. Es así que se ha posibilitado la asignación de recursos económico-financieros a estos programas; se ha poblado el terreno con profesionales específicamente capacitados en el combate de la enfermedad; se han desarrollado importantes investigaciones, etcétera, todo ello modificando obviamente el curso "natural" de la FA en América del Sur.

INTERACCIONES AGENTE-HUESPED Y AGENTE-AMBIENTE. CADENA EPIDEMIOLOGICA DE LA FIEBRE AFTOSA

1. *Fuentes de infección*

Se entiende como origen o fuente de infección por virus aftoso al organismo en el cual el virus replica y es eliminado en forma tal que permita la infección de un individuo susceptible independientemente de la ruta de transmisión. Es decir, implica un mecanismo activo de replicación del virus y no apenas una transmisión mecánica.

A pesar de la vasta literatura existente sobre la cantidad y duración

de la excreción de virus aftoso por parte de un animal enfermo, el papel de la fuente de infección en la cadena epidemiológica de la FA permanece poco caracterizado. Por un lado, el aislamiento de virus *in vitro* no implica necesariamente que ese virus pueda ser transmitido en condiciones naturales a un susceptible en contacto; por otro lado, es prácticamente desconocida la importancia real de los portadores y los reservorios como fuentes de infección.

En cuanto a la cantidad y persistencia del virus eliminado por las distintas vías, la mayoría de los trabajos concuerdan en señalar las primeras 72 horas posinfección como las de mayor intensidad, correspondiendo al final del período prodrómico y al inicio de formación de las vesículas. En bovinos expuestos al virus por contacto, el tercer día posinfección parece ser el de mayor contagiosidad.

La mayor persistencia del virus en lesiones externas o excreciones correspondería a las lesiones de patas en las que ha sido posible aislar virus hasta 11 días después del apareamiento de signos de la enfermedad.

Tomando en cuenta los datos de aislamiento de virus de excreciones fácilmente transmisibles (saliva, secreción nasal, aire aspirado) y los de transmisión por contacto, el momento de mayor eficiencia del enfermo como fuente de infección sería la fase final del estado prodrómico e inicio del apareamiento de lesiones específicas (3-5 días posinfección). A partir de allí, las probabilidades de transmisión irían disminuyendo para llegar a ser mínimas después de los 8-10 días posteriores al apareamiento de tales lesiones.

El conocimiento preciso del período límite de transmisión de la enfermedad por parte de un animal enfermo en las condiciones naturales de campo imperantes en América del Sur, obviamente es de capital importancia para la toma de medidas preventivas.

Si se acepta que el enfermo en fase aguda es la principal fuente de infección, los datos mencionados implicarían un ciclo de transmisión limitado a períodos relativamente breves. La presencia endémica de la FA sólo podría ser explicada, por lo tanto, si ocurriera transmisión continua de la enfermedad en intervalos promedio de 10 y no mayores de 20 días (tomándose en cuenta el período de eliminación de virus, el período de incubación de la enfermedad y la posible viabilidad del virus). Esa hipótesis de transmisión continua en intervalos no mayores de 20 días, es insostenible, sobre todo si se tiene en cuenta que son tres los tipos de virus y siete los subtipos que deberían ser transmitidos continuamente en América del Sur dentro del período máximo mencionado.

Debe, pues, buscarse alguna otra fuente de infección que permita

explicar los períodos eclipse de la enfermedad, sensiblemente mayores de 20 días en muchos casos. Las siguientes alternativas merecen atención especial: a) el virus queda en estado de latencia en el propio huésped (portadores); b) el virus cumple un ciclo clínicamente inaparente en especies animales no susceptibles a la enfermedad (reservorios), o c) cumple un ciclo en especies susceptibles silvestres que escapan a la vigilancia sanitaria y que actuarían como reservorios epidémicos circunstanciales.

### 1.1. *El problema de los portadores como fuentes de infección*

En la actualidad no existe ninguna duda sobre la capacidad del virus aftoso de persistir en forma latente durante períodos prolongados en el organismo de un animal. Algunas de las características sobresalientes del estado de latencia del virus aftoso se resumen a continuación:

#### a) Sitio de multiplicación del virus

El sitio preferencial para la multiplicación del virus aftoso en el estado de portador parece ser la superficie dorsal del paladar blando y la faringe en los bovinos y en los ovinos el área tonsilar.

#### b) Especies

Si bien la mayoría de las experiencias fueron realizadas en bovinos, el estado de portador de virus fue detectado en ovinos, caprinos, búfalos y varias especies salvajes africanas, pero, hasta ahora, no se logró demostrar su existencia en porcinos.

#### c) Duración del estado portador

Se ha logrado aislar virus aftoso de animales aparentemente sanos, durante el período de incubación, después de recuperados de la enfermedad clínica ("convaleciente") y en animales con infecciones subclínicas. El Cuadro 1 resume la información disponible sobre el tiempo en que se ha aislado virus en animales de distintas especies, durante la fase de incubación de la enfermedad. Estos datos tienen mucha importancia para las medidas de cuarentena y restricción del tránsito de animales.

CUADRO 1

*Aislamiento de virus aftoso de material esofágico-faríngeo durante el período de incubación*

<i>Especie</i>	<i>Tipo de exposición</i>	<i>Tipo de virus</i>	<i>Días a .1*</i>
Bovina	Experimental	0	9
Bovina	Experimental	0	5
Ovina	Experimental	0	5
Porcina	Experimental	0	10
Bovina	Natural	0	7

\* Antes del apareamiento de lesiones.

En bovinos convalecientes, la persistencia del virus aftoso en el área esofágico-faríngea varía de acuerdo con el tipo y posiblemente con la cepa de virus. El Cuadro 2 resume los resultados obtenidos con distintas cepas de virus en bovinos y ovinos infectados natural y experimentalmente. En todo caso, los valores mencionados representan a individuos aislados que mantienen el virus en forma latente durante períodos extremos. En general, el virus deja de ser detectado de 4 a 5 meses posinfección en más de la mitad de los individuos, tanto en una población infectada experimentalmente como en brotes naturales de la enfermedad.

Ya en 1959 se aisló virus esofágico-faríngeo de bovinos que no habían padecido síntomas clínicos de la enfermedad. También se han obtenido repetidas veces portadores subclínicos experimentales, inoculando bovinos, con o sin inmunización previa, con dosis crecientes de virus. Resultados similares fueron obtenidos en bovinos inmunes expuestos también experimentalmente. Varios autores demostraron igualmente la existencia de portadores subclínicos en grupos de bovinos infectados en forma natural.

Los datos existentes no permiten establecer diferencias significativas en la persistencia del estado de portador entre bovinos con lesiones clínicas de FA y bovinos sin ellas.

d) Relación entre el estado de portador y los niveles de anticuerpos circulantes y locales

Varios autores han señalado la ocurrencia de bovinos portadores en presencia de altos niveles de anticuerpos circulantes. La existencia del estado portador, así como su duración no dependen de esos niveles. Tal es



así que se han identificado bovinos portadores a campo, aun en ausencia de anticuerpos detectables.

La detección de anticuerpos contra el antígeno VIA, sin embargo, parece constituir un óptimo indicador para la probable identificación de portadores aun en ausencia de otro tipo de anticuerpos humorales detectables.

CUADRO 2

*Aislamiento de virus aftoso de material esofágico-faríngeo de animales convalecientes*

<i>Especie</i>	<i>Tipo de exposición</i>	<i>Tipo de virus</i>	<i>Meses p.i.*</i>
Bovina	Experimental	A	15 +
"	"	SAT <sub>1</sub>	7 +
"	"	SAT <sub>3</sub>	6 +
"	"	A <sub>119</sub>	24 +
"	"	ASIA <sub>1</sub>	8 +
"	"	A	1
"	"	O	9
"	Natural	C	6 +
"	"	A	6 +
"	"	C	24
"	"	SAT <sub>1</sub>	12 +
"	"	SAT <sub>3</sub>	12 +
"	"	O	9
Bubalina	"	O	9
Bovina	Virus vivo modificado	A	8
"	"	C	9
Ovina	Experimental	O	3
"	"	A	5
"	"	SAT <sub>1</sub>	4
"	"	A	9 +

\* Posinfección

- e) El portador como fuente de infección: transmisión natural de la infección de un portador a un contacto susceptible

A pesar de la extensa labor de investigación desarrollada, sobre todo en los últimos 20 años, la pregunta sobre si un animal portador puede constituirse en una fuente de infección de FA aún no ha recibido una respuesta satisfactoria. Si bien numerosas observaciones de campo sugerían la transmisión de la enfermedad en condiciones naturales por medio de animales portadores, en muchos casos las evidencias sugieren que tal transmisión no ocurre.

La experiencia adquirida en América del Sur no es menos contradictoria, pues mientras algunos brotes de la enfermedad no han tenido otra explicación posible que la mera presencia de portadores, en otros casos este fenómeno ha demostrado no ser relevante. Experimental-

mente, tanto a campo como en laboratorio, no se ha podido aclarar este aspecto. Hasta el presente todos los intentos de transmitir la enfermedad por contacto de un portador a un susceptible han fracasado. Algunos estudios, sin embargo, parecieran indicar que, en condiciones particulares, la transmisión de virus de un portador por contacto con animales susceptibles es posible. Existen varias hipótesis que tratan de explicar la transmisión de la infección de un portador a un susceptible.

A la luz de los conocimientos actuales diversos modelos hipotéticos podrían explicar la "transmisión condicionada de FA entre portadores y susceptibles". Estos modelos incluyen, como condicionantes de la transmisión, factores del huésped (inmunidad, tensión), del virus (mutaciones, recombinaciones) o del ambiente. Si bien las investigaciones realizadas hasta el momento sobre aspectos parciales del problema de los portadores no permiten descartar, así como tampoco afianzar ninguno de los modelos analizados, lo más probable es que un conjunto de condiciones tengan que ocurrir simultáneamente para que se produzca transmisión de la enfermedad. El hecho de ser pocos los individuos detectables como portadores por un período prolongado después de su convalecencia, la aparente necesidad de que diversos factores tengan que confluír para estimular la excreción de virus y por último la presencia requerida de animales susceptibles a pequeñas dosis de virus, caracterizarían a la transmisión de la enfermedad por medio de portadores como un fenómeno ocasional, lo cual explicaría la dificultad de reproducirlo experimentalmente.

### 1.2. *El problema de los reservorios como fuente de infección*

Se hace referencia aquí exclusivamente a aquellas especies animales donde el virus se multiplica sin tomar en cuenta el fenómeno de transmisión mecánica. En este sentido, son dos las alternativas que definen a una especie como reservorio de FA: 1) animales que, sin sufrir cualquier alteración patológica visible, son capaces de mantener una infección por virus aftoso durante un período prolongado, siendo que la excreción de virus se realiza de una manera que permite su fácil transmisión a huéspedes susceptibles; a éstos se los puede denominar reservorio propiamente dicho o reservorio ecológico, y 2) aquellas especies animales susceptibles a la FA en las que la incidencia de la enfermedad pasaría inadvertida, por no ser ellas objeto de control. Desde el punto de vista ecológico este grupo no constituye un verdadero reservorio, puesto que la enfermedad en la propia especie es autolimitante. Sin embargo, en algunas ocasiones sus efectos podrían asemejarse al de los reservorios. Se incluyen en este grupo a los rumiantes silvestres (cierros, antílopes, venados, cerdos silvestres, etcétera) y aun llamas, cabras, etcétera, según la zona de que se trate. A este grupo lo hemos denominado reservorio epidémico circunstancial.

## a) Reservorios ecológicos de Fiebre aftosa

La lista de especies silvestres susceptibles al virus de la FA, tanto experimentalmente como en forma natural, es muy extensa. Sin embargo es relativamente escasa la información disponible con respecto al verdadero papel de las especies silvestres no-biunguladas como probables fuentes de infección de FA. Al respecto cabe mencionar trabajos bastante concluyentes indicando al erizo europeo y africano (*hedgehog- Erinaceus europeus*, *Atelerix pruneri*) como transmisores de FA en condiciones naturales. En Argentina se demostró la posibilidad de infectar peludos (*Chaetopractus nillosus*) por inoculación, ingestión de carne infectada y por contacto. El castor (*Myocastor coypus molina*) es susceptible al virus aftoso por inoculación y por contacto con bovinos enfermos. En experiencias realizadas con la rata marrón (*Rattus norvegicus*) se hallaron resultados que sugieren que esta especie puede actuar como un verdadero reservorio ecológico del virus aftoso, al albergar y eliminar intermitentemente el virus por las materias fecales hasta 19 semanas posteriores a su infección por contacto o inoculación. Llama la atención, sin embargo, que las ratas expuestas por contacto no desarrollan lesiones clínicas de la enfermedad ni anticuerpos séricos. Entre los roedores se debe mencionar a la capibara o carpincho (*Hydrochoerus hydrochoeris hydrochoeris*), de distribución común en las márgenes de la mayor parte de los ríos de América del Sur. De acuerdo con estudios realizados en el CPFPA y en Colombia, esta especie desarrolla la enfermedad por inoculación parenteral y por contacto pero aún no se ha demostrado el estado de portador.

## b) Reservorios circunstanciales. El papel de los biungulados silvestres en la transmisión de la Fiebre aftosa

Desde un brote de FA ocurrido en 1924 en California, donde más de 2 000 ciervos evidenciaron lesiones clínicas de aftosa, numerosos trabajos han demostrado la susceptibilidad de diversos géneros de cérvidos, bóvidos y suideos silvestres a la FA en forma natural. Asimismo, varias investigaciones han conseguido demostrar la frecuente infección de estas especies, a través de aislamientos de virus de material esofágico-faríngeo y de detección de anticuerpos séricos específicos.

En América del Sur, si bien no hay trabajos específicos realizados, es muy probable que los varios tipos de ciervos existentes, así como los porcinos salvajes participen de la cadena epidemiológica de la FA, sobre todo en ciertas áreas semidesérticas del Continente donde el ganado doméstico, reunido una vez al año, suele pasar largas temporadas en contacto con aquellas especies. Es así como se ha notificado la existencia de casos clínicos en ciervos en la Patagonia argentina y chilena, en el Chaco paraguayo y en la Sabana de Rupununi en Guyana, además de

búfalos en el estado de Sao Paulo (Brasil) y de llamas en Puno (Perú).

## 2. *Transmisión del agente de una fuente de infección a un susceptible*

Si bien en general se caracteriza a la transmisión de un agente por la ruta que posibilita el pasaje del mismo de una fuente de infección al individuo susceptible, no debe olvidarse que esa ruta estará definida en gran parte por la patogenia de la enfermedad y en particular por las vías de eliminación y puertas de entrada del virus.

### 2.1. *Vías de eliminación del virus aftoso*

El Cuadro 3 resume la mayor parte de los datos obtenidos por varios autores sobre el aislamiento de virus aftoso de bovinos infectados experimentalmente. Como se puede observar, tanto los títulos del virus como la duración de su excreción varían notablemente según la vía y la cepa de virus usada. No cabe duda de que el virus aftoso puede ser eliminado por cualquier vía, principalmente durante la viremia. Esta difícilmente sobrepasa el quinto día posinfección.

CUADRO 3

Vías de eliminación del virus de la Fiebre aftosa <sup>a</sup>

Vías de eliminación	Especie	Duración	Título	Virus
Aire	Bovinos	17-89 h.p.i.	1,9-4,0 <sup>1</sup>	0
"	Ovinos	17-89 h.p.i.	1,9-4,5 <sup>1</sup>	0
"	Porcinos	41-137 h.p.i.	2,7-5,9 <sup>1</sup>	0
"	Bovinos	24-113 h.p.i.	...	SAT <sub>2</sub>
"	"	18-332 h.p.i.	...	SAT <sub>1</sub>
"	"	2-4 d.p.i.	2,9-3,0 <sup>1</sup>	C Lebanon
"	"	1-3 d.p.i.	2,3-3,6 <sup>1</sup>	C Noville
"	"	1-4 d.p.i.	1,9-3,1 <sup>1</sup>	A <sub>5</sub>
"	"	3-6 d.p.i.	2,85-3,05 <sup>1</sup>	A <sub>22</sub>
"	Ovinos	1-4 d.p.i.	1,9-2,6 <sup>1</sup>	A <sub>5</sub>
"	"	1-3 d.p.i.	1,9-2,25 <sup>1</sup>	A <sub>22</sub>
"	"	1-2 d.p.i.	1,6-2,4 <sup>1</sup>	C Lebanon
"	"	1-3 d.p.i.	2,2-4,6 <sup>1</sup>	C Noville
"	Porcinos	1-4 d.p.i.	1,9-5,6 <sup>1</sup>	A <sub>5</sub>
"	"	1-4 d.p.i.	2,25-5,15 <sup>1</sup>	A <sub>22</sub>
"	"	1-4 d.p.i.	3,3-5,25 <sup>1</sup>	C Lebanon
"	"	2-3 d.p.i.	5,8-6,5 <sup>1</sup>	C Noville
Leche	Bovinos	1-4 d.p.i.	1,5-5,2/ml	0 <sub>1</sub>
"	"	...	1,5-5,5/ml	0 <sub>1</sub> (brote nat.)
Orina	"	12-168 h.p.i.	-3,5/ml	A <sub>119</sub>
"	"	12-78 h.p.i.	1,3-4,9/ml	0 M11
"	"	24-72 h.p.i.	1-2,6/ml	C <sub>3</sub>
Semen	"	12 h.-21 d.p.i.	0,9-4,6/ml	A <sub>119</sub>
"	"	12 h.- 9 d.p.i.	1-5,8/ml	0 M11
"	"	24-96 h.p.i.	4,5-5,7/ml	C <sub>3</sub>
"	"	1-4 d.a.l.	2,9-6,2/ml	0 <sub>1</sub>
Saliva	"	0-9 d.p.e.	1,1-7,8/ml	0 <sub>1</sub>
Descarga nasal	"	0-6 d.p.e.	3,2-7,7/ml	0
Mat. fecales	"	5-98 h.p.i.	-5,5/g	0
Epitel.podal	"	0-11 d.p.e.	2,4-9,8/g	0
Piel	"	1-7 d.p.i.	1-5,5/g	Varios

<sup>1</sup> = por 60 minutos de colecta.

h.p.i. = horas posinfección

d.a.l. = días antes del apareamiento de lesiones.

d.p.e. = días posexposición.

Las vías de eliminación más importantes para el mantenimiento de la cadena epidemiológica de la FA son el aire aspirado, la leche y los órganos infectados de animales faenados. Con respecto a la primera se destaca la mayor persistencia y título del virus espirado por los porcinos en relación a los bovinos y ovinos. En consecuencia, al cerdo se le atribuye un papel importante de "multiplicador" de virus a campo. En cuanto a la leche resultan valiosas las observaciones efectuadas en el

brote de Inglaterra de 1967-68. En muchos casos se consiguió aislar virus de la leche de establecimientos donde la enfermedad aún no había aparecido clínicamente. Estos datos confirman los hallazgos en vacas inoculadas experimentalmente en las que se consiguió aislar el virus hasta cuatro días antes del apareamiento de lesiones.

La persistencia del virus en órganos de animales convalecientes merece un comentario especial. Se menciona a los ganglios linfáticos y al músculo (esquelético y cardíaco) como los tejidos donde el virus persiste por más tiempo (15 y 14 días posinfección respectivamente). Seguirían luego la lengua, tiroides, glándula adrenal y rumen con más de 8 días.

En resumen, con excepción de los tejidos directamente relacionados a la región esofágico-faríngea, y experimentalmente en la ubre, parece ser que el virus aftoso no persiste en un animal convaleciente por más de 15 días.

## 2.2. *La presencia del virus aftoso en el medio externo; rutas de transmisión.*

Este aspecto de la transmisión del virus aftoso está íntimamente ligado a dos factores determinantes: la viabilidad del agente y las vías de eliminación. El primer punto está representado en el Cuadro 4, donde pueden observarse resistencias que van de una semana a un año.

En cuanto a las vías de eliminación, éstas definirán en gran parte la ruta de transmisión más eficiente. Dado que prácticamente no existe secreción que se encuentre libre de virus, sobre todo en el período virémico, casi todos los mecanismos de transmisión posibles han sido postulados: contacto directo, productos de origen animal (carne y leche), aerosol, transferencia mecánica (hombre, pájaros, insectos, residuos, vehículos, etcétera). La posibilidad, demostrada experimental o inferida hipotéticamente, de que el virus aftoso se transmita por una variada gama de mecanismos, no implica que su ocurrencia sea frecuente o siquiera necesaria para el mantenimiento de la cadena epidemiológica de la enfermedad en los diversos ecosistemas. Se asigna mayor importancia a la transmisión aérea en los países noreuropeos, mientras que en los países cálidos ésta sería altamente improbable.

En Inglaterra se comprobó, durante la epidemia de 1967-68, la transmisión de la enfermedad a través del transporte de leche en un número grande de focos. Asimismo, investigadores ingleses demostraron la capacidad del hombre de mantener el virus aftoso en sus vías aéreas superiores hasta 28 horas posteriores a su contacto con animales enfermos, pudiendo transferirlo por contacto durante ese lapso a bovinos susceptibles.



reservorios no debe ser subestimada. Junto con la transmisión a través de productos y subproductos de origen animal.

### 2.3. *Penetración del virus aftoso en un huésped susceptible; puertas de entrada*

Indudablemente, esta última etapa del mecanismo de transmisión está íntimamente ligada a la vía de eliminación del virus y en particular a la ruta de transmisión. Estudios experimentales cuantitativos han logrado estimar las dosis de virus necesarias para iniciar una infección por diversas vías de inoculación. De todas ellas la más eficiente parece ser la respiratoria, vía ésta que requiere la menor dosis de virus para iniciar la infección en el bovino. Esta observación está de acuerdo con recientes estudios de patogenicidad que demuestran que el sitio primario de multiplicación viral estaría localizado en la mucosa del trecho respiratorio superior y faringe y, posiblemente también, en las vías respiratorias inferiores. La vía oral juega también un papel epidémico importante, en particular en cerdos y terneros; la vía mamaria en vacas de ordeño y posiblemente la vía genital, por inseminación natural o artificial.

### 2.4. *Desarrollo de la infección*

Los elementos definitorios para que la enfermedad tenga o no lugar son, en última instancia, la dosis de virus a que el individuo está expuesto y los mecanismos de defensa de que éste dispone para evitar la replicación o neutralizar la patogenicidad del agente. Los efectos de la replicación viral se miden por la prevalencia de la infección en una población y por los daños que ésta produce. Los mecanismos de defensa dependen en su mayor parte de los distintos tipos de respuestas inmunitarias desarrolladas por el huésped.

## ECOSISTEMAS DE FIEBRE AFTOSA <sup>2</sup>

Uno de los objetivos primordiales de los servicios de vigilancia epidemiológica de la FA es delimitar regiones según la presencia o ausencia de factores condicionantes de la ocurrencia de la enfermedad para la región en sí y para regiones epidemiológicamente relacionadas.

Así, en vez de dar excesiva importancia a los efectos del problema, en este caso los enfermos por FA, se trata de analizar los componentes

---

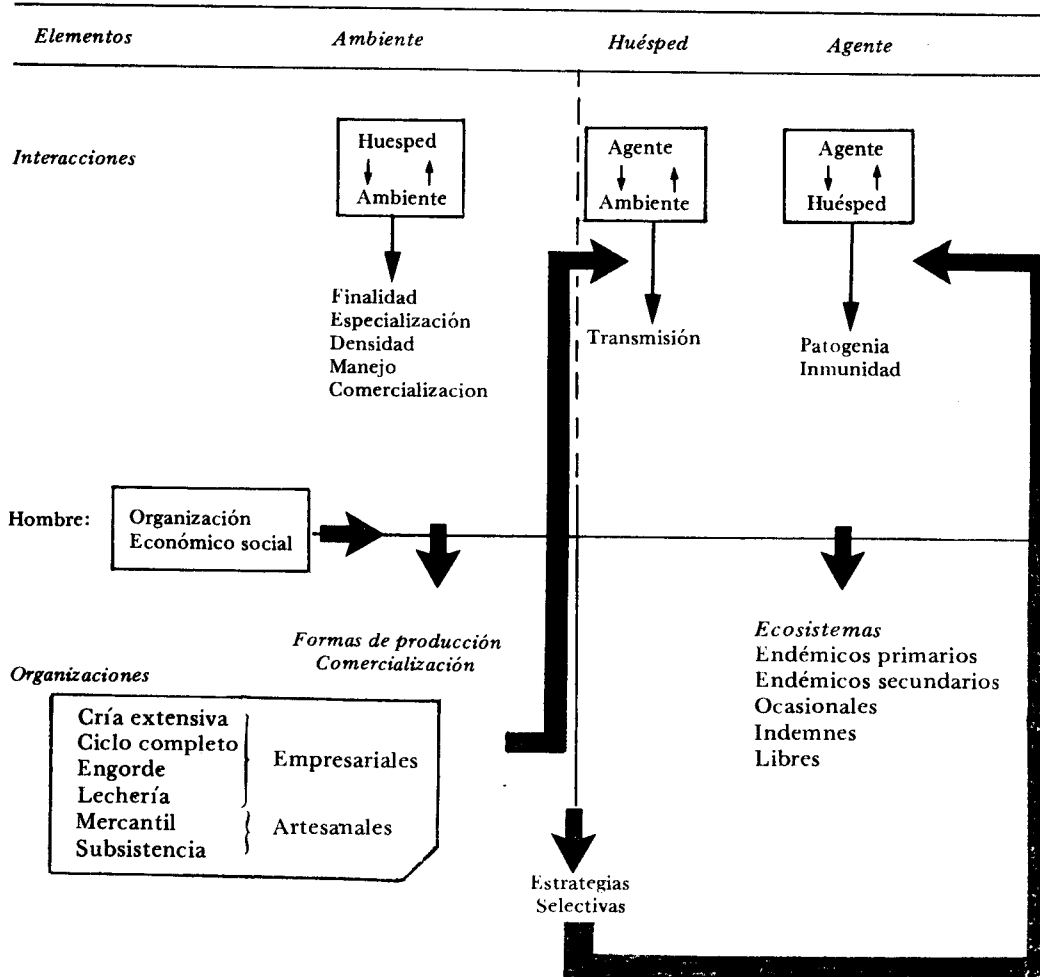
<sup>2</sup> Rosenberg, F.J., Astudillo, V.M., Goic, R. *Estrategias regionales para el control de la Fiebre aftosa: Un enfoque ecológico*, presentado en el 8o. Congr. Cient. Internac. de la Asoc. Epidem. Internac., Puerto Rico, 1977.



causales, es decir, el conjunto de factores que incide en la aparición de la enfermedad. En la Fig. 1 se describe en forma conceptual un modelo de las interacciones epidemiológicas más importantes en FA.

**METODOLOGIA PARA LA CARACTERIZACION  
EPIDEMIOLOGICA REGIONAL DE LA FIEBRE AFTOSA**

FIGURA 1  
*Fiebre aftosa: modelo epidemiológico y de intervención*



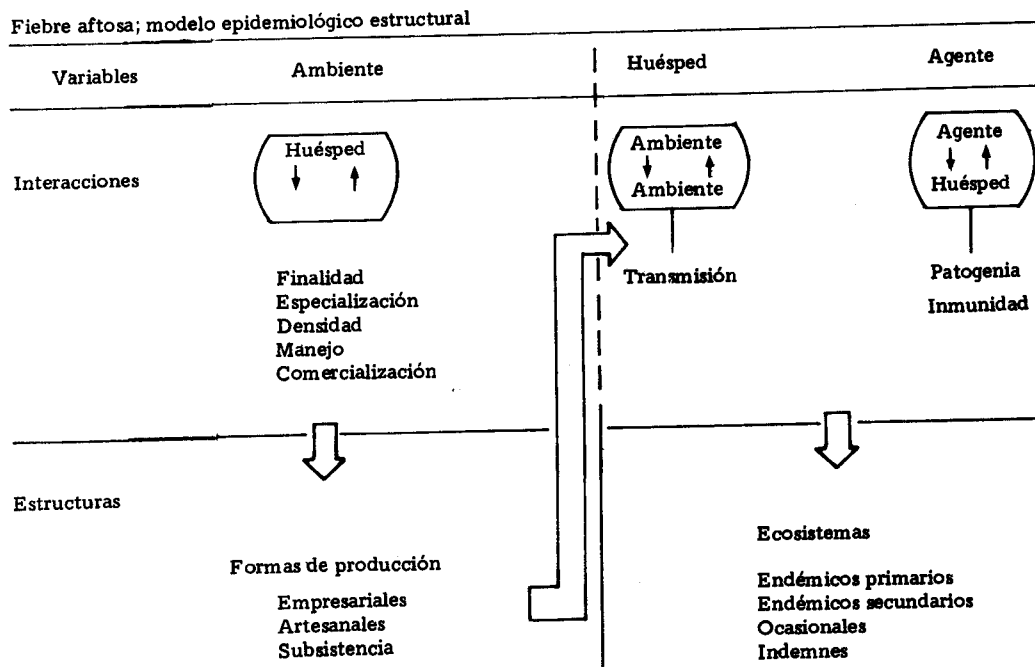
En cada región, en particular, estos factores actúan en grados o tipos de relaciones diferentes de forma tal que se pueden caracterizar sistemas ecológicos particulares con respecto a la FA. La Figura 2 presenta los diferentes niveles de integración epidemiológica que resultan en los ecosistemas de la enfermedad.

1. *Ecosistemas indemnes*

En estos ecosistemas el agente está excluido (Figura 3); son libres del virus e indemnes respecto a la enfermedad. La ocurrencia de ésta, así sea un solo caso, adquiere el carácter de epidemia. Este evento, sin embargo, es raro, ya que estos ecosistemas son, en general, poco dependientes de influencias externas, debido a rasgos naturales de la región, asociados o no con la acción impuesta por el hombre. Como ejemplo se puede citar la Patagonia argentina y chilena.

FIGURA 2

*Niveles de integración de las categorías epidemiológicas*



## 2. Ecosistemas paraendémicos

Como se esquematiza en la Figura 4, estos ecosistemas carecen de los factores o elementos necesarios para mantener el ciclo infeccioso en forma continua. Esta carencia se da en general por la baja densidad de la población susceptible, el limitado movimiento interno y la escasa inmigración de animales. Por lo tanto, las oportunidades de transmisión del agente son, también, escasas.

La manifestación clínica de la enfermedad depende mayormente de su interacción con otros ecosistemas, generalmente en forma ocasional y no asociada a una determinada estación del año. Por consiguiente, la enfermedad aparece en forma esporádica pero casi siempre con características epidémicas puesto que la historia de la infección en estas áreas tiende a ser nula.

Algunos ejemplos de ecosistemas paraendémicos son encontrados en la pampa seca de Argentina, parte del Chaco paraguayo, grandes áreas del Perú y las sabanas del norte de Brasil y oriente y sur venezolano.

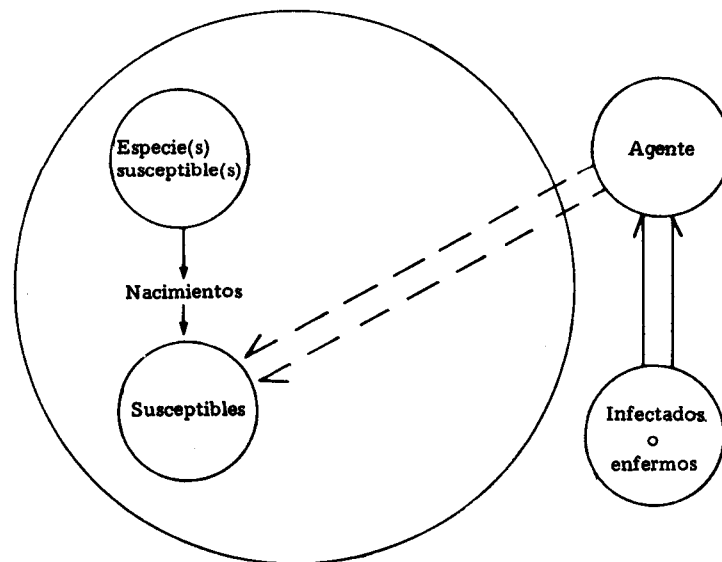


FIGURA 3

*Ecosistema indemne:* el agente está excluido del sistema. En adición puede haber limitaciones en cuanto a la presencia de un número adecuado de susceptibles en el caso de que aquél fuera introducido.

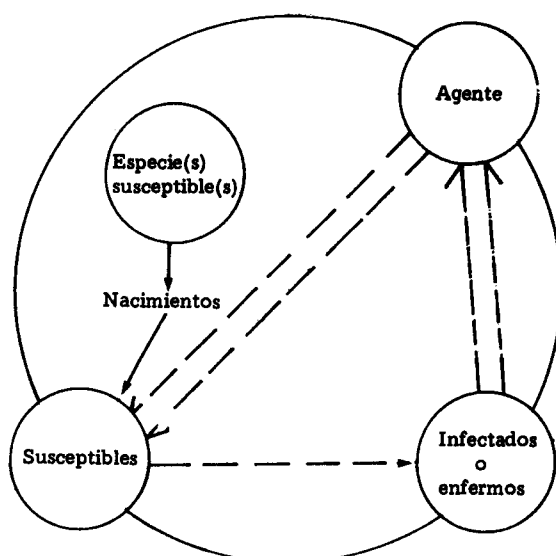


FIGURA 4

*Ecosistema paraendémico*: el ecosistema no posee los elementos necesarios para mantener la enfermedad. Su ocurrencia en forma esporádica se debe a una combinación de interacciones con elementos externos.

### 3. *Ecosistemas endémicos*

Anteriormente designados como endémicos primarios, estas regiones se caracterizan por contener uno o más tipos de virus de la FA en forma permanente, pues son autosuficientes para mantener el ciclo completo del agente (contiene reservorios, mecanismos de transmisión apropiados y un número adecuado de huéspedes susceptibles) (Figura 5). La renovación de la población animal en estas regiones es lenta pues son características las actividades de cría pudiendo o no incluir el ciclo completo de terminación del animal. En las áreas endémicas es poco frecuente la aparición de brotes epidémicos debido a la elevada inmunidad poblacional existente. La aparición ocasional de una frecuencia elevada de casos se asocia generalmente a mudanzas evidentes en el ecosistema (aparición de variantes antigénicos, modificación de la estructura poblacional o de los regímenes de comercialización, etcétera). En términos de la enfermedad a nivel nacional o de macrorregión, estas áreas son generalmente asociadas a la aparición de brotes u ondas epidémicas en otros ecosistemas influidos por ellas.

Ejemplos de áreas endémicas de FA en América del Sur se encuen-

tran en el Pantanal matogrosense, en Brasil, Chaco paraguayo y Mesopotamia argentina.

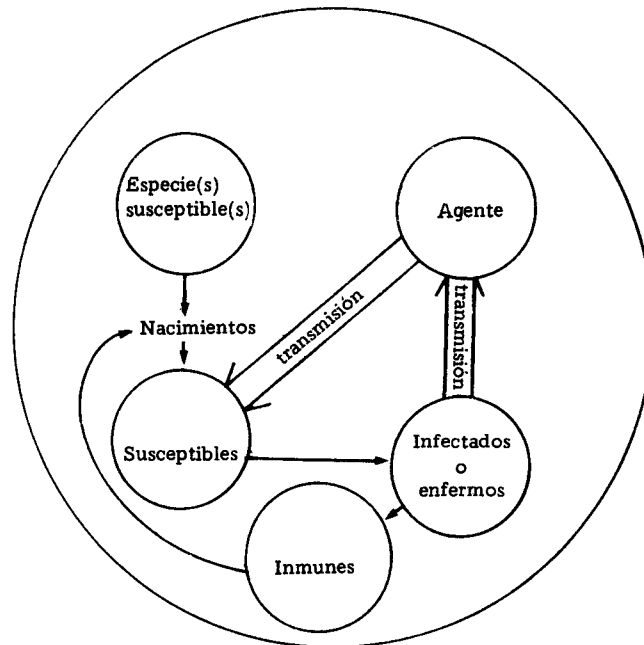


FIGURA 5

*Ecosistema endémico*: el ecosistema posee todos los elementos necesarios para mantener la enfermedad, el agente, el susceptible y el mecanismo adecuado de transmisión.

#### 4. *Ecosistemas epiendémicos*

También denominados endémicos secundarios se caracterizan por un alto grado de dependencia de otros sistemas ecológicos (Figura 6). Son ecosistemas endémicos en los cuales influencias externas periódicas producen cambios, generalmente cíclicos, en los componentes del mismo. Son regiones de recría o de terminación de animales que reciben individuos jóvenes para pasar breves períodos de engorde, períodos éstos comúnmente asociados al aumento estacional de la incidencia de la enfermedad en el ecosistema. En forma similar a lo que ocurre en salud pública con sitios de concentración periódica de personas (áreas turísticas, cuarteles, migraciones, etcétera), el aumento de la enfermedad puede deberse a la introducción de bovinos infectantes o individuos jóvenes susceptibles o ambos. En cualquier caso, la alta tasa de

renovación de la población susceptible y su dependencia de otras regiones determinan un elevado riesgo de ocurrencia de brotes epidémicos. Son regiones características de ecosistemas epiendémicos, la pampa húmeda de Argentina, la frontera sur de Río Grande do Sul, Brasil, y el oeste del estado de Sao Paulo, Brasil, entre otras.

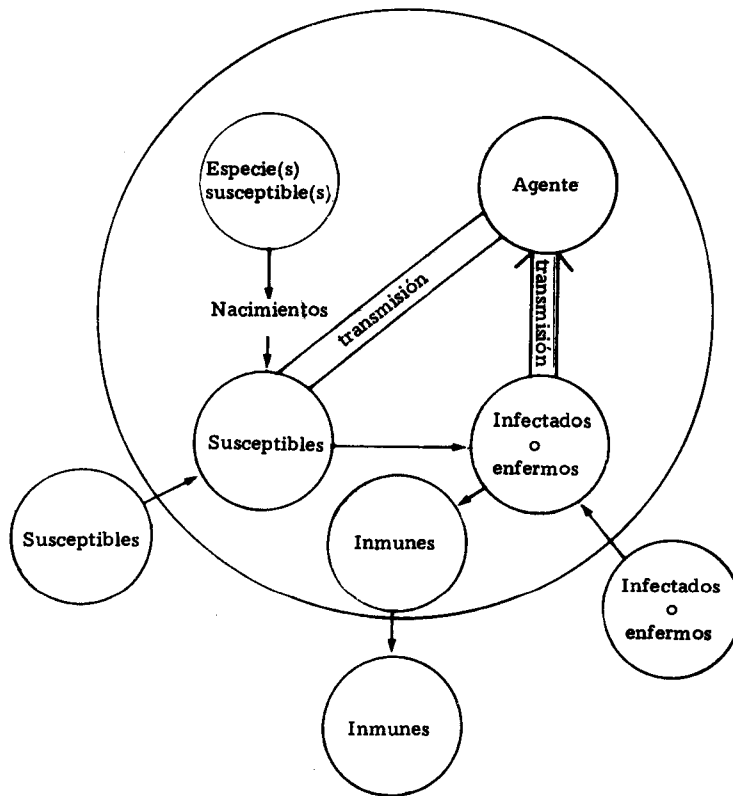


FIGURA 6

*Ecosistema epiendémico* (endémico secundario): el ecosistema posee todos los elementos necesarios para mantener la enfermedad. En adición ocurre un intercambio (generalmente estacional) de individuos susceptibles o fuentes de infección (entradas) y de inmunes (salida) lo que tiende a aumentar el número de casos.

LAS ESTRUCTURAS DE LA PRODUCCION PECUARIA COMO  
DETERMINANTES DE LOS ECOSISTEMAS DE FIEBRE AFTOSA <sup>3</sup>

En América del Sur, la distribución de la FA coincide con bastante precisión con la de los bóvidos. Esto no excluye la posible importancia de otras especies domésticas o salvajes en el mantenimiento y difusión de la enfermedad en los ecosistemas. Aunque es muy posible que los bóvidos puedan, por sí solos, mantener la endemidad del virus sin la intervención de otras especies.

El mecanismo predominante de transmisión de la FA está dado por el contacto entre animales infectados, excretores de una nube de aerosol conteniendo, por lo menos, una dosis infectante de virus y un huésped susceptible expuesto a ese aerosol. La imposibilidad del virus de la FA de permanecer largos lapsos fuera de un huésped apropiado hace que su mantenimiento en los ecosistemas dependa exclusivamente del comportamiento de las poblaciones susceptibles como éstas a su vez están condicionadas al manejo que de ellas realizan las comunidades humanas, las características de estas comunidades tendrán su repercusión en las interacciones virus-huésped determinando, en definitiva, las consecuencias del proceso de interacción.

Los factores ecológicos, socioeconómicos y geopolíticos explican y determinan el comportamiento epidemiológico de la FA, de manera que su estudio permite caracterizar regiones como verdaderos ecosistemas con relativa independencia de la cuantificación de la enfermedad en el mismo.

Estos ecosistemas, definidos por las características de la producción pecuaria, coinciden con las definiciones ecológicas previas sin perjuicio de que, a nivel local, sea posible realizar subclasificaciones de micro-sistemas con las mismas bases.

1. *Sistemas de producción pecuaria*

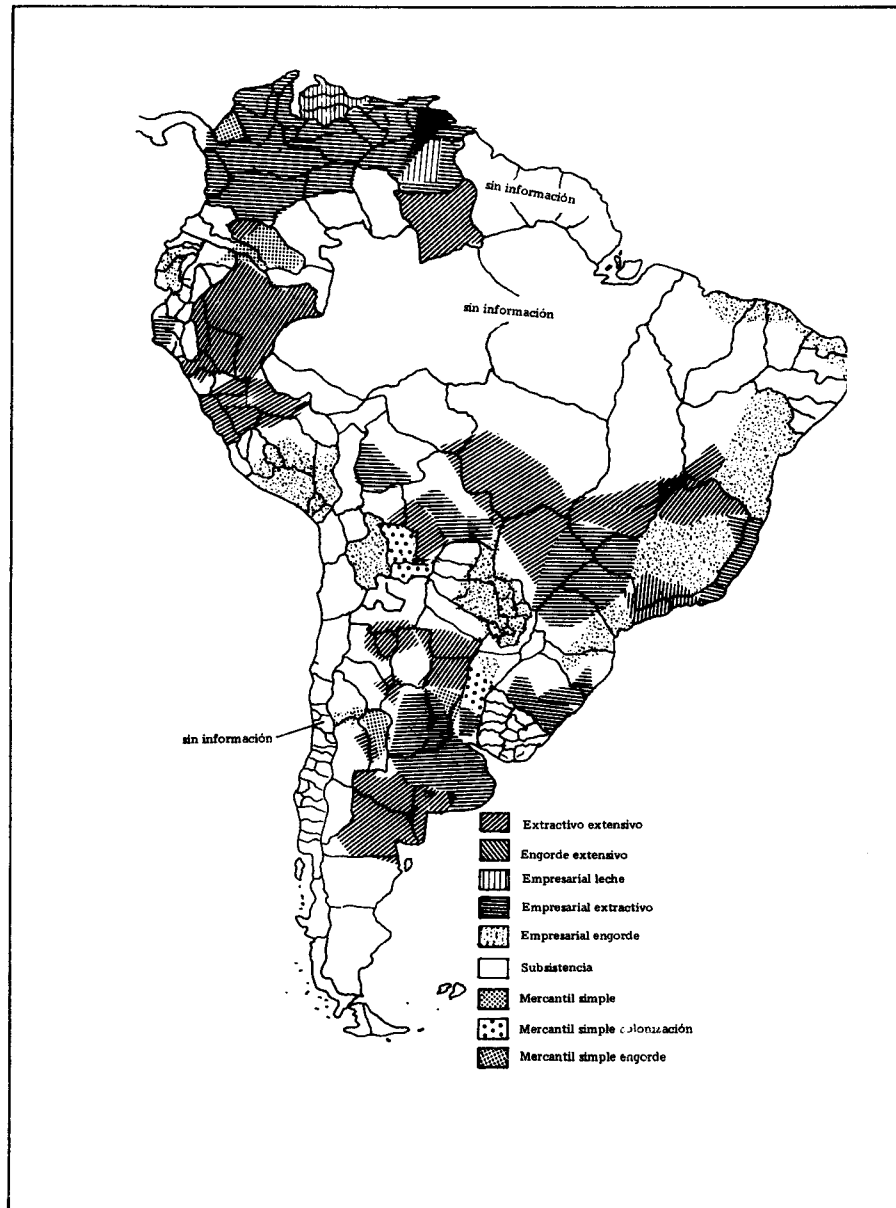
A continuación se describen cuatro tipos de actividades económicas características de la explotación pecuaria en América del Sur y los ecosistemas de FA por ellos determinados. Si bien se reconoce que esta clasificación puede adolecer de cierto grado de simplificación y esquematismo, se considera que, a los efectos de sistematización, ejercen una adecuada ejemplificación del papel de la estructura socioeconómica como factor preponderante en la determinación de la enfermedad (Figura 7).

---

<sup>3</sup> Obiaga, J.A., Rosenberg, F.J. Astudillo, V.M., Goic, R. "Las características de la producción pecuaria como determinantes de los ecosistemas de la Fiebre aftosa", *Bol. Centr. Panam. Fiebre Aftosa* 33-34: 33-42, 1979.

FIGURA 7

*Formas de producción pecuaria en América del Sur - 1984*





### 1.1. *Economía pecuaria extractiva*

Las actividades económicas extractivas corresponden a regiones de cría extensiva de bovinos con predominio de razas o cruza productoras de carne. Por los factores ya anotados, la cría extensiva se realiza en grandes propiedades con rebaños también grandes y densidad poblacional baja. Ocupan vastas regiones marginales de praderas y sabanas y son exportadoras de terneros o novillos terminados o sin terminar; la importación de animales se reduce a algunos toros y vientres para mejoramiento genético, aunque lo más común es el uso de reproductores criados en los propios establecimientos o en establecimientos de la propia región. La alimentación es a base de pastos naturales o praderas artificiales permanentes de baja productividad que han sustituido en muchos casos especies forestales nativas.

El aporte humano en infraestructura es escaso y los bovinos son frecuentemente llevados a los campos de recría o a los mataderos en arros de larga duración. La tasa de reinversión es muy baja y gran parte de los beneficios es invertida en actividades económicas no relacionadas a la pecuaria. Conjuntamente con las grandes haciendas pueden existir conglomerados minifundarios, áreas de colonización y comunidades indígenas; no obstante, por sus modos de producción característicos, estas agrupaciones humanas no modifican el sistema de producción extractiva en su conjunto.

Las influencias socioeconómicas externas a estas regiones son de acción lenta y la tecnología aplicada está condicionada a las características de economía primaria extractiva propias de la estructura de la propiedad de la tierra, de las condiciones ecológicas y de las distancias de las áreas de industrialización y consumo de los productos pecuarios.

Correspondiendo a los ecosistemas endémicos primarios previamente descritos, en ellos el agente estaría en forma permanente, ya sea difundido en la mayor parte del ecosistema o distribuido en manchones en algunos núcleos ganaderos. Las poblaciones animales son suficientemente estables como para que se desarrolle la coevolución ontogénica entre los individuos y los ciclos de replicación viral. La estabilidad de las poblaciones está asegurada por la índole de las explotaciones pecuarias predominantes en el ecosistema: cría extensiva, densidad regional baja, conglomerados con la poca tasa de recambio, renovación lenta e intervención humana limitada.

Las pequeñas fluctuaciones poblacionales existentes son debidas casi exclusivamente a factores locales: estacionalidad, exportaciones zafrales, cambios de pasturas o potreros, comercio interno.

La infección sería mantenida por pasaje de pequeñas dosis de virus

entre individuos relativamente inmunes, asegurándose una tasa de infección adecuada con poca o nula morbilidad. Las poblaciones de especies salvajes susceptibles pueden intervenir en ciclos paralelos o comunes como reservorios epidemiológicos o ecológicos; en este sentido es de destacar la coincidencia de la distribución del carpincho o capibara (*Hydrochoerus* spp.) en ciertos lugares de América del Sur con las áreas consideradas como endémicas primarias.

Ocasionales fluctuaciones más amplias de las poblaciones, por aumento, disminución o modificaciones de estructura, producen cambios en las tasas de contacto y en la susceptibilidad poblacional. Los aumentos de población locales o regionales responden comúnmente a sequías, inundaciones, excesos de población no comercializada por cambios de los valores en los mercados o modificaciones ecológicas resultantes de obras viales, represas de agua, etcétera; estos aumentos provocarían mayores tasas de contacto con crecimiento temporario de la morbilidad. Ocasionales ondas epidémicas se ven agravadas cuando estos factores coinciden con la introducción de agentes exóticos al ecosistema. Como usualmente en las áreas endémicas primarias la FA como enfermedad no es un factor limitante significativo para la producción, debido a la experiencia previa de la población huésped frente a virus endémicos y a la baja densidad regional, la morbilidad resultante es considerada "normal". La disminución del tamaño de las poblaciones relacionadas con mortalidad por enfermedades infecciosas, carenciales o parasitarias o con el estímulo de la producción o la extracción exagerada, o como consecuencia de sequías o inundaciones extemporáneas, traería aparejada la disminución de la tasa de contacto, de las infecciones subclínicas, de la inmunidad poblacional y, luego, un aumento de la susceptibilidad en términos de rebaño.

La combinación de los factores que determinan las fluctuaciones en las poblaciones condicionarían las relaciones virus-huésped y el resultado de las mismas: parasitismo inaparente o enfermedad manifiesta. Por la propia índole de los factores en juego la presentación de la enfermedad no muestra tendencias estacionales marcadas, aunque aparece con cierta ciclicidad reflejada, principalmente, en otras áreas que reciben ganado de estos ecosistemas. Es común, que se produzcan brotes en tropas que salen de los establecimientos con destino a campos de cría o engorde o mataderos, y aun, dentro de los establecimientos luego de hierras, desmamamiento o vacunaciones. Estos brotes suelen afectar preferentemente animales jóvenes.

Ejemplos de ecosistemas endémicos primarios de FA se encontrarían en las regiones de pecuaria extractiva típicas de América del Sur, como son el pantanal matogrosense y el litoral sudoeste del Río

Grande do Sul en Brasil, la región chaqueña de Paraguay y norte argentino y los llanos venezolanos y colombianos.

### 1.2. *Economía mixta de transformación para carne*

Se considera como tal una actividad económica que sin dejar de ser primaria (producción pecuaria) se basa en una semitransformación del animal extraído de las zonas de cría en un producto destinado a su faena y conversión en carne. Suelen ser frecuentes las actividades comerciales con utilización del animal como valor de intercambio o especulación mediante mecanismos de remates, ferias, mercados de ganado o compraventa directa.

Este tipo de explotación, correspondiente a la recria o engorde semi-intensivo de ganado, ocupa en general áreas de buenas praderas naturales, relativamente cercanas a los centros de industrialización y consumo. Frecuentemente se complementa con la agricultura extensiva de ciclo corto. La alimentación de los bovinos es en base a pasturas naturales o mejoradas y especies forrajeras permanentes o estacionales; también son utilizados los rastrojos de cereales y leguminosas. Predomina el tamaño de establecimientos medianos y hay una buena subdivisión en potreros. La permanencia del ganado —terneros o novillos según la región— es corta y la media de edad está entre 1,5 y 2,5 años en la mayoría de los casos; la población bovina tiene una alta tasa de renovación anual, que puede llegar a más del 100%. Su característica más importante es la intensa movilización de animales, tanto de los que llegan de las áreas de cría o productoras de leche, cuanto de los que salen con destino a mataderos y frigoríficos o los derivados de las ferias y otros puntos de comercialización.

La fluctuación poblacional está también condicionada por factores de economía nacional e internacional a los cuales son muy sensibles los sistemas económico-financieros locales. Los cambios de los valores de los mercados nacionales e internacionales de la carne tienen repercusiones inmediatas en el volumen y el valor venal de las poblaciones, promoviendo estímulos y desestímulos al engorde como actividad. Otras veces son las relaciones de rentabilidad de la ganadería con respecto a la agricultura, las que determinan la superficie destinada a una u otra actividad; como se trata en general de áreas con tierras de buena calidad, el cambio de actividad es relativamente fácil y se procesa en términos de meses. La infraestructura vial es generalmente buena y gran parte del traslado de ganado se hace por camión o ferrocarril.

Dentro de estas regiones puede haber explotaciones lecheras en los aldeaños y villas y ciudades o en zonas de influencia de plantas indus-

trializadoras de leche que no modifican la tendencia general a la recría y/o el engorde.

La conducta epidemiológica de la FA corresponde a la descrita para los ecosistemas endémicos secundarios o epiendémicos donde la presencia del virus está asegurada por el doble mecanismo de ingreso de fuentes de infección y de susceptibles provenientes de otros ecosistemas, permitiendo la aparición de numerosos casos clínicos —nuevas fuentes de infección— con el consiguiente aumento de las tasas de contacto efectivo en poblaciones con densidades regional y de rebaño altas.

La tasa de rebaños afectados suele ser alta y, como el ingreso de fuentes de infección y susceptibles tiene un carácter zafal determinado por factores climáticos, agrícolas y de mercado, hay una estacionalidad muy marcada en la producción de la enfermedad. La vacunación sistemática encuentra dificultades en eliminar totalmente la FA de estos ecosistemas, debido a la corta edad y alta tasa de renovación de la población susceptible.

La alta renta de las tierras, la necesidad de disponerlas para cultivos anuales, las cargas fiscales y el costo de los créditos hacen que la FA, aunque más no sea por la retención de los animales enfermos, tenga un costo elevado y el impacto socioeconómico local sea grande.

Este impacto se refleja mayormente a nivel nacional por la íntima relación de estas áreas con las actividades de exportación de carne, constituyendo históricamente una de las motivaciones críticas para las inversiones destinadas al combate de la enfermedad.

Representan ejemplos típicos de estas áreas, la pampa húmeda argentina y las áreas de engorde de la frontera sur de Río Grande do Sul y oeste de Sao Paulo, en Brasil.

### 1.3. *Economía de transformación para leche*

Como otra de las variantes de las actividades económicas primarias ligadas a la pecuaria, se define en este trabajo como economía de transformación para leche a las unidades ganaderas dedicadas a la explotación de vacas para la producción lechera intensiva y semi-intensiva, que se encuentra en áreas geográficas próximas a los centros de industrialización. En la mayoría de los países este tipo de producción depende de terceros para la comercialización del producto y, como tal, está sometida a influencias político-económicas ajenas a la actividad primaria en sí. Frecuentemente, la producción lechera coexiste con explotaciones hortícolas y de granja que proveen frutas, legumbres, huevos, etcétera, al consumo directo o a plantas de industria alimenticia.

En estas áreas existe buena infraestructura vial y de comunicacio-

nes, las explotaciones cuentan con instalaciones adecuadas y, generalmente, emplean un manejo tecnificado; los rebaños son pequeños o medianos, la renovación poblacional es lenta —se trata de animales capital— y el movimiento es pequeño, salvo que haya frigoríficos o grandes mataderos en la región.

Aun cuando en determinadas áreas lecheras puedan coexistir algunas actividades de engorde, el comportamiento de la enfermedad es difícilmente diferenciable del observado en las estructuras económicas de subsistencia analizadas a continuación, aunque la comercialización de la leche puede cumplir un importante papel como transmisor del virus durante brotes epidémicos.

#### 1.4. *Economía mercantilista simple*

##### a) Ganadería complementaria

En las áreas predominantemente hortigranjeras la existencia de bovinos suele ser escasa; la necesidad de utilizar al máximo la tierra en actividades agrícolas intensivas limita la disponibilidad de alimento para los bovinos, los que sirven de complemento de la explotación: proveen leche y trabajo. Dependiendo de las condiciones del mercado y de la disponibilidad de alimentos, puede haber explotaciones de cría y/o engorde de cerdos con diversos grados de tecnificación y tamaño; desde el engorde con residuos de la alimentación humana o de las industrias de la carne y de la leche y de sobrantes de la producción agrícola, hasta piaras de alta selección mantenidas en condiciones de elevada tecnificación.

##### b) Ganadería de subsistencia

Esta modalidad es propia de comunidades marginadas y presenta dos formas: una, en las áreas intensamente subdivididas en minifundios de baja productividad, con tierras agotadas y donde el bovino cede su lugar al cerdo o a los rumiantes menores; la otra, de tipo comunitario, constituida por minifundios de mayor productividad con utilización de campos comunales para el pastoreo de los animales. Las condiciones de la primera forma se asemejan a las de las explotaciones complementarias; las de la segunda constituyen en general el ejemplo típico de áreas campesinas de economía mercantilista simple.

Tanto las actividades económicas de transformación para leche como las de subsistencia, determinan una presentación ocasional de la FA. representada por los ecosistemas esporádicos o paraendémicos.

En estos sistemas la estabilidad poblacional en su conjunto es grande pues se trata de rebaños con mayoría de adultos producidos en los propios establecimientos o en otros de la zona; los ingresos están limitados a pocos vientres, toros y algunos novillos y bueyes para abasto local. Sin embargo, en algunas de estas regiones pueden existir frigoríficos industriales que crean corrientes zafrales de bovinos provenientes de otras regiones y determinan la existencia de campos para la permanencia de bovinos por cortos plazos cuando la entrada es mayor que la capacidad de faena. La densidad regional de bovinos es baja porque generalmente hay una distribución en mosaico de lecherías y agricultura, aunque puede ser muy alta a nivel de rebaño.

Dado el escaso intercambio de bovinos y su baja densidad regional y la imposibilidad de que los cerdos mantengan la infección mucho más allá de la duración de los episodios clínicos, la permanencia del virus en la población animal es corta, vale decir que el virus no encuentra las condiciones necesarias de densidad poblacional y posibilidades de pasaje como para mantenerse en forma endémica. La ocurrencia esporádica de la enfermedad estará relacionada con el ingreso de animales o subproductos y refleja en general la conducta de la enfermedad en otros ecosistemas de un país o región.

La aparición de FA en algunas piaras alimentadas con subproductos lácteos crudos o residuos de la industria de la carne constituye muchas veces el episodio índice.

### *Conclusiones*

El tipo de desarrollo histórico de la economía en América del Sur determinó la división del tipo de actividad pecuaria en áreas geopolíticas diferentes. Esta división no sólo operó a nivel nacional, sino también a nivel subcontinental y mundial.

La economía pecuaria extractiva, desplazada a las áreas más distantes de los centros urbanos requiere, por sus propias limitaciones geográficas, ecológicas y económicas (reversión reducida), de áreas específicas para la cría o terminación de bovinos destinados al beneficio. Puesto que la operación de engorde, para ser rentable requiere de tierras buenas, frecuentemente alternando praderas con cultivos temporarios, no permiten una permanencia prolongada de los animales.

El origen (áreas endémicas) de los bovinos destinados al engorde, asegura un permanente aflujo de fuentes de infección y/o susceptibles hacia áreas de alta densidad poblacional con el consecuente apareamiento de brotes más intensos y difundidos en las épocas zafrales, par-

ticularmente cuando son concentrados nuevos bovinos en inicio de su fase de engorde con novillos gordos al final de su ciclo. A este proceso se puede adicionar una posible permanencia endémica del virus en poblaciones ovinas.

Eventuales movimientos de animales de descarte, reproductores o bueyes hacia las áreas de economía lechera o de subsistencia aseguran la amplia difusión de la infección en épocas epidémicas (Figura 8).

La determinación social del proceso salud-enfermedad está siendo intensamente analizada en diversas áreas de la salud pública. En el área de las enfermedades transmisibles, Samuel Pessoa señaló hace ya varios años a las estructuras sociales como principal determinante geográfico del tipo de interacción agente-huésped en poblaciones humanas para la enfermedad de Chagas, tifus exantemático, peste bubónica y leishmaniosis, entre otras. Otros autores han establecido diferencias entre las enfermedades nítidamente asociadas a las relaciones de producción del hombre y aquellas relacionadas más cercanamente con la naturaleza. Entre estas últimas se incluiría a las enfermedades de los animales domésticos cuya relación con la naturaleza sería inmediata, vale decir "no mediada por el orden social". Este trabajo indica que la "organización social" de la población bovina (y lo mismo vale para todas las especies domésticas), depende casi exclusivamente de la apropiación que el hombre organizado hace de ellas para su beneficio. De esta forma, los programas sanitarios deben fundamentarse no ya en modelos funcionalistas virus-infección-enfermedad-inmunidad, sino en estudios regionales cuyo fundamento geográfico-social determine las estrategias más adecuadas.

Creemos que este enfoque posibilitará en un futuro inmediato, el desarrollo de indicadores socioeconómicos que permitan diagnosticar los problemas prioritarios de salud animal según la ubicación social de la comunidad ganadera y orientar la investigación sobre enfermedades transmisibles y proponer soluciones integrales, teniendo en cuenta no sólo la producción, sino también la productividad, la disponibilidad y la distribución de alimentos a la sociedad.

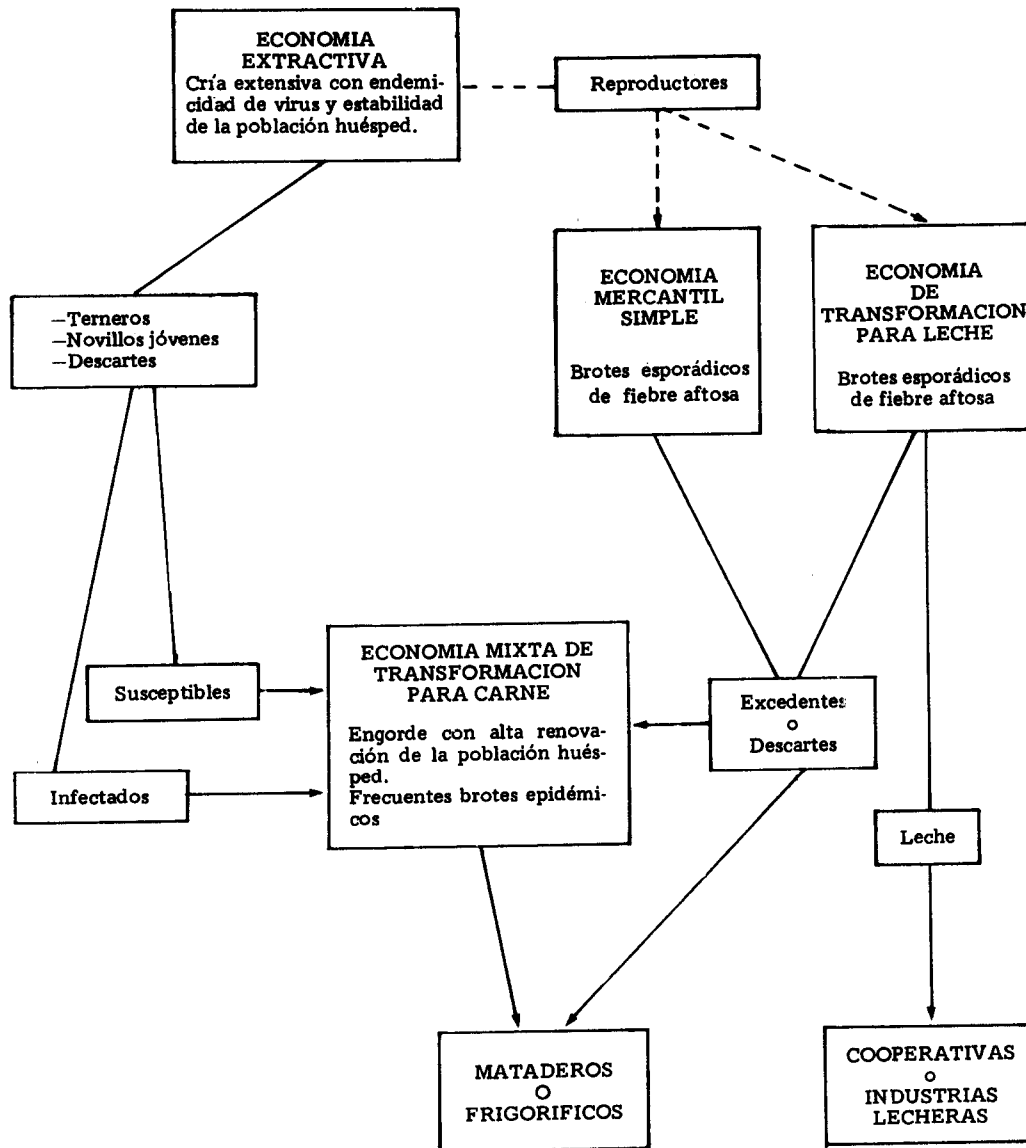


FIGURA 8

Relaciones entre las estructuras económicas y la epidemiología de la Fiebre aftosa. Las áreas de transformación para carne poseen un alto grado de dependencia epidemiológica de las estructuras productivas primarias, a las que condicionan económicamente (véase texto).



El proceso de caracterización regional de la FA tiene como objetivo el identificar y delimitar aquellas áreas que presentan un patrón común de comportamiento epidemiológico para la enfermedad. Para esto es necesario contar con instrumentos de medición que permitan definir tanto la presencia de modalidades de endemismo, como la estructura de producción pecuaria de una región. Esos instrumentos, llamados indicadores, son valores característicos que deben ser calculados a partir de informaciones que se refieran a las más básicas unidades político-administrativas, generalmente los municipios, o a cuadrantes del mapa cuando en un país, además de los datos epidemiológicos, se disponga de información económico-productiva referida a cuadrantes geográficos.

#### INDICADORES

##### 1.4. *Indicadores de persistencia de la enfermedad en un lugar*

Existen áreas donde la FA se presenta persistentemente en el tiempo (meses y años). Esta presentación, siendo más o menos constante, generalmente no asume frecuencias que lleguen a ser muy elevadas o alarmantes, sobre todo cuando esto ocurre en áreas donde la ganadería bovina es de carne, del tipo extractiva extensiva y los animales que salen de estas regiones no están terminados.

En otras áreas la enfermedad también es persistente en el tiempo, siendo su presencia más concentrada en una determinada época del año, en la cual además presenta una gran frecuencia. Esto es especialmente característico en áreas donde se engordan animales, así como en áreas con gran comercialización de ganado.

Por otra parte, existen regiones donde la presentación de la enfermedad a través del tiempo es muy esporádica, habiendo largos períodos con ausencia de ella. Por último, existen también regiones donde nunca se ha registrado la ocurrencia de la FA.

El indicador de persistencia de la FA en un determinado lugar, que aquí se presenta, expresa la presencia constante de la enfermedad, sin considerar su frecuencia, es decir, no tiene en cuenta la cantidad de rebaños afectados o de casos por FA. Solamente considera su presencia o ausencia en un período de tiempo.

Para aplicar este indicador es necesario disponer de una serie cronológica, formada por varios años, que tenga la presencia o ausencia de la enfermedad, sea durante un mes calendario o en períodos de cuatro semanas. Al observar, a través del tiempo, las presencias (+) y las ausencias (-) de la FA, sea en un municipio o en un cuadrante geográfico, se forma una "organización" de secuencias, tanto de presencias

como de ausencias. Esta organización puede ser por secuencias cortas, medias o largas. La frecuencia con que aparezca cada uno de estos segmentos de secuencias, tanto de presencias como de ausencias, configura una distribución de frecuencias del tamaño de las secuencias de presencia y otros distribución de frecuencias para el tamaño de secuencias de ausencia.

A continuación se presenta, a manera de ejemplo, una tabla donde aparecen las presencias y las ausencias de la FA, por mes calendario para 13 años, en un municipio sur de Brasil:

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1970	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
1971	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
1972	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1973	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
1974	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1976	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1977	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
1978	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
1979	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
1980	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Para calcular el índice de persistencia de la FA se consideran ambas distribuciones de frecuencias. Llamamos X al tamaño de las secuencias de presencias e Y al tamaño de las secuencias de ausencias.

*Distribución de frecuencia de las ausencias*

Y	F	FY
1	5	5
2	1	2
6	2	12
7	1	7
8	1	8
23	1	23
26	1	26
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>83</b>

$$\bar{Y} = \frac{\Sigma FY}{\Sigma F} = \frac{83}{12} = 6,92 \quad \Omega_0 = \frac{1}{\bar{y}} = \frac{1}{6,92} = 0,1445$$

*Distribución de frecuencia de las presencias*

<i>X</i>	<i>F</i>	<i>FX</i>
1	2	2
2	2	4
3	2	6
5	1	5
8	1	8
10	2	20
13	1	13
15	1	15
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>73</b>

$$\bar{X} = \frac{\Sigma FX}{\Sigma F} = \frac{73}{12} = 6,08 \quad \Omega_1 = \frac{1}{\bar{X}} = \frac{1}{6,08} = 0,1645$$

$$\Omega = \Omega_1 + \Omega_0$$

$$\Omega = 0,1645 + 0,1445 = 0,3090$$

$$\frac{\Omega_0}{\Omega} = \frac{0,1445}{0,3090} \quad 0,4676 = 47\%$$

*2. Indicadores de las formas de producción ganadera**2.1. Densidad bovina*

Corresponde al número medio de bovinos por hectárea agropecuaria en una unidad geográfica como un municipio. La densidad bovina se calcula dividiendo el número total de bovinos por la superficie total, en hectáreas, de los establecimientos agropecuarios (territorio agrícola ocupado) para cada municipio.

$$DB = \frac{\text{Núm. total de bovinos}}{\text{Núm. total de hectáreas de territorio agrícola ocupado}}$$

En algunos casos, cuando el dato sobre superficie dedicada al pastoreo está disponible, puede calcularse la densidad bovina por hectárea destinada al pastoreo, para cada municipio. También es posible considerar en el numerador de este indicador, la cantidad de “unidades bovinas equivalentes” que tiene en cuenta la capacidad de consumo de forraje con relación a la de un bovino adulto. El significado de la DB dice relación con la intensidad de la explotación bovina, ya que tiene que ver con la capacidad de carga animal de un campo dedicado a la ganadería. Los valores que puede alcanzar el indicador “densidad bovina” son muy variables. En general, cuando es menor que 0,2 es considerado propio de explotaciones muy extensivas. Cuando se aproxima de 1,0 es considerado como característico de explotaciones de tipo extensivo, con todo lo que esto significa desde el punto de vista empresarial.

## 2.2. Relación novillo-vaca

La relación novillos-vacas de cría, que aritméticamente es una razón entre estos dos segmentos poblacionales, constituye un valor característico de la estructura poblacional que da una indicación sobre la orientación o finalidad de la explotación bovina predominante en una región. Permite clasificar los sistemas de explotación bovina de carne según la especialización de ella: de cría, de engorde, de ciclo integral o completo. La relación novillo-vaca de cría (N/V) se expresa de la siguiente manera:

$$(N/V) = \frac{\text{Núm. total de novillos}}{\text{Núm. total de vacas de cría}}$$

Los novillos corresponden a los machos, generalmente castrados, destinados al engorde. Las vacas de cría corresponden a la dotación de hembras que ya iniciaron las actividades reproductivas (se excluyen las vacas para invernarse), inclusive las vaquillonas recién preñadas.

Este indicador puede presentar valores bajos, que oscilan por debajo de 0,5 en regiones de cría y lecheras, y valores cercanos y hasta mayores que la unidad, en áreas de engorde. Cuando ocurren valores medios puede tratarse de regiones donde se hace ciclo completo, o existen proporciones relativamente semejantes de explotaciones de cría, recría y engorde.

### 2.3. Número medio de bovinos por establecimiento

La cantidad media de bovinos por establecimiento en una región es una característica que sirve, en forma complementaria, para la identificación de las formas de producción pecuaria. En sistemas ganaderos, donde es muy nítida la especialización en términos geográficos, existen regiones periféricas en el sistema pecuario en las cuales predominan los pastos naturales muy pobres. En estas áreas se desarrollan explotaciones pecuarias para carne y extensivas de tipo cría que presentan elevado número medio de bovinos por establecimiento. En contraste con esto, en las regiones más próximas a los grandes centros de consumo, donde predomina el engorde o la explotación lechera, el número medio de bovinos por rebaño es bastante menor que el presentado en las regiones periféricas. En áreas donde la pecuaria es artesanal o familiar, la mayor parte de los establecimientos tiene muy bajo número de bovinos. El número medio de bovinos (NMB) es calculado mediante la siguiente expresión:

$$\text{NMB} = \frac{\text{Núm. total de bovinos}}{\text{Núm. total de establecimientos}}$$

### 2.4. Porcentaje de vacas en ordeño

Este es un indicador que permite identificar regiones en donde la actividad predominante es la producción de leche. Se calcula con relación al total de la dotación bovina de cada unidad geográfica. De esta manera, cuando el porcentaje de vacas en ordeño es similar a 50% o mayor, la unidad geográfica presenta características propias de una región lechera.

El porcentaje de vacas en ordeño (PVO) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{PVO} = \frac{\text{Núm. de vacas en ordeño}}{\text{Num. total de vacas}} \times 100$$

### 2.5. Movimiento de animales

El movimiento de bovinos es un indicador de la dinámica que existe en la explotación pecuaria. El movimiento de animales se hace con diferentes finalidades: para continuar el ciclo de desarrollo de los animales no terminados, recría de terneros y engorde de novillos flacos; para sacrificio de los animales gordos, novillos terminados y vacas gordas;

y, en menor escala, la movilización de reproductores.

En términos generales, existen flujos constantes de animales, que se producen regularmente en la misma época del año, lo que genera relaciones entre regiones poseedoras de formas de producción ganadera diferentes. Se forma así toda una red de relaciones regionales que llega a tener gran importancia epidemiológica. La dinámica del flujo de animales es una información esencial para caracterizar las regiones de acuerdo con las formas de producción pecuaria. En aquellas regiones típicamente receptoras de ganado predomina el ingreso de bovinos, ya sea para recría, para engorde o para faena. Son áreas de transformación ganadera. Esto las torna dependientes o secundarias a las regiones que les envían ganado. Estas últimas áreas, típicamente exportadoras de bovinos donde predomina la salida de animales, son áreas de ganadería extractiva. Ellas ejercen dominancia o influencia sobre las regiones transformadoras. Se deben considerar sus finalidades para ayudar a definir el tipo de forma de producción pecuaria que caracteriza una región. La salida de bovinos, desde un área de cría, ocurre en función de dar continuidad a su ciclo de desarrollo bioeconómico en otras regiones (recría o engorde). La salida de ganado desde las áreas de engorde se hace para su faenamiento.

El Cuadro 5 muestra los indicadores para caracterización de formas de producción pecuaria y su relación con los ecosistemas de la fiebre aftosa.

### 3. *Caracterización epidemiológica de la fiebre aftosa en América del Sur*<sup>5</sup>

Tomando como base la metodología anterior desarrollada por el CPFA, en cada país de América del Sur se dictaron cursos de entrenamiento para médicos veterinarios responsables de los programas de control de la FA.

En cada curso se realizó un ejercicio de caracterización del país utilizando la información oficial existente. En la fase final de proyecto de entrenamiento se realizó un seminario de evaluación en el cual se hizo una revisión de la metodología de caracterización y se reunió toda la información de los ejercicios realizados en todos los países. Como resultado se elaboró una primera aproximación de la caracterización regional de la FA en los países de América del Sur y la identificación de los ecosistemas (figura 9).

La misma metodología fue seguida para la discusión y unificación de criterios sobre estrategias de control y erradicación, tal como se presenta en el capítulo correspondiente.

---

<sup>5</sup> Informe del CPFA. Seminario PROASA, 1984.

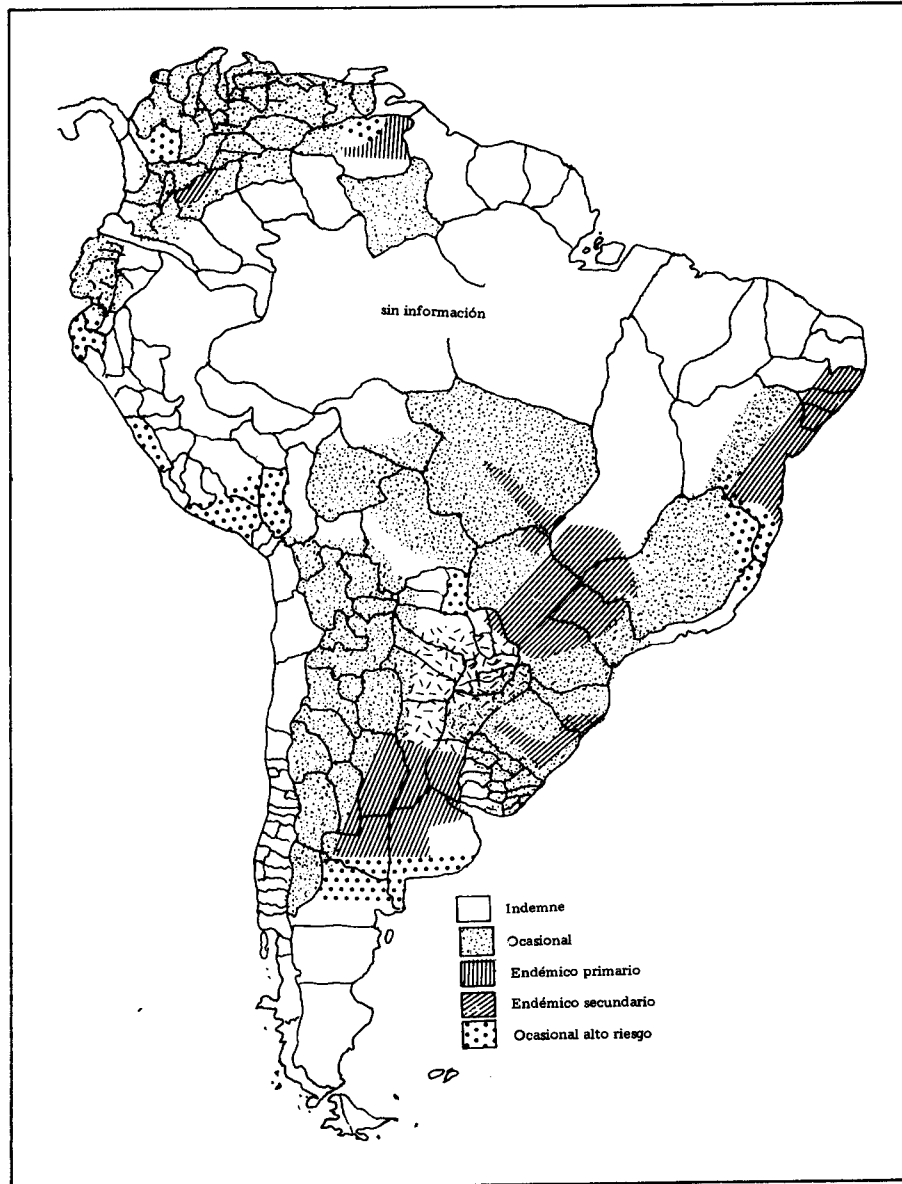
CUADRO 5  
Indicadores para caracterización de formas de producción pecuaria

Formas de producción pecuaria	Densidad bovina	Relación novillo vaca	Núm. de bovinos por establecimiento	Porcentaje de vacas en ordeño	Flujos Egreso para ceba y faena y cría	Ecosistemas para Fiebre aftosa
1. Extensivo extractivo	+ / +++	++	++++	+ / +++	+ / +++ + + + +	Endémico primario, indémne
2. Engorde extensivo	++	+++	+++	+	+++ +	Epiendémico
3. Empresarial de leche	++++	+	++	++++	++ ++	Paraendémico de alto y/o bajo riesgo
4. Empresarial de engorde	++++	++++	++ +++++	+	++++ +	Epiendémico
5. Familiar subsistencia	+	+	+	+++	+	Paraendémico o indémne
6. Mercantil simple	++ ++	++	+	++ + + +	++ ++	Paraendémico
7. Empresarial extractivo	++++	++	+++	+ ++	+++ + + + +	Endémico primario, paraendémico

+ = bajo  
 ++ = medio bajo  
 +++ = medio alto  
 ++++ = alto

FIGURA 9

*Ecosistemas de Fiebre aftosa.  
América del Sur - 1984*





## ESTRATEGIAS REGIONALES PARA EL CONTROL DE LA FIEBRE AFTOSA <sup>6</sup>

### INTRODUCCION

Descripción de las estrategias que se proponen para cada uno de los ecosistemas de la caracterización epidemiológica, con el objetivo de promover cambios en los mismos, hacia ecosistemas de menor riesgo.

A modo de ejemplo:

de endémico primario  $\xrightarrow{\text{lento}}$  tendería a transformarse en indemne, de endémico secundario  $\xrightarrow{\text{rápido}}$  tendería a transformarse en paraendémico, de paraendémico  $\longrightarrow$  indemne, con ausencia clínica de la enfermedad.

Las estrategias de una manera global responderían a un modelo para ecosistema, pero tendrían modificaciones —especialmente en la parte operativa— según características propias de cada región. En otras palabras, creemos que la viabilidad de aplicación de esas estrategias de lucha contra la FA depende en alto grado de los sistemas de producción identificados en la caracterización respectiva, especialmente según su predominancia en los distintos ecosistemas. A modo de ejemplo: las áreas endémicas de América tropical son bastante diferentes de las de la América del Sur subtropical y templada, y aún dentro de cada una de esas macrorregiones existen marcadas diferencias. En la exposición iremos dando algunos ejemplos de las diferencias existentes en el marco de los distintos ecosistemas.

### ESTRATEGIAS

#### 1. *Ecosistemas endémicos primarios*

El objetivo básico es su transformación paulatina en paraendémicos u ocasionales. Son un verdadero “cuello de botella” por lo que significa

---

<sup>6</sup> Seminario Internacional de Evaluación del uso de la vacuna con Adyuvante Oleoso en los Programas de Lucha contra la Fiebre Aftosa en América del Sur. (PROASA), 1984.

como fuentes primarias de infección para los ecosistemas dependientes de ellos, como sistemas netamente extractivos que son.

Como objetivos secundarios que concurren al propósito enunciado anteriormente tenemos: a) medidas tendientes a disminuir la actividad viral existente en el ecosistema y b) bloquear su efecto sobre otros ecosistemas que le son dependientes.

- a) Disminuir la actividad viral existente - disminuir potenciales fuentes de infección

*Actividades:*

– Intensificar la vigilancia epidemiológica (VE) para lograr un diagnóstico de situación lo más realista posible. Para ello, básicamente, en casi todas las áreas endémicas del Cono Sur, sería necesario adecuar la estructura orgánica de los servicios respectivos —especialmente en su distribución espacial— que actualmente resulta insuficiente en esas áreas, lo que tornaría a los programas más eficaces y eficientes.

– Vacunación sistemática, de preferencia con vacuna oleosa o convencional de hidróxido de aluminio de buena calidad, —si no hay disponibilidad de la primera— que aseguren una buena duración de inmunidad. Si es posible a cargo del servicio oficial.

– Trabajar con la comunidad, teniendo en cuenta la realidad de los sistemas de producción existentes en esas áreas, con miras a estimular la notificación por parte de los productores. Este aspecto resulta crítico para mejorar el registro de focos en tales áreas, lo que actualmente constituye un problema.

– En etapas más avanzadas del combate, en estos ecosistemas, se deberían hacer estudios epidemiológicos —con base en encuestas serológicas— buscando identificar los ecosistemas que se delimitan en el histórico de los registros semanales de la presencia de la enfermedad, la misma que es constante, con carácter estacional, en determinados cuadrantes de los mapas del sistema de VE que registra el CPFA.

- b) Bloquear la salida de fuentes de infección reales o potenciales hacia los ecosistemas dependientes

Los aspectos principales son:

– Revacunación, por el servicio oficial, de los animales que salen del área endémica —que en su mayoría, como se vio, son animales jóvenes— pudiendo variar entre animales destetados hasta bovinos de un año o más, dependiendo de la región. En este punto la propuesta es

de que si se trata de primovacunados siempre se efectúe revacunación independientemente del tipo de vacuna. Este sería el caso del Pantanal matogrosense y el Chaco paraguayo, áreas endémicas en donde por las características geográficas se vacuna prácticamente una vez al año, debido a la imposibilidad práctica de juntar los animales. En cambio, en parte de la mesopotamia argentina —Corrientes y norte de Entre Ríos—, con esquemas normales de vacunación, cuando el animal que va a salir ha sido vacunado más de una vez; por otro lado, asumiendo que se trata de menores de dos años, la revacunación dependería del momento en que se va realizar la extracción con respecto al último período de vacunación, si han transcurrido más de 45/60 días con vacunas convencionales o más de 90 con la oleosa, se procederá a la revacunación.

En caso de que exista alguna corriente de animales para faena, se podría evitar la revacunación siempre que se logre asegurar que el destino es la faena inmediata (campos de depósito o largos traslados por arreo).

— Inspección de los animales antes de su salida del área, sería de dos formas según las condiciones del acceso al lugar. En el ejemplo citado, Pantanal-Chaco, sólo sería factible en determinados puntos donde obligadamente el ganado deba pasar para salir; en cambio en lugares más accesibles se debería efectuar en el propio establecimiento de origen.

— Es de importancia crítica adecuar la celeridad de las comunicaciones entre los veterinarios del servicio, a la demora del viaje de los animales entre origen y destino para poder tomar las medidas pertinentes en este o los puntos estratégicos de salida por donde pudiera darse el tránsito.

## 2. *Ecosistemas epiendémicos o endémicos secundarios*

Por definición corresponden a sistemas empresariales, que se abastecen de los sistemas extractivos, dependiendo por lo tanto epidemiológicamente de éstos. El objetivo básico es una transformación en ecosistemas de ocurrencia ocasional, disminuyendo su dependencia sanitaria de los endémicos primarios. Esto se lograría con el cumplimiento de dos objetivos parciales:

- a) Disminuir la dependencia de los ecosistemas endémicos primarios

*Actividades:*

- Control de ingresos y un período de observación de los animales ingresados antes de mezclarlos con el ganado autóctono o local pre-existente.
- Eventualmente revacunación de esos animales pre-existentes en el establecimiento receptor, según el momento del arribo con respecto al período de vacunación y edad de los animales (ejemplo: primovacunados).
- Adecuar los períodos de vacunación del ecosistema al flujo estacional de los movimientos desde otras áreas para disminuir los riesgos.

## b) Disminuir la incidencia de la enfermedad en el ecosistema

*Actividades:*

- Atención precoz de los focos, mejorando la situación actual, mediana de 5 a 7 días, pues la amplitud del lapso de tiempo aumenta las posibilidades de difusión.
  - Intensificar la VE por los antecedentes del histórico de la enfermedad, transformándola en más activa en el tiempo y en el espacio de acuerdo con los indicadores pre-existentes ( $\Omega$  e índice epidémico), haciéndola coincidente con las épocas de mayor aflujo de animales desde los ecosistemas.
  - Lograr una buena inmunidad de masa con una cobertura de aproximadamente un 80% en un plazo corto, de acuerdo con las posibilidades locales, aunque el resto se logre en un plazo más prolongado. Como medida complementaria en los lugares que fuera posible se deberían suspender las exposiciones, mercados y/o concentraciones de ganado para disminuir los riesgos de ocurrencia y liberar al servicio veterinario únicamente para el control de vacunación.
- Utilizar, si hay posibilidad, vacuna oleosa; de lo contrario usar vacuna de hidróxido de aluminio-saponina.

3. *Ecosistemas paraendémicos*

El objetivo global es transformarlos en indemnes. Los objetivos parciales son:

- a) Disminuir al mínimo los riesgos de introducción de fuentes de infección desde otros ecosistemas —recordando que por definición están fuera de una situación de endemismo—, dependen en absoluto de la introducción del virus desde fuera, no teniendo en general condicio-

nes para mantenerlo en el ecosistema. Pertenecen a este grupo los sistemas empresariales de leche y empresa extractiva, todos los mercantiles y el de subsistencia.

*Actividades:*

– Extremar las medidas de control de ingreso de animales al ecosistema.

– Desestimular los ingresos provenientes desde otros ecosistemas con algún grado de endemismo, dependiendo del sistema de producción prevaleciente en el área. Por ejemplo: en Argentina, al sur del río Colorado hay un ecosistema paraendémico que es extractivo intensivo, pero donde es imposible suspender totalmente el ingreso de animales fundamentalmente reproductores; esta situación es muy distinta al nordeste de Brasil, donde predomina la subsistencia o la región, parte colonial al norte del estado de Río Grande do Sul que es mercantil simple, lugares donde se podrían cortar los ingresos totalmente.

b) Evitar la difusión de la enfermedad en caso de ocurrencia, extinguir los focos rápidamente, así la tasa de focos secundarios debe ser igual a cero, no debe haber difusión debido a que ya se pueden haber espaciado las vacunaciones, por el menor riesgo que ha mostrado el histórico de la situación.

c) Se puede disminuir la frecuencia de las vacunaciones bajo condición de que exista un programa organizado, con énfasis en el funcionamiento del sistema de información y VE, cuando haya transcurrido un período importante sin focos. La meta es la supresión de la vacunación como en los ecosistemas indemnes.

d) Eliminación de fuentes de infección potenciales - los animales expuestos tendrían como destino la faena. En caso de no ser posible, hacer prueba de portadores en el establecimiento para detectar actividad viral.

e) Comprobar la inexistencia de actividad viral: como paso previo a los cambios en la frecuencia de las vacunaciones debe estudiarse por métodos serológicos (VIA, etcétera) si existe o no actividad viral en las áreas de mayor riesgo según el histórico de la enfermedad en el ecosistema.

f) Disminuir o eliminar el riesgo generado por el manejo de virus en laboratorios productores de vacuna o de control oficial: tener en cuenta el caso de Uruguay y Brasil (Río Grande do Sul), áreas que se consideraron de mayor riesgo por los escapes de virus que se han producido.

*Actividades:*

- Vacunaciones especiales cubriendo el área o eventual despoblación de la zona inmediata para disminuir el riesgo.
- Trasladar paulatinamente esos laboratorios, en la medida de lo posible, de zonas rurales a zonas urbanas, impidiendo instalar nuevas plantas en las áreas rurales, lo cual ayudará a disminuir notablemente el riesgo.
- De ser posible trasladarlos fuera del ecosistema (solución ideal).

#### 4. *Ecosistemas indemnes*

El objetivo básico es mantener la condición de tales —cuando es alcanzado o si ya es pre-existente— y convertirlos en ecosistemas libres.

a) Comprobar la situación con respecto a si existe o no actividad viral; es extremadamente importante en este ecosistema, sobre todo en animales jóvenes, constatar la situación. En la medida de lo posible, se recomienda hacerlo en forma sistemática por muestreos periódicos. El VIA en los animales mayores toma importancia con el tiempo transcurrido desde que se deje de vacunar.

b) Evitar el ingreso de fuentes de infección. Limitar al mínimo imprescindible el ingreso de animales, por ejemplo, sólo reproductores y con prueba de portadores y VIA negativas.

c) Suprimir la vacunación, y luego de ir espaciando los períodos, dejar de vacunar.

d) Eliminar fuentes de infección: en caso de aparecer focos, se debe proceder con medidas de erradicación (rifle sanitario, etcétera), eliminando el foco.

Por último deberían funcionar convenios regionales entre países, con ecosistemas comunes, para articular las estrategias.

El Cuadro 6 resume las características de los ecosistemas de la FA y las estrategias para su control.

CUADRO 6

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

<i>Ecosistemas identificados</i>	<i>Principales características</i>	<i>Ejemplo típico</i>	<i>Estrategias de combate</i>
Endémicos primarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Presencia del agente en forma permanente;</li> <li>. Cría extensiva con predominio de razas o cruas productoras de carne;</li> <li>. Pasturas naturales;</li> <li>. Baja densidad poblacional;</li> <li>. Exportadora de terneros y novillos terminados;</li> <li>. Escasa introducción de susceptibles.</li> </ul>	Pantanal matogrossense, Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Combinación de acciones destinadas a una sólida cobertura inmunológica de la población con vacunas de mayor poder inmunológico;</li> <li>. Fuerte protección y estricto control sanitario de la salida de los animales;</li> <li>. Vigilancia epidemiológica por cuadrante para el control de la salida;</li> <li>. Educación sanitaria (movimiento controlado).</li> </ul>
Endémicos secundarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Presencia del agente asegurada por el ingreso de fuentes de infección y susceptibles;</li> <li>. Predominio de establecimiento de tamaño medio;</li> <li>. Intensa movilización de los animales;</li> <li>. Pasturas mejoradas;</li> <li>. Infraestructura vial es generalmente buena;</li> <li>. Frigoríficos y mataderos.</li> </ul>	Pampa húmeda, Argentina	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Control de ingreso de ganado, acompañamiento, vacunaciones locales;</li> <li>. Vacunación masiva y sistemática;</li> <li>. Oportuna eliminación de los focos;</li> <li>. Vigilancia epidemiológica de acuerdo con el movimiento de los animales;</li> <li>. Educación sanitaria (notificación de focos).</li> </ul>

Esporádicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>. El agente es introducido circunstancialmente a través del ingreso de animales o subproductos;</li> <li>. Cuencas lecheras, ganadería marginal, complementaria o de subsistencia;</li> <li>. Renovación poblacional lenta.</li> </ul>	Cuenca lechera de Montevideo, Uruguay	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Eliminación de la enfermedad;</li> <li>. Reemplazar gradualmente la vacunación masiva y sistemática por otras medidas preventivas;</li> <li>. Introducir la vacunación estratégica o emergencial;</li> <li>. Intensificar la vigilancia epidemiológica, mayor sensibilidad;</li> <li>. Educación sanitaria (notificación, alerta, ingreso de animales).</li> </ul>
Libres	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Ausencia del agente en las poblaciones susceptibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Chile</li> <li>. Guyana</li> <li>. Suriname</li> <li>. Guay. Franc.</li> <li>. Sur Patagonia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Consolidación y ampliación de las áreas libres.</li> <li>. Rigurosa vigilancia epidemiológica;</li> <li>. Educación sanitaria;</li> <li>. Programa de prevención.</li> </ul>

**FUENTES:**

- Política y estrategias del combate de la Fiebre aftosa en Sudamérica para la década de 1981-1990.
- Obiaga, J.A., Rosenberg, F.J., Astudillo, V., Goic M., R. "Las características de la producción pecuaria como determinantes de los ecosistemas de Fiebre aftosa", *Bol. Centr. Panam. Fiebre Aftosa* 33-34: 33-42, 1979.
- Augé de Mello, P., "El uso de la vacuna antiáftosa con adyuvante oleoso en áreas endémicas", *Bol. Centr. Panam. Fiebre Aftosa* 45-46: 23-32, 1982.



## ANEXO 1

**Ejemplo de caracterización epidemiológica de la Fiebre aftosa:  
República del Paraguay**

**Caracterización regional de la Fiebre aftosa en el Paraguay**

**INTRODUCCION**

El presente trabajo fue elaborado por los participantes del Curso Nacional de Campo "Utilización de la vacuna de adyuvante oleoso en los Programas de Control de la Fiebre Aftosa", conjuntamente con técnicos del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (CPFA) y técnicos nacionales.

El referido Curso se realizó con auspicio del Programa de Adiestramiento de Profesionales Latinoamericanos en Salud Animal (PROASA) Convenio BID-OPS/CPFA, con la colaboración del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (CPFA) y el Servicio Nacional de Salud Animal (SENACSA), del 1o. al 20 de noviembre de 1982.

**METODOLOGIA**

Se presentó a los participantes el objetivo del trabajo como asimismo algunos de los indicadores a ser utilizados para la elaboración del presente estudio.

*A. Indicadores utilizados*

*1. Relacionados a la enfermedad*

. Índice de Persistencia (Endemismo)  $\% \Omega_0$

---

<sup>7</sup> Caracterización Regional de la Fiebre aftosa en el Paraguay, Curso PROASA, noviembre 1982. SENACSA, Quyoquyhó, Paraguay. Se han agregado algunas observaciones hechas por el personal de PANAF-TOSA.

2. *Relacionados a la población*

- a. Densidad
- b. Cociente porcentual de bovinos sobre propietarios de 50 o menos cabezas.
- c. Promedio de bovinos de propietarios mayores de 50 cabezas.
- d. Relación novillo/vaca.

3. *Relacionados a movimiento*

- a. Según finalidad:
  - a.1 Cría/engorde
  - a.2 Faena
- b. Interno
- c. Entrada
- d. Salida
- e. Flujo
- f. Balance ingreso/egreso

B. *Desarrollo de los indicadores*1. *Relacionados a la enfermedad*

. *Índice de endemismo o persistencia ( ${}^o\Omega_0$ )*

$$\frac{\Omega_0}{\Omega} (100) = {}^o\Omega_0$$

donde  $\Omega_0 = 1/\bar{Y}$

$\bar{Y}$  = media de la distribución de intervalos de ausencia

$$\Omega_1 = 1/\bar{X}$$

$\bar{X}$  = media de la distribución de intervalos de presencia

$$\Omega = \Omega_0 + \Omega_1$$

Para la aplicación de este indicador, el caso de Paraguay, se consideró la información mensual desde los años 1978 a 1985. Figura 1.

Para este cálculo se utilizó la distribución mensual de rebaños afectados por fiebre aftosa según departamento de origen. Años 1974 a 1981. Se utilizó como indicador de riesgo basado en la ocurrencia temporal de la fiebre aftosa (mensual) (Figura 2).

## 2. Relacionados a la población

### a. Densidad

$$D = \frac{\text{Población bovina}}{\text{Sup. en Km}^2}$$

Para la población bovina fue tomada un promedio de la vacunación contra la fiebre aftosa del año 1981, por Dpto. (Figura 3).

### b. Cociente porcentual de bovinos sobre propietarios de 50 o menos cabezas

$$C.P = \frac{\% \text{ bovinos } \leq 50 \text{ cabezas}}{\% \text{ propietarios } \leq 50 \text{ cabezas}}$$

### c. Promedio de bovinos de propietarios con más de 50 cabezas

$$\bar{X} = \frac{\text{No. bovinos } > 50 \text{ cabezas}}{\text{No. propietarios } > \text{ de } 50 \text{ cabezas}}$$

Los puntos b y c se elaboraron con base en información sobre estructura de propietarios de acuerdo a la cantidad de bovinos que posee, según datos de vacunación del año 1981 por Dpto. Figuras 4 y 5.

### d. Relación novillo/vaca

$$N/V = \frac{\text{Núm. de novillos por Dpto.}}{\text{Núm. de vacas en el Dpto.}}$$

Se tomó como fuente de información la distribución de bovinos según grupo etario (datos de vacunación Año 1981, por Dpto.) para caracterizar la pecuaria. Figuras 6.

3. *Relacionados a movimiento*a. *Según finalidad:*a.1 *Cría, engorde* (por Dpto.)

$$C.E = \frac{\text{Núm. de bovinos para cría + engorde}}{\text{Población bovina}} \times 100$$

a.2 *Faena*

$$Fa = \frac{\text{Núm. de bovinos faenados}}{\text{Población bovina}} \times 100$$

Fuente: Información estadística relacionada con el Programa de Salud Animal; 1o.; 2o. y 3er. cuatrimestre. Año 1981. Figuras 7 y 8.

b. *Movimiento interno* (por Dpto.)

$$M.I = \frac{\text{Movimiento interno por Dpto.}}{\text{Movimiento bovino total en el Dpto.}} \times 100$$

Fuente: Movimiento de bovinos año 1981 (boletín cuatrimestral). Indica el porcentaje de movimiento interno del área. Figura 9.

c. *Entrada*

$$\text{Entrada} = \frac{\text{Núm. de bovinos que llegan} - M.I.}{\text{Población bovina del Dpto.}} \times 100$$

Fuente: Movimiento de bovinos año 1981 (boletín cuatrimestral). Indica el porcentaje de entrada de bovinos al Dpto. con relación a la población. Figura 10.

d. *Salida*

$$\text{Salida} = \frac{\text{Núm. de bovinos que salen} - M.I.}{\text{Población bovina del Dpto.}} \times 100$$

Fuente: Movimiento de bovinos año 1981 (boletín cuatrimestral). Indica el % de salida de bovinos del Dpto. con relación a la población Figura 11.

e. *Flujo*

Flujo = Núm. de bovinos que salen según Dpto. de destino.\*

Fuente: Movimiento de bovinos año 1981 (boletín cuatrimestral).  
Figura 12.

f. *Balance ingreso/egreso*

Balance = Núm. de bovinos que entran en el Dpto. menos núm. de bovinos que salen del Dpto.

Fuente: Movimiento de bovinos año 1981 (boletín cuatrimestral). Se utilizó para orientar la finalidad de la explotación ganadera del departamento. Figura 14.

g. *Caracterización de los tipos de explotación ganadera*

La Figura 15 presenta los tipos de explotación ganadera por departamentos.

\* Por la importancia que reviste el Dpto. Central se incluye por separado (Figura 13) la salida y entrada de bovinos del y hacia ese departamento.

## CUADRO I

Indicadores para la regionalización epidemiológica de la  
Fiebre aftosa. Paraguay, año 1982

Departamento (años)	% OMEGA-O* (1978/85)	Densidad Km <sup>2</sup>	Coc. % prop. ≤ 50 cab. (1981)	x Bov./prop. > 50 cab. (1981)	Relación novillo/vaca (1981)
Concepción	2.47	18	0.14	592	0.30
San Pedro	2.95	20	0.22	384	0.58
Cordillera	7.96	33	0.35	366	0.44
Guairá	2.67	48	0.52	190	0.38
Caaguazú	4.47	20	0.43	285	0.58
Caazapá	2.97	18	0.31	279	0.29
Itapúa	1.92	13	0.36	278	0.40
Misiones	4.81	35	0.18	424	0.58
Paraguari	7.72	45	0.35	305	0.54
A. Paraná	1.59	5	0.34	334	1.07
Central	9.50	15	0.39	198	0.47
Ñembucú	2.23	33	0.18	235	0.35
Amambay	1.42	16	0.09	584	0.32
Canendiyú	1.68	5	0.19	315	0.47
Región Occidental		8,5**	0.03	657	0.79
Pte. Hayes	3.58				
Boquerón	2.50				
Nueva Asunción	0.23				
Alto Paraguay, Chaco (Col. Mennonitas)	0.03	24	0.30	185	

\* Elaborado por el Centro Panamericano de Fiebre Aftosa, a partir de informes semanales, poniendo intervalos de 4 semanas.

\*\* Datos Censo MAG = 2 107 368 bovinos  
Superficie km<sup>2</sup> = 246 925

CUADRO 2  
Indicadores para la regionalización epidemiológica de la Fiebre aftosa  
Paraguay. Año 1982

Departamento (Año)	Cría/engorde (1981)	Faena (1981)	Mov. interno (1981)	Mov. entrada (1981)	Mov. salida (1981)	Balance ingreso/egreso (1980)
Concepción	7.2	3	4.8	2.74	11.48	10.285
S. Pedro	20.8	2	4.9	9.5	12.1	2.505
Cordillera	1.9	2	0.50	6.76	1.77	10.455
Guairá	1.7	2	5.00	2.08	2.97	- 354
Caaguazú	5.4	15	9.56	25.14	7.60	32.528
Caazapá	0.6	1	1.54	1.25	5.42	991
Itapúa	1.3	4	4.93	3.71	2.68	- 306
Misiones	7.2	1	2.19	4.10	8.72	- 22
Paraguari	9.4	3	5.50	5.13	7.74	15.573
Alto Paraná	7.15	6	10.67	54.40	22.14	29.409
Central	12.9	56	278	546	56.9	199.149
Neembucú	2.5	1	1.48	0.99	4.70	- 25.523
Amambay	7.4	1	5.94	2.41	5.31	7.455
Canendiyú	1.2	<	3.02	4.99	6.38	3.000
Reg. Occidental	12.4	3	2.39	1.50	17.78	- 213.979

FIGURA 1

Persistencia de la fiebre aftosa ( $\% \Omega_0$ ) por cuadrantes.  
Intervalos de 4 semanas. Paraguay, 1978-1985

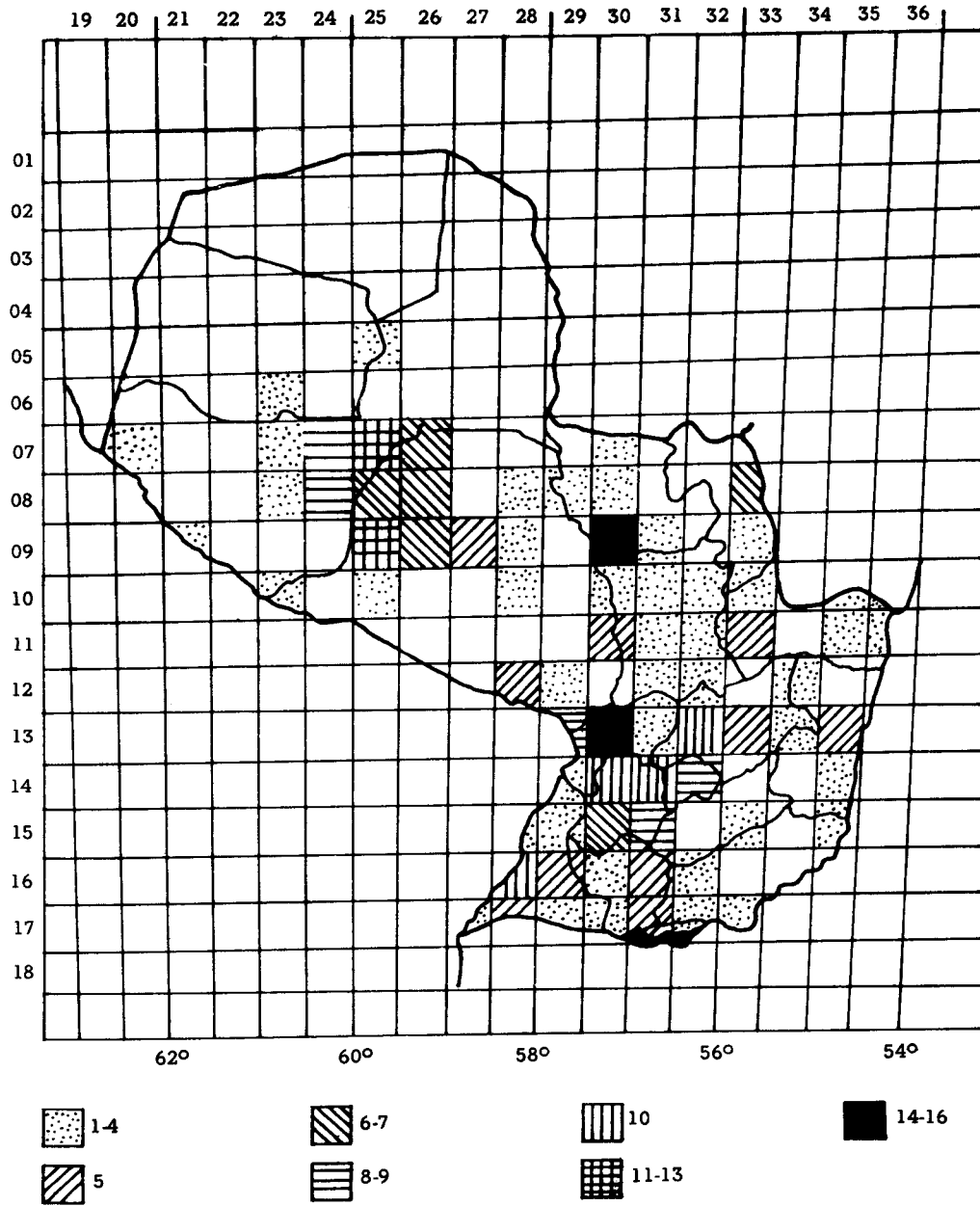




FIGURA 2

Persistencia de la Fiebre aftosa. Media de  $\% \Omega_0$  por departamento.  
Paraguay, 1978-1985

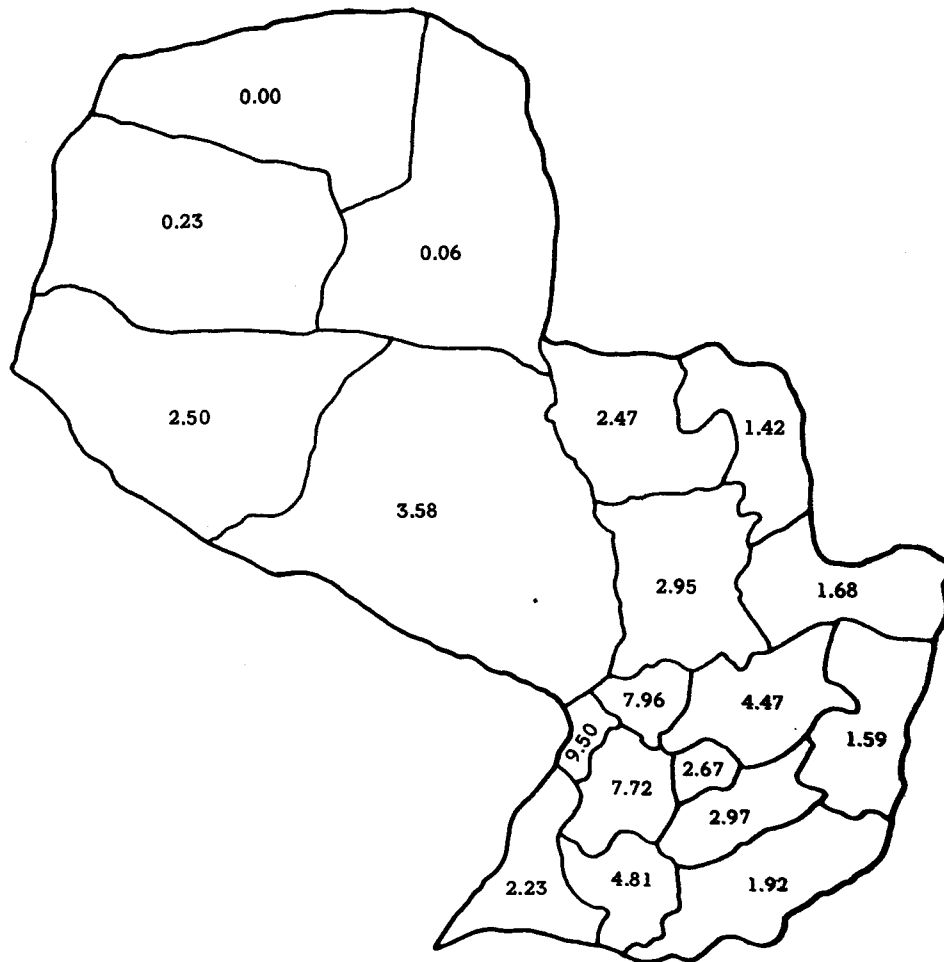


FIGURA 3  
Densidad de bovinos por Km<sup>2</sup>  
Paraguay

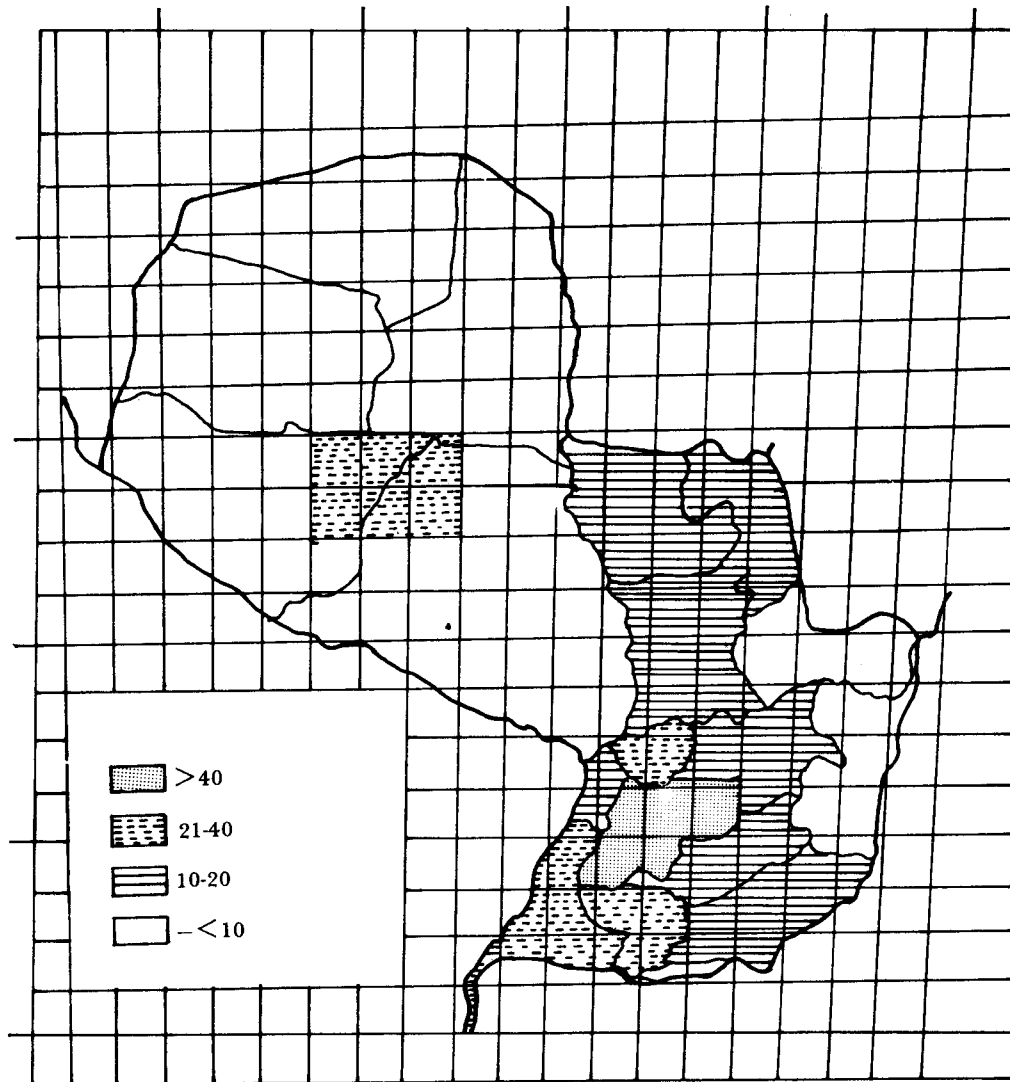


FIGURA 4

Cociente porcentual de bovinos sobre propietarios < cabezas  
Año 1981

Paraguay

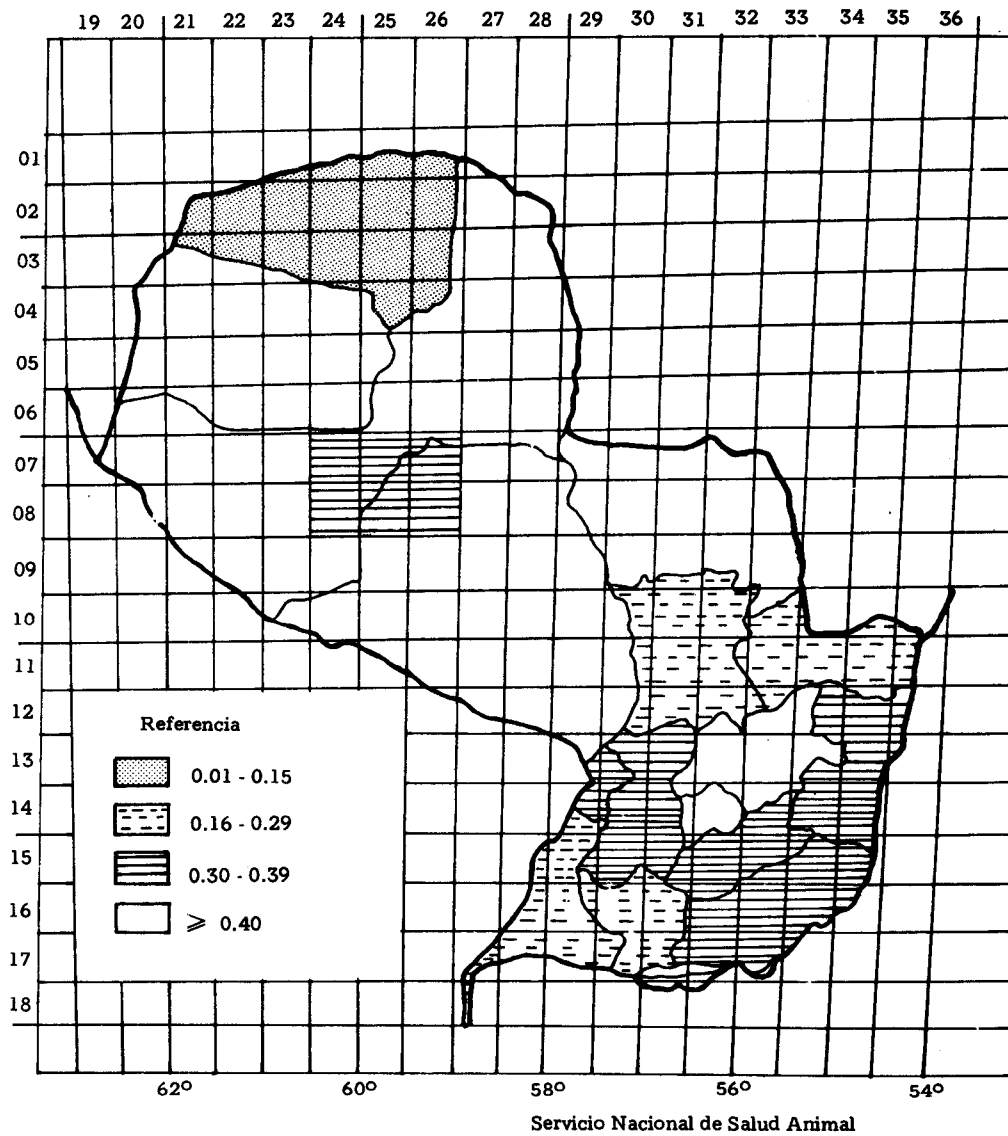


FIGURA 5  
 Promedio de bovinos por propietarios > 50 cabezas  
 Año 1981  
 Paraguay

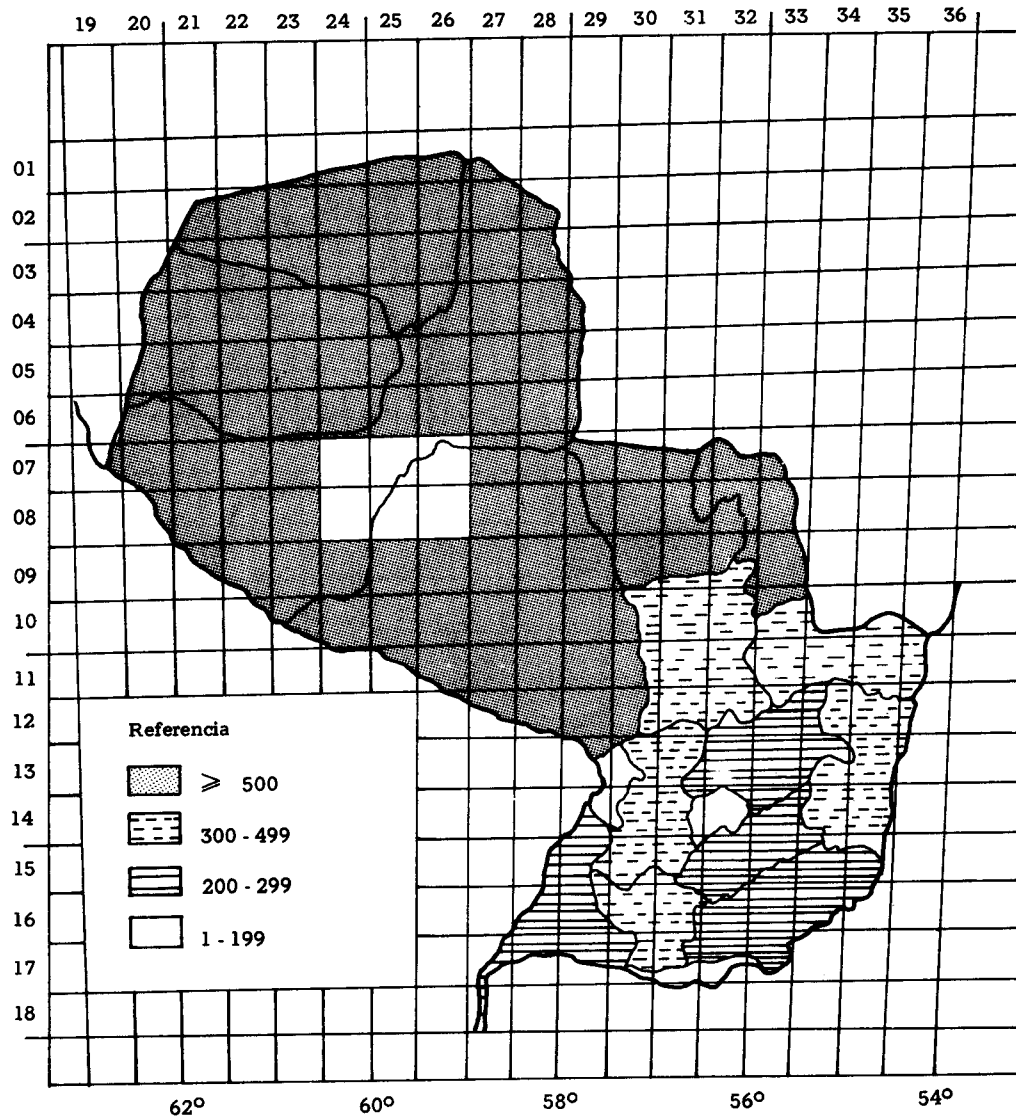
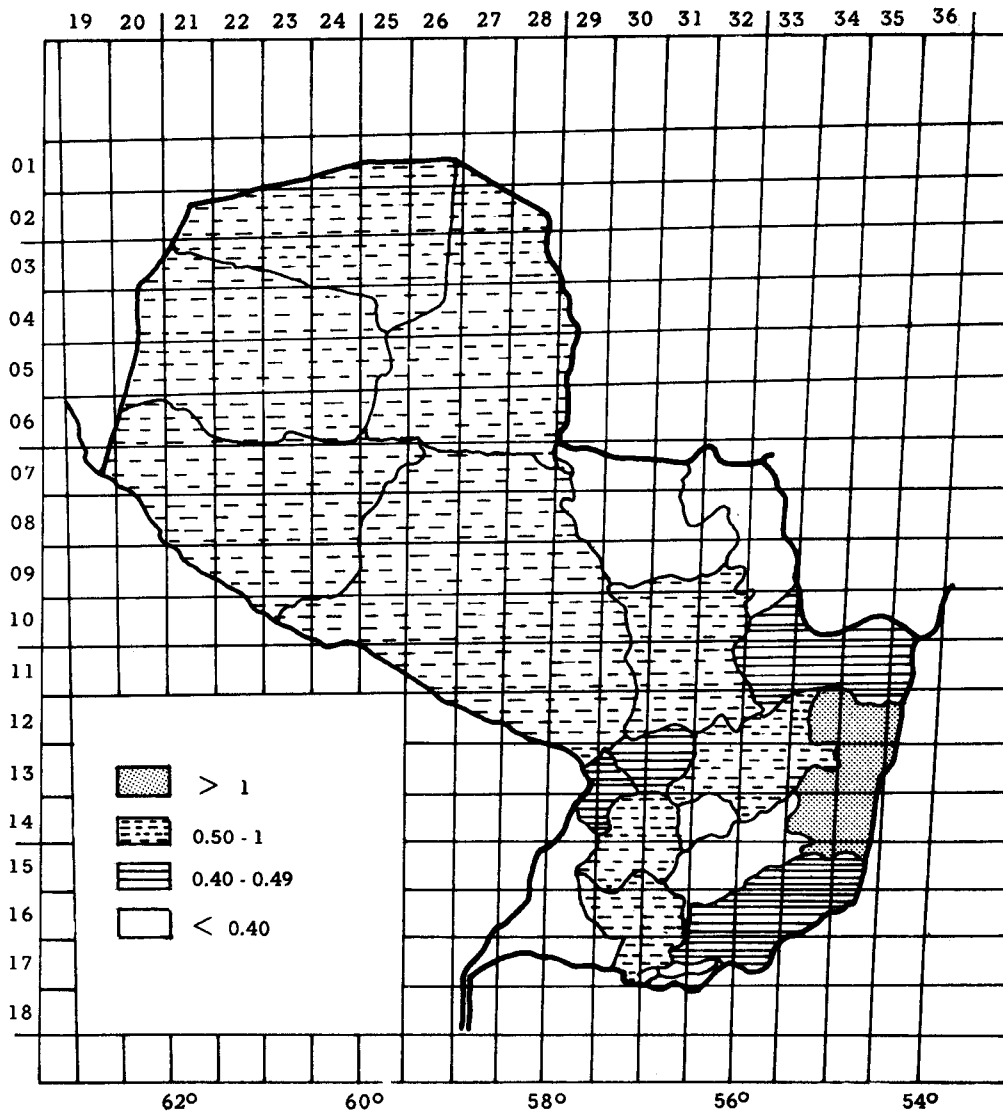


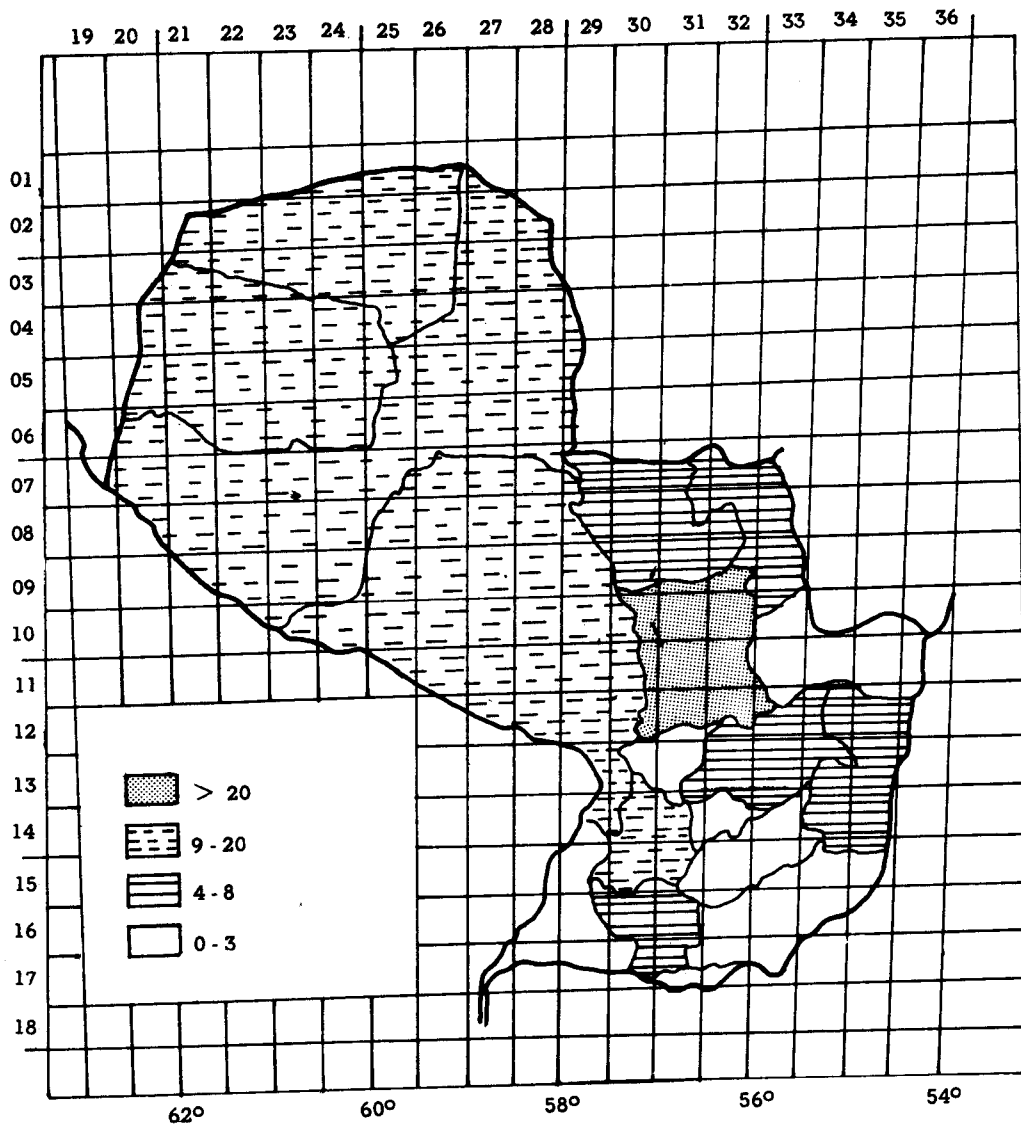
FIGURA 6  
Relación novillo/vaca  
Año 1981  
Paraguay



Servicio Nacional de Salud Animal

FIGURA 7  
 Porcentaje de total de animales de cría y engorde  
 que entran por departamento en relación al total del país

Año 1981  
 Paraguay

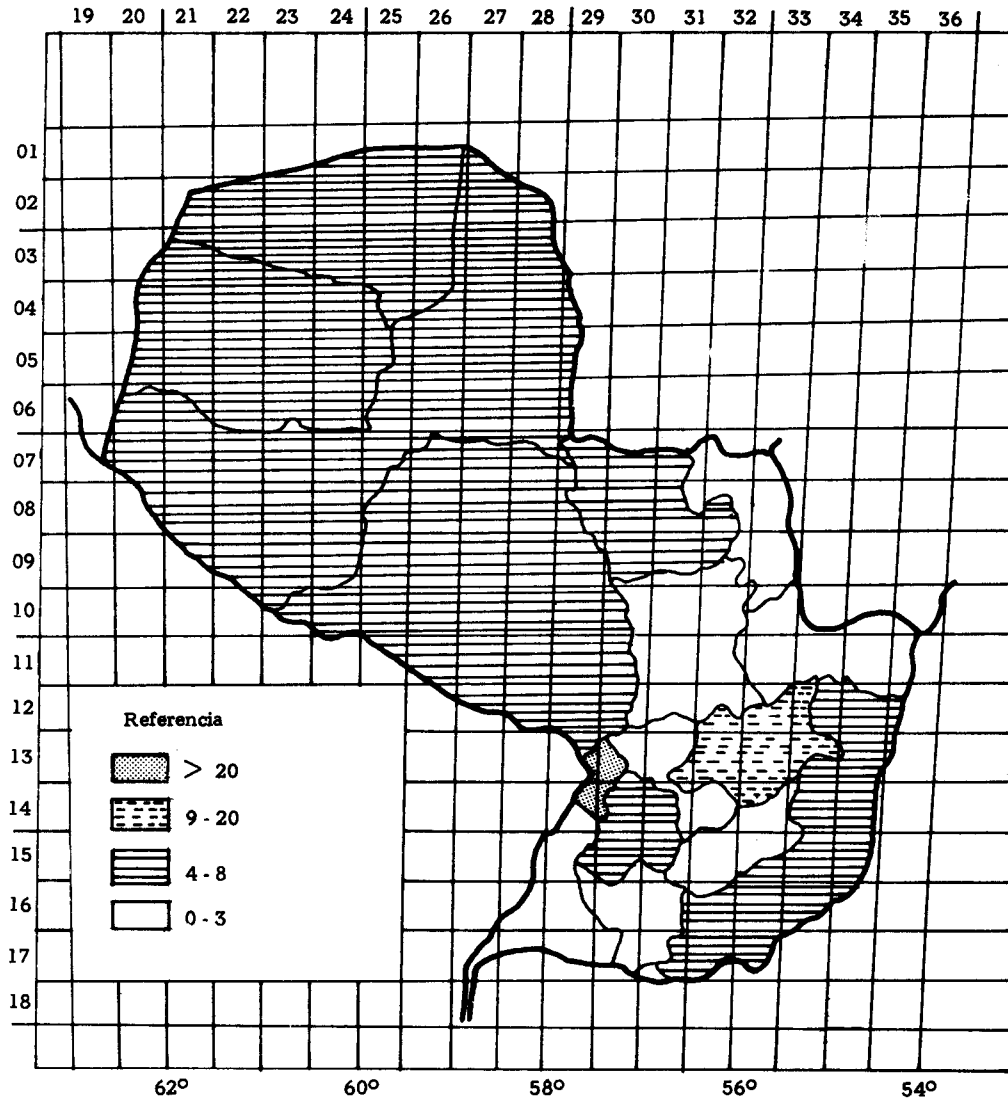


Servicio Nacional de Salud Animal

FIGURA 8

Porcentaje de total de animales faenados por departamentos  
en relación al total del país. Año 1981

Paraguay



Servicio Nacional de Salud Animal

FIGURA 9  
 Movimiento interno de bovinos. Año 1981  
 Paraguay

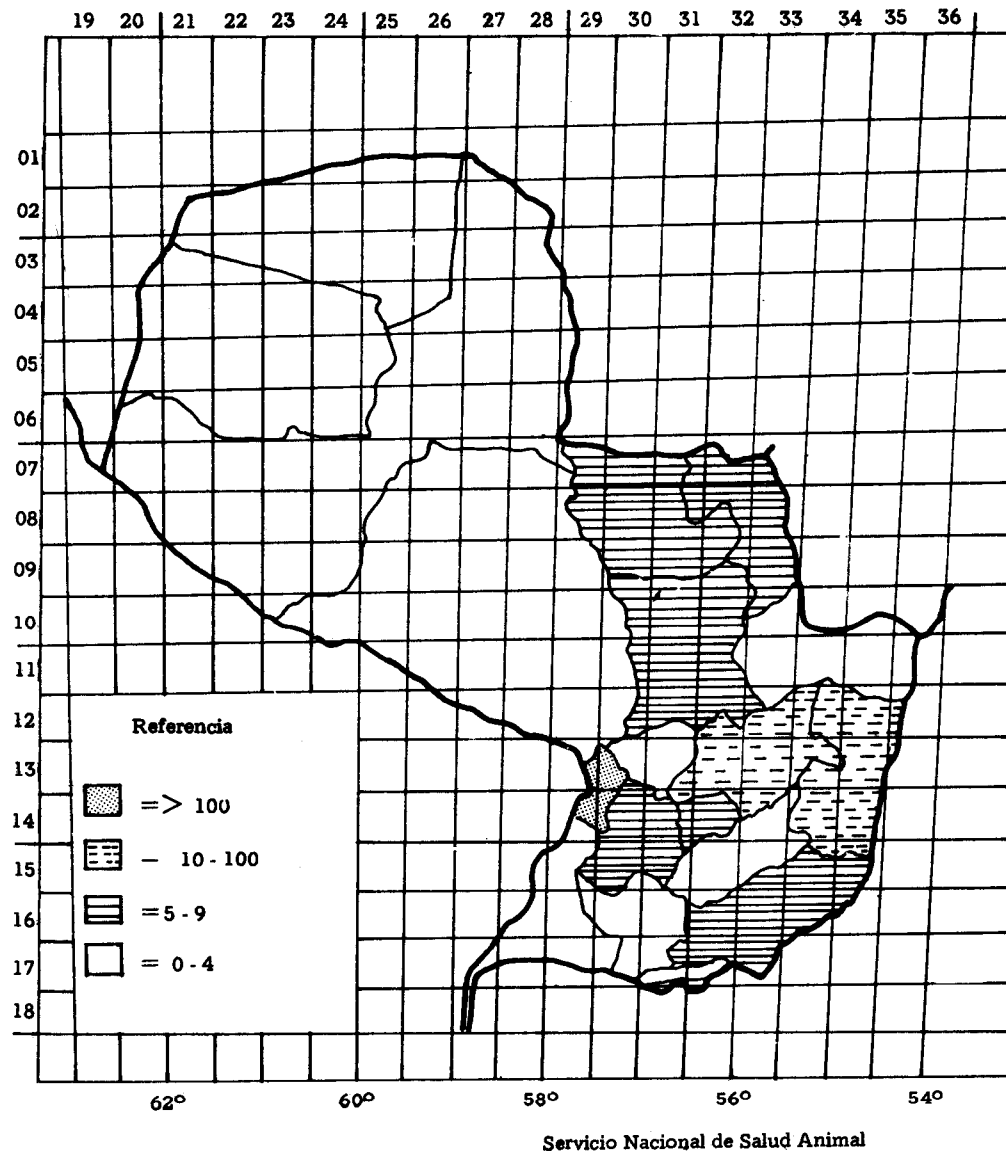
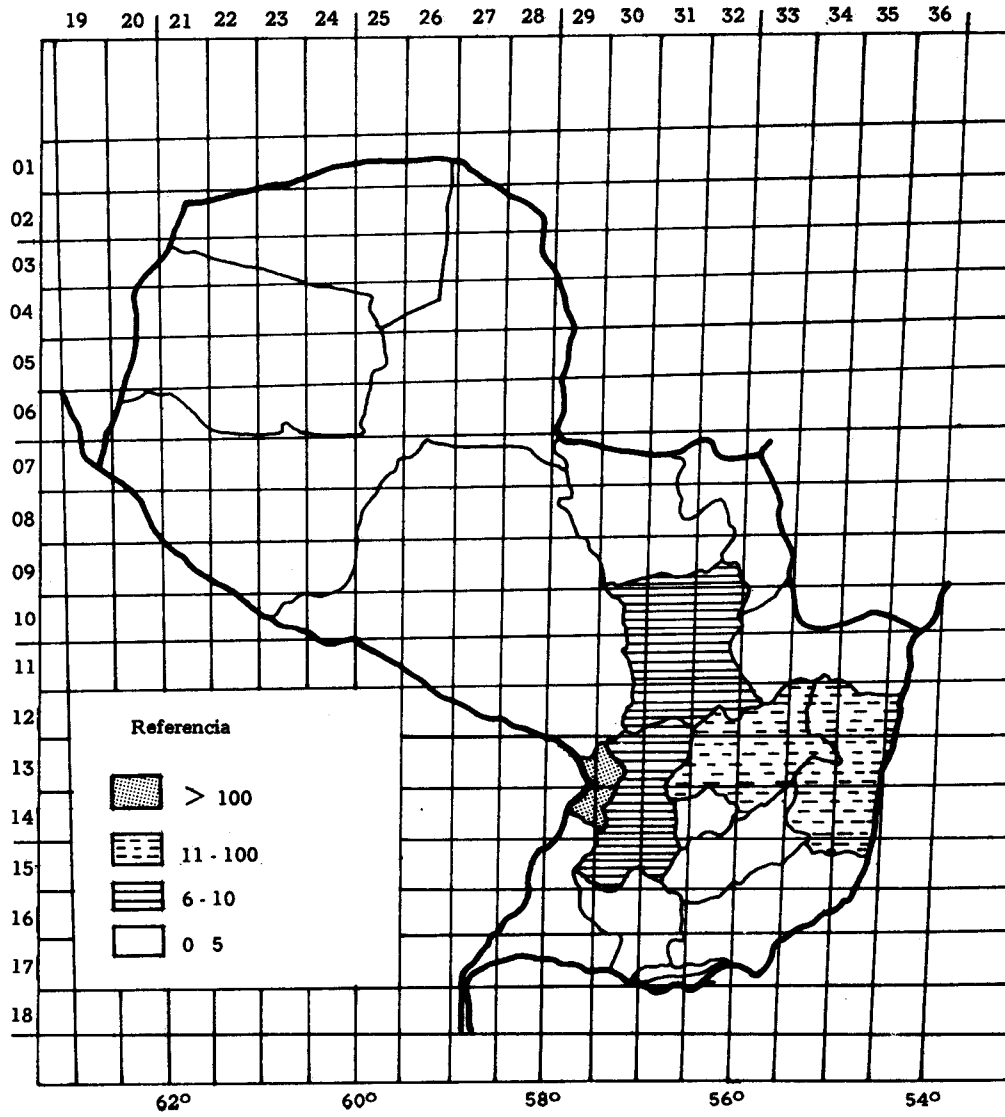


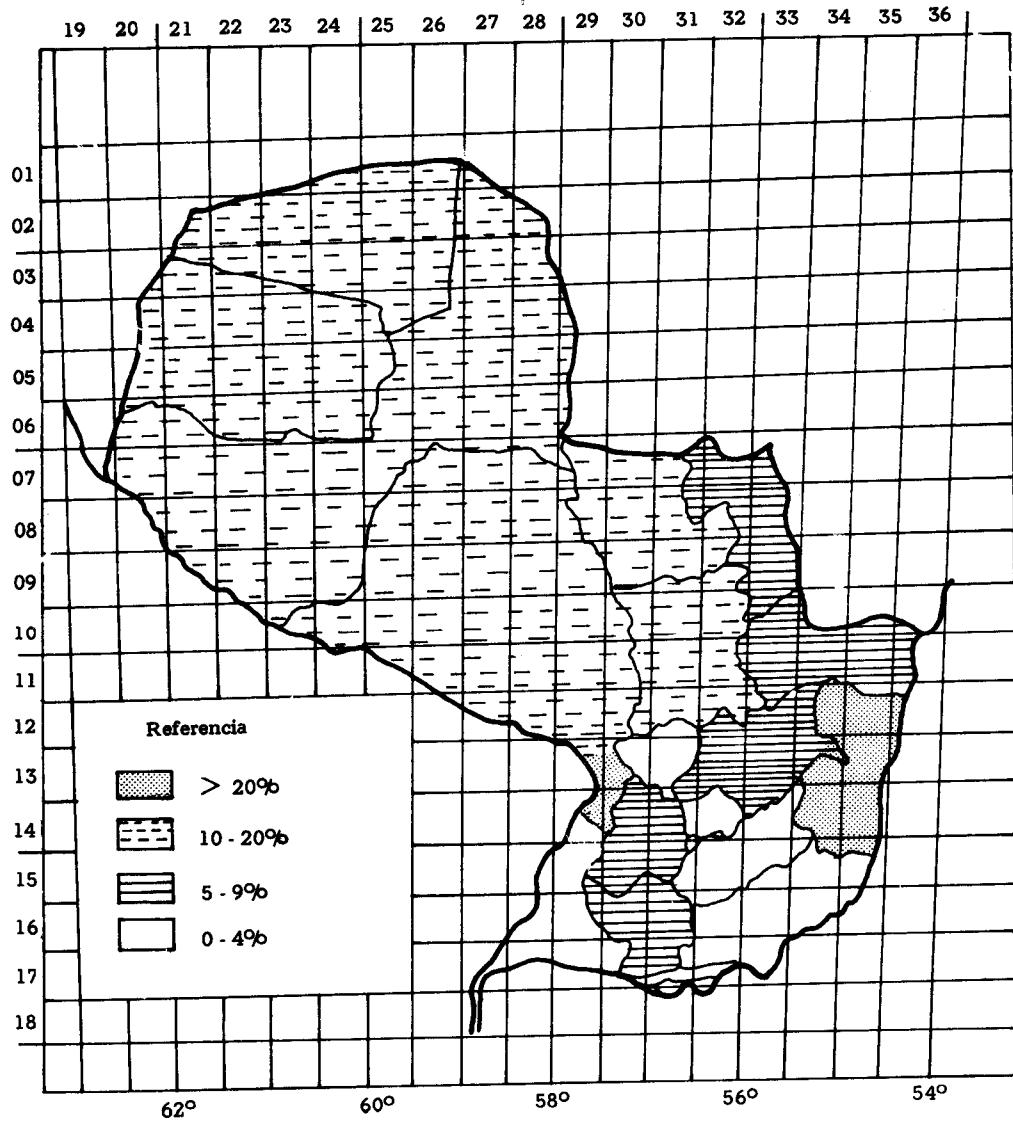


FIGURA 10  
Entrada de bovinos por departamento. Año 1981  
Paraguay



Servicio Nacional de Salud Animal

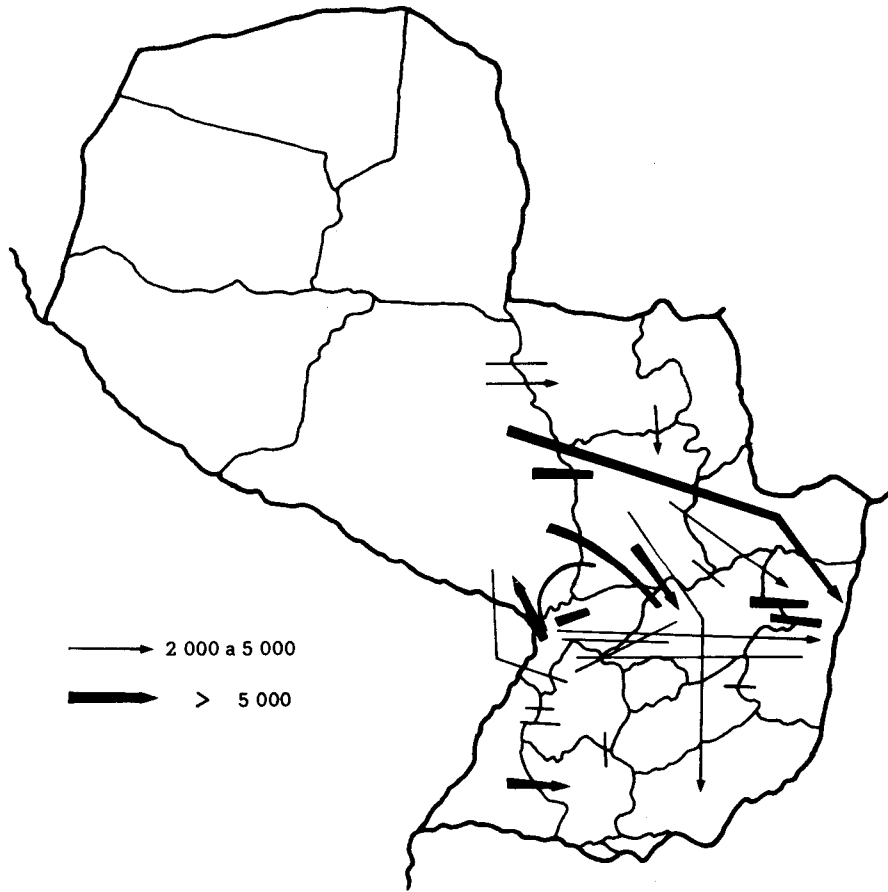
FIGURA 11  
 Salida de bovinos por departamento. Año 1981  
 Paraguay



Servicio Nacional de Salud Animal

FIGURA 12

Flujo de bovinos por departamento\*. Año 1981



\* No incluye entrada Dpto. CENTRAL

Servicio Nacional de Salud Animal

FIGURA 13

*Entrada y salida de bovinos.  
Departamento Central, Paraguay, 1981*

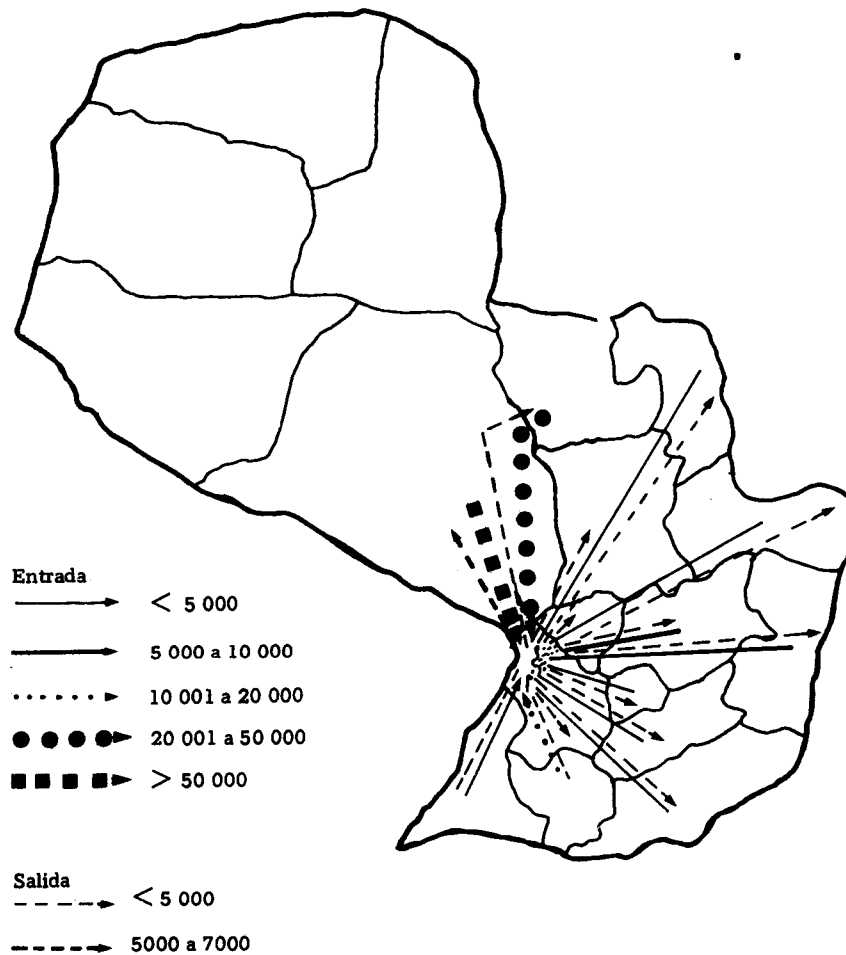


FIGURA 14

Balace de ingreso-egreso. Año 1981

Paraguay

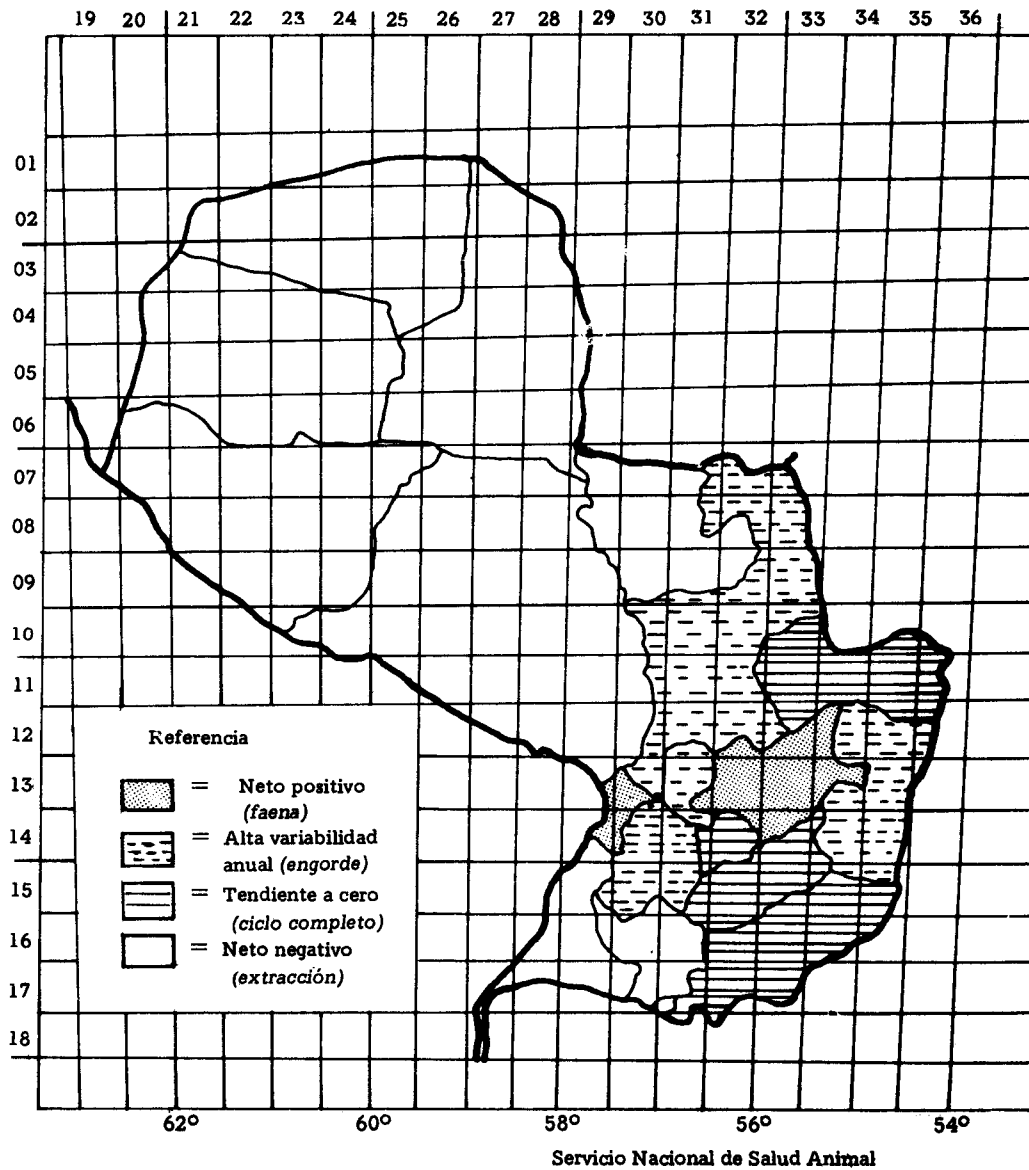
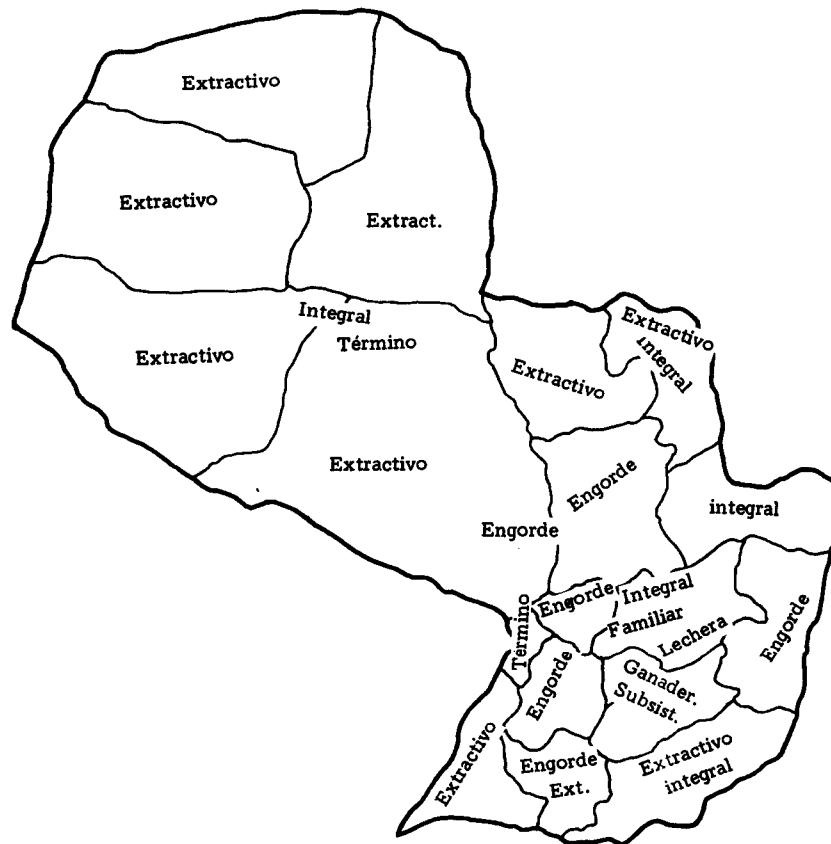


FIGURA 15

Caracterización de los tipos de explotación ganadera por departamento. Paraguay, 1982



ANÁLISIS DE LOS INDICADORES PARA LA CARACTERIZACIÓN  
EPIDEMIOLÓGICA REGIONAL DE LA FIEBRE AFTOSA EN EL PARAGUAY  
(FIG. 16)

### 1. Depto. Concepción

El análisis de los indicadores estudiados identifica al departamento como de cría extensiva y recria; por su densidad poblacional (18 bovinos x km<sup>2</sup>), balance ingreso/egreso negativo, sistema de recambio de bovi-

nos es lento; de acuerdo a estos factores estaría encuadrado dentro de un ECOSISTEMA ENDEMICO PRIMARIO considerando además la presencia de la enfermedad en el Dpto. en forma constante durante el período estudiado (1974/1981); con un índice de endemidad alto específicamente en el cuadrante 0930 lo que podría indicar que el endemismo estaría circunscrito en el cuadrante mencionado.

## 2. *Dpto. San Pedro*

El sistema de explotación ganadera corresponde al de engorde, porcentaje de cría y engorde más alto del país, relación novillo/vaca alto, densidad poblacional relativamente baja (20 bov. x km<sup>2</sup>), bajo movimiento interno, balance ingreso/egreso de alta variabilidad, sistema de recambio rápido; epidemiológicamente se lo identifica como ECOSISTEMA ENDEMICO SECUNDARIO con un índice de endemismo (I.E.) bajo y un índice medio de recurrencia (I.M.R.) alto, que no se dan normalmente en áreas de engorde; podría explicarse por una buena protección de los animales del área o tratarse de un sub-registro de focos.

## 3. *Dpto. Las Cordilleras*

Caracterizado como área de engorde; si bien el análisis de la información presenta entrada y salida baja, balance ingreso/egreso negativo, relación novillo/vaca baja; lo que se explica por encontrarse en el Dpto. un sector específicamente ganadero que corresponde a los distritos de Caraguatay, Arroyos y Esteros, lo. de Marzo, Juan de Mesa (el norte del departamento); siendo el resto área de minifundio.

Se sugiere un estudio por distritos a los efectos de redefinir el sistema de producción.

Epidemiológicamente se identifica como un ECOSISTEMA ESPORADICO.

## 4. y 5. *Dptos. Guairá y Caazapá*

Los valores bajos obtenidos en los siguientes indicadores: relación novillo/vaca, flujo para ingreso y egreso, movimiento interno, promedio de bovinos por propietarios mayor de 50 cabezas. La densidad para el Dpto. de Guairá 48 (alto) y Caazapá 18 bovinos por km<sup>2</sup>, cociente porcentual alto para propietarios con menos de 50 cabezas, los identifica como explotación familiar.

El índice de endemismo y el índice medio de recurrencia bajos los caracteriza como ECOSISTEMA ESPORADICO.

#### 6. Dpto. Caaguazú

La explotación ganadera es de ciclo completo tipo familiar, con pequeñas áreas de explotación lechera y gran zona florestal, con una densidad de 20 bovinos por km<sup>2</sup>; movimiento interno, flujo ingreso/egreso altos como asimismo el cociente porcentual de bovinos menos de 50 cabezas, el balance ingreso/egreso y la relación novillo/vaca. Índice medio de recurrencia e índice de endemidad bajos lo que nos da un ECOSISTEMA ESPORADICO de la enfermedad.

#### 7. Dpto. Itapúa

Departamento de cría con ciclos completos; posee además una pequeña cuenca lechera. La relación novillo/vaca (0.40), cría y engorde (1.3) movimiento de entrada (3.7) y salida (2.7) considerados bajos; siendo el cociente porcentual para propietarios con menos de 50 cabezas relativamente altos y relativamente bajos el promedio de bovinos para propietarios con más de 50 cabezas; el movimiento interno y faena, el balance ingreso/egreso negativo; bajo índice de endemismo e índice de medio de recurrencia mediano siendo caracterizado como ECOSISTEMA ESPORADICO de la enfermedad.

#### 8. Dpto. Misiones

Comprende dos zonas. 1: el sector sur, continuación del estero Ñembucú, zona baja de cría; 2: al norte, zona más alta de engorde.

Considerando el departamento se observa que la relación novillo/vaca (0.58); la densidad poblacional (35 bov. x km<sup>2</sup>); promedio de bovinos en propietarios con más de 50 cabezas relativamente altos; el balance ingreso/egreso negativo; el índice de endemismo e índice medio de recurrencia bajos se caracteriza epidemiológicamente como ECOSISTEMA ESPORADICO DE LA ENFERMEDAD.

#### 9. Dpto. Paraguari

Relación novillo/vaca (0.54); densidad poblacional (45 bovinos x km<sup>2</sup>); cociente para propietarios con menos de 50 cabezas promedio de bovinos en propiedades con más de 50 cabezas alto; cría y engorde altos, el balance ingreso/egreso de alta variabilidad anual; movimiento interno



bajo; el tipo de explotación que le caracteriza es el engorde; el índice de endemismo relativamente alto e índice medio de recurrencia alto, lo clasifica dentro del ECOSISTEMA ENDEMICO SECUNDARIO.

10. *Dpto. Alto Paraná*

De explotación semiextensiva con una densidad poblacional de 5 bovinos x km<sup>2</sup>, la relación novillo/vaca (1.07) alto, movimiento interno, entrada, salida, altos, así como el cociente para propietarios con menos de 50 cabezas y el promedio de bovinos en propiedades con más de 50 cabezas, el balance ingreso/egreso es de alta variabilidad anual, indicadores que la clasifican como zona de engorde, siendo esta característica nueva para el Dpto., lo que explica la actual situación de endemidad y recurrencia bajos considerándolo como ECOSISTEMA ESPORADICO.

11. *Dpto. Central*

Considerado como ECOSISTEMA ENDEMICO SECUNDARIO, se caracteriza por un alto grado de dependencia de otros ecosistemas por el activo movimiento comercial en la actividad ganadera (ferias, remates, exposiciones); recibe animales de distintos puntos del país para diversas finalidades especialmente para faena, siendo el tiempo de permanencia dentro del departamento relativamente corto, lo que explica el alto porcentaje de movimiento interno, de entrada y salida; el balance ingreso/egreso es netamente positivo, siendo la explotación de tipo comercial con alto índice de endemismo e índice medio de recurrencia.

12. *Dpto. Ñeembucú*

Tipo de explotación de cría extractiva; alta densidad poblacional (33 bov. x km<sup>2</sup>); relación novillo/vaca, entrada, salida, movimiento interno, faena bajos; el balance ingreso/egreso negativo. Índice de endemismo relativamente bajo e índice medio de recurrencia alto. El Dpto. de Ñeembucú se encuadra dentro del ECOSISTEMA ENDEMICO PRIMARIO.

13. *Dpto. Amambay*

Tipo de explotación de cría de ciclo completo; densidad relativamente baja (16 bovinos x km<sup>2</sup>); bajo porcentaje de propietarios con menos de 50 cabezas; como asimismo los indicadores relacionados a movimiento

de bovinos (entrada, salida, movimiento interno); el promedio de propietarios con más de 50 cabezas es alto ( $X = 584$ ); el balance ingreso/egreso positivo; pero con un bajo porcentaje de bovinos para faena, lo que nos da una idea de fuga de bovinos del Dpto. Epidemiológicamente presenta un índice de endemicidad e índice medio de recurrencia relativamente bajos encuadrados dentro del ECOSISTEMA ESPORADICO DE ALTO RIESGO.

#### 14. *Dpto. Canendiyú*

Caracteriza al departamento un sistema de explotación de ciclo completo (explotaciones medianas); el balance ingreso/egreso tendiente a cero, movimiento interno, entrada, salida, faena, relación novillo/vaca bajos; con una densidad de 5 bovinos por  $\text{km}^2$ ; índice de endemismo e índice medio de recurrencia bajos. Considerado dentro del ECOSISTEMA ESPORADICO.

#### 15. *Región occidental*

Representa el 60,7% de la superficie del país ( $246\,925\text{ km}^2$ ) con una población de 2 107 368 bovinos lo que representa 8 animales por cada 100 ha. Dentro de la región occidental existen áreas de mayor densidad poblacional como son las Colonias Mennonitas (20 por cada 100 ha.) y áreas del Estero Patiño y Genes.

La explotación ganadera es extensiva de ciclo completo siendo el promedio de bovinos de propietarios con más de 50 cabezas de 657 (alto); la relación novillo/vaca 0.79 (alto); los indicadores relacionados a movimiento de bovinos: de entrada e interno bajos; siendo el de salida relativamente alto; balance ingreso/egreso negativo. Epidemiológicamente se consideraron los siguientes ecosistemas:

##### *Indemne:*

La zona noroccidental que comprende los departamento Chaco y Nueva Asunción donde no se tiene conocimiento de la presencia

La zona noroccidental que comprende los departamentos Chaco y Nueva Asunción donde no se tiene conocimiento de la presencia de la enfermedad, se realizó trabajo de investigación VIA en un establecimiento que provee a SENACSA bovinos para pruebas de control de vacuna, en

donde todos los animales examinados no han demostrado presencia de anticuerpos contra fiebre aftosa.

*Esporádica de menor riesgo:*

Al Sur del departamento de Nueva Asunción y Norte del departamento de Boquerón, exceptuando el área de las Colonias Mennonitas; con una baja densidad poblacional y con un registro ocasional de fiebre aftosa en el área de Pedro P. Peña.

*Esporádica de mayor riesgo:*

Áreas de las Colonias Mennonitas y departamento de Alto Paraguay.

Las Colonias Mennonitas con una densidad poblacional relativamente alta, destinada a cría, engorde y explotación lechera se presentan con índice de endemismo relativamente bajo.

El departamento de Alto Paraguay con explotación extensiva, es considerada como de mayor riesgo por su relación con el pantanal de Mato Grosso.

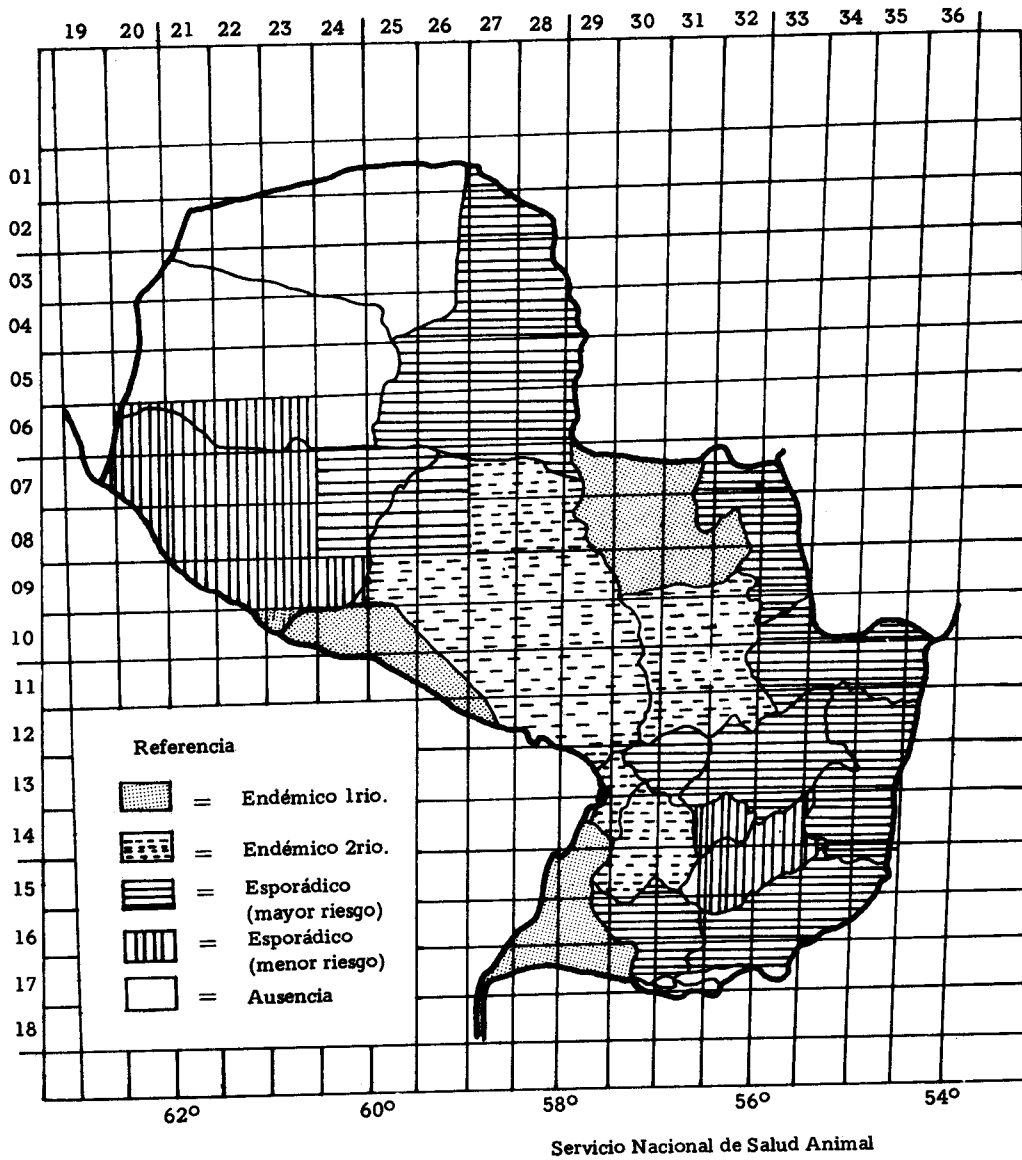
*Endémica primaria*

Al Sur del departamento de Boquerón y áreas de influencia de los Esteros Patiño y Genes donde la presencia de la enfermedad es continua de acuerdo con estudios anteriores realizados en la zona.

*Endémica secundaria*

El resto de la región Occidental es considerado como área ENDEMICA SECUNDARIA por la influencia que recibe de los otros ecosistemas.

FIGURA 16  
 Caracterización epidemiológica. Año 1982  
 Fiebre Aftosa  
 Paraguay



## PRONOSTICO PARA LOS PROXIMOS 5 AÑOS (FIG. 17)

1. *Dpto. Concepción*

Los proyectos de desarrollo previstos a corto plazo para el departamento (puente sobre el río Paraguay, asfaltado de la ruta V) no cambiará sustancialmente el sistema de explotación y por ende la situación epidemiológica.

Pronóstico: *endémica primaria*

2. *Dpto. San Pedro*

Sujeto a influencia de otros ecosistemas, el pronóstico es el de continuar en la misma condición epidemiológica: *endémica secundaria*.

3. *Dpto. de las Cordilleras*

La influencia de otros departamentos, especialmente del Central de donde recibe animales podría transformar la zona en *endémica secundaria*.

4. y 5. *Dptos. Guairá y Caazapá*

Presentan riesgo mínimo de otros ecosistemas por lo que el pronóstico es el de continuar como zona *esporádica*.

6. *Dpto. Caaguazú*

Teniendo en cuenta el nuevo sistema de comercialización ganadera (ferias, remates) en el departamento y el intenso movimiento de bovinos en el área el pronóstico es el de *endémica secundaria*.

7. *Dpto. Itapúa*

Considerando los emprendimientos a desarrollarse en el área (represa hidroeléctrica Yasyretá; empalme de la ruta VI con la VII; activa colonización en la zona noroeste del departamento desde Cap. Meza hasta Otaño), el pronóstico es el de convertirse en zona *endémica secundaria*.

#### 8. Dpto. Misiones

Se mantiene la situación *esporádica* con riesgo por influencia de otros ecosistemas especialmente del departamento de Ñeembucú y del país vecino.

#### 9. Dpto. Paraguari

*Endémico secundario* teniendo en cuenta su relación con el departamento de Ñeembucú como con el Central.

#### 10. Dpto. Alto Paraná

Caracterizado actualmente como zona de engorde con intenso movimiento de bovinos tanto de entrada como de salida e interno indica la influencia de otros ecosistemas aumentando el riesgo de ocurrencia de la enfermedad. Además su vecindad con el Estado de Paraná, Brasil, y probable relación comercial de entrada especialmente de reproductores de ese país, hace que los riesgos sean mayores lo que nos lleva a un pronóstico de *endémico secundario*.

#### 11. Dpto. Central

Con base en los ciclos del virus "O" y movimiento de ganado es probable que en los meses de junio/julio 1984 o febrero/marzo 1985 aumente los riesgos de aparición de este tipo de virus, dependiendo de las áreas endémicas primarias que se relacionan con este departamento.  
Pronóstico: se mantendría la situación de *endémica secundaria*.

#### 12. Dpto. Ñeembucú

Continúa la misma característica epidemiológica: *endémica primaria*.

#### 13. y 4. Dptos. Amambay y Canendiyú

Tiene ciertos riesgos por la introducción de reproductores del Brasil, pudiendo pasar a *endémica primaria* considerando que los grandes establecimientos del área podrían mantener el virus.

### 15. *Región Occidental*

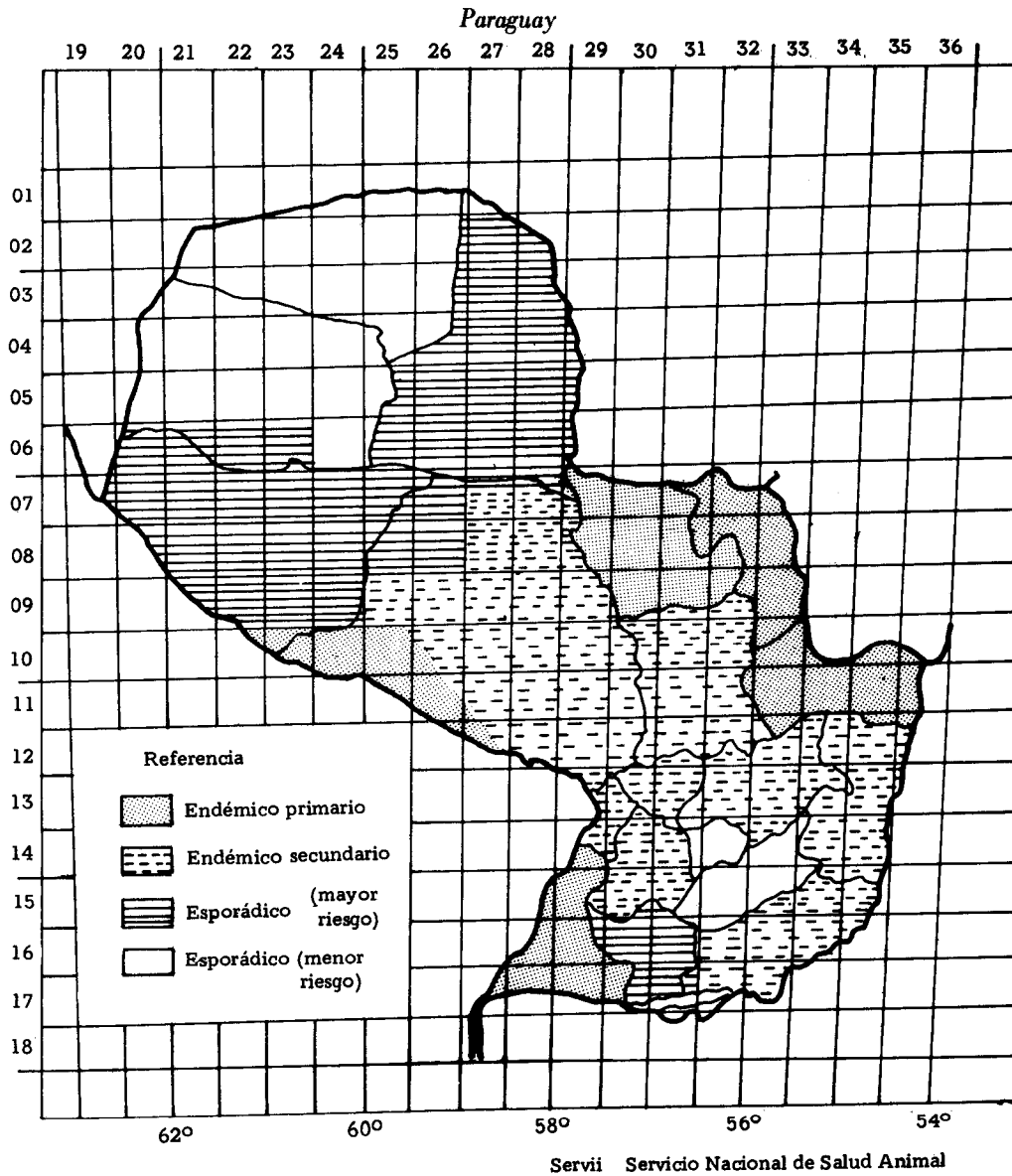
*Area indemne:* Tiende a desaparecer considerando las nuevas áreas de colonización. Pronóstico: *esporádica de alto riesgo*.

*Area esporádica de menor riesgo:* Pasará a *esporádica de mayor riesgo* por las mismas especificadas en el ítem anterior.

*Area esporádica de mayor riesgo, endémica primaria y secundaria:* Se mantendrían en la misma situación epidemiológica. Sin embargo, para el área comprendida por el departamento de Alto Paraguay en unos 50 km del río, el pronóstico podrá ser diferente a lo enunciado pudiendo pasar a *endémica primaria*.

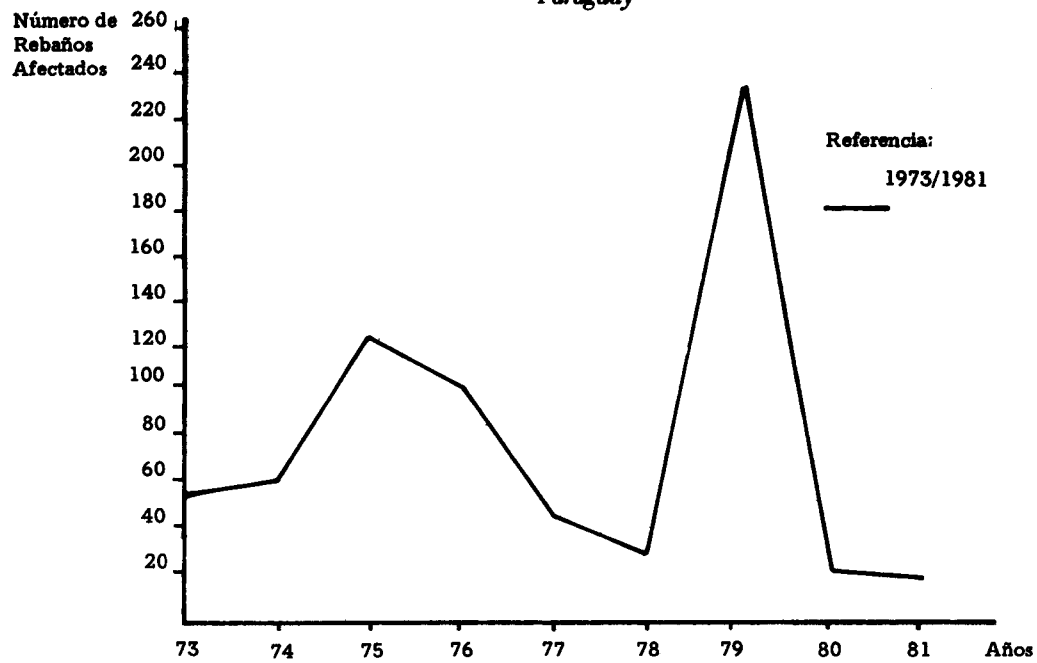
FIGURA 17

Pronóstico para los próximos cinco años. Año 1982  
Fiebre Aftosa



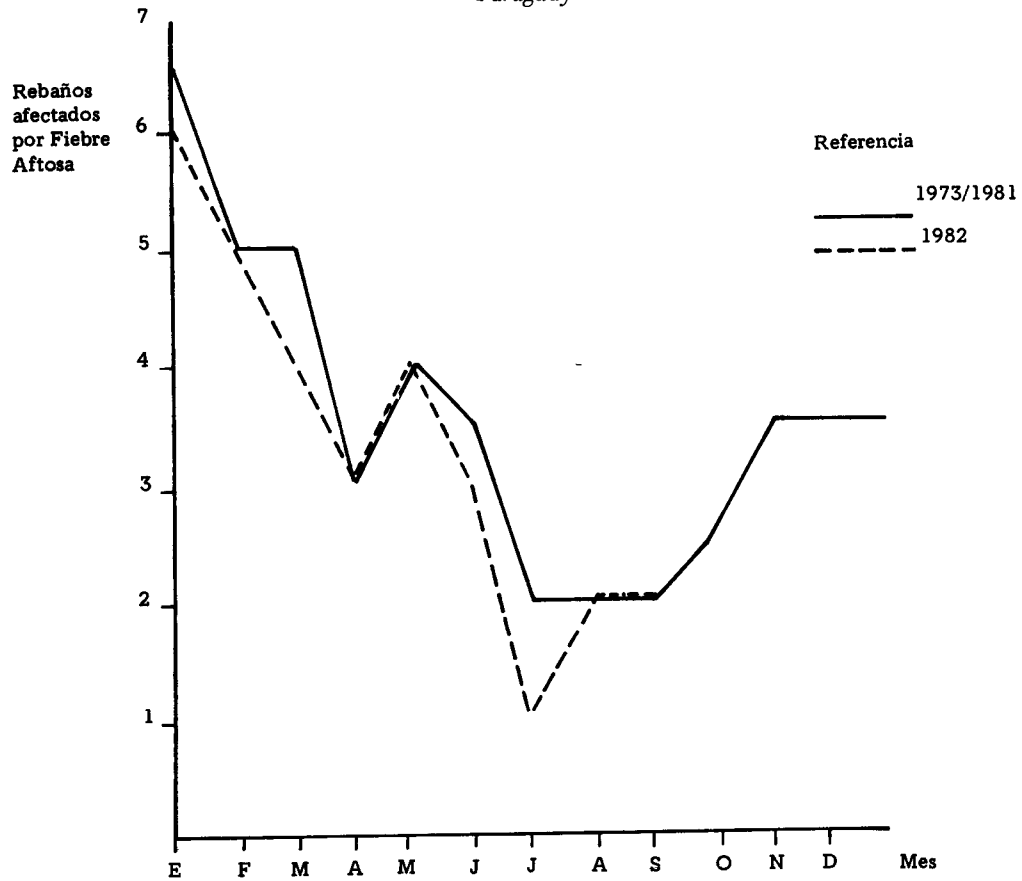


**FIGURA 18**  
**Número anual de rebaños afectados por Fiebre aftosa\***  
**De 1973 a 1981**  
**Paraguay**



\* Se han incluido las figuras 18 a 29 con la finalidad de aclarar en forma gráfica la dinámica de la FA en el país.

**FIGURA 19**  
**Mediana mensual de rebaños afectados por Fiebre aftosa**  
**Años 1973-1981**  
**comparada con el número de rebaños afectados-año 1982\***  
**Paraguay**



\* Hasta mes de septiembre

FIGURA 20  
 Movimiento mensual de bovinos. Años 1980 y 1981

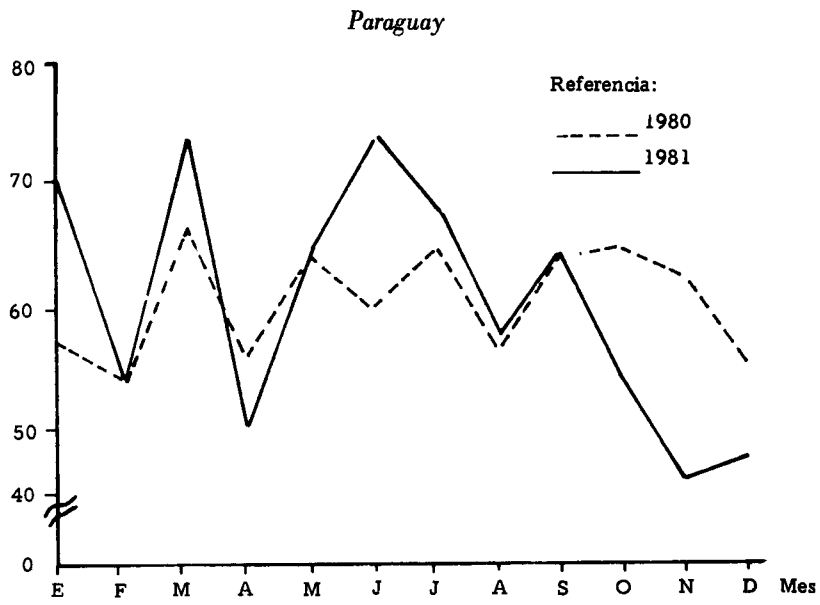


FIGURA 21  
 Mediana de movimiento mensual de bovinos. Años 1980-1981  
 Paraguay

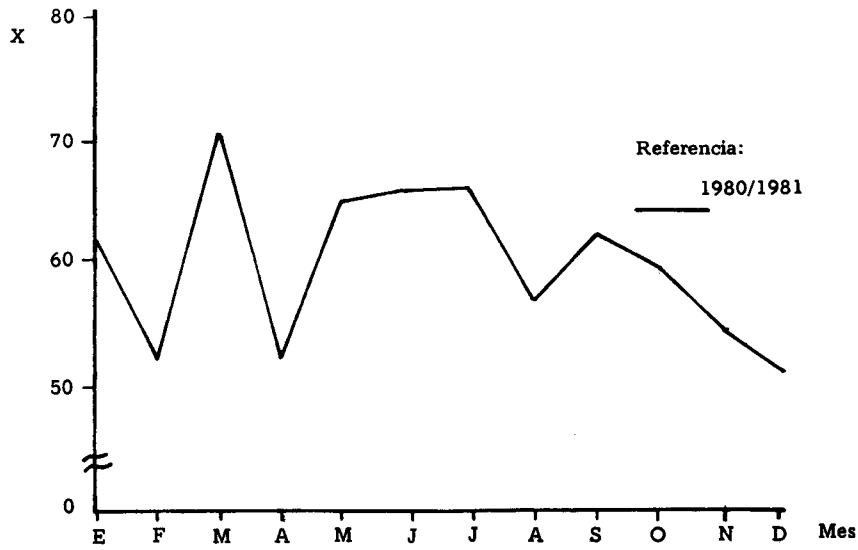


FIGURA 22  
*Mediana del movimiento de bovinos para cría y  
engorde por mes. Años 1980-1981*

*Paraguay*

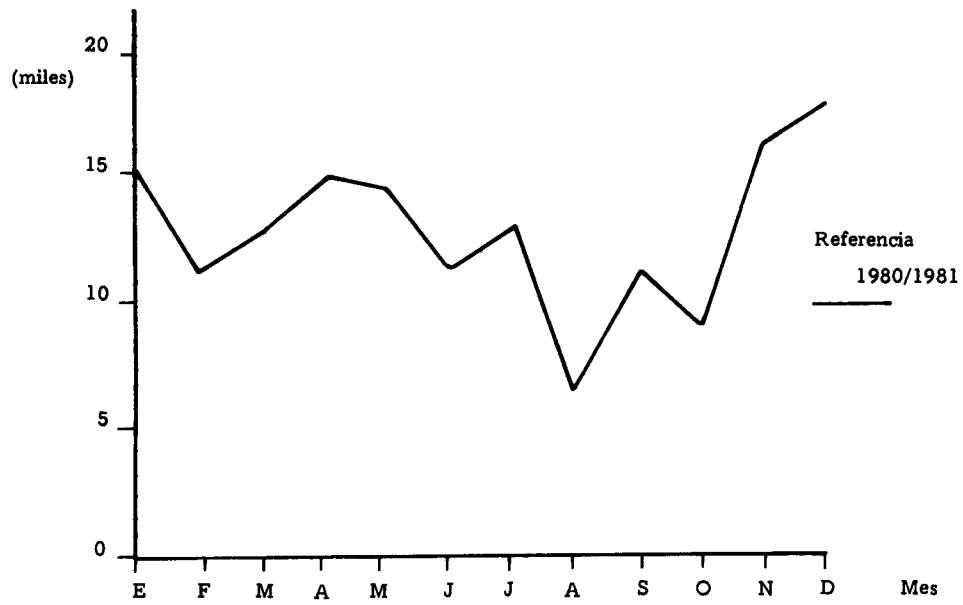


FIGURA 23

Mediana del movimiento de bovinos para faena por mes.  
Años 1980-1981

Paraguay

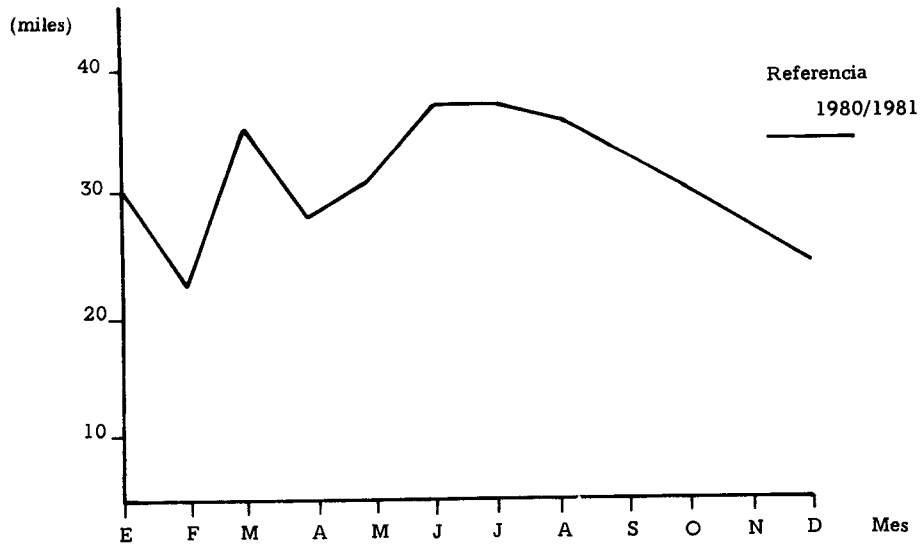


FIGURA 24  
 Número anual de rebaños afectados por Fiebre aftosa virus "O".  
 Años 1973-1981  
 Paraguay

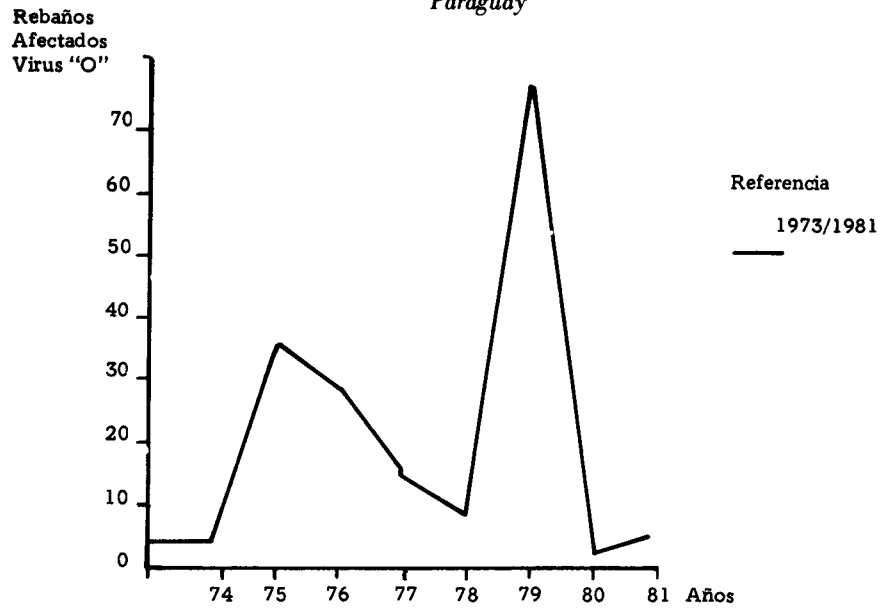
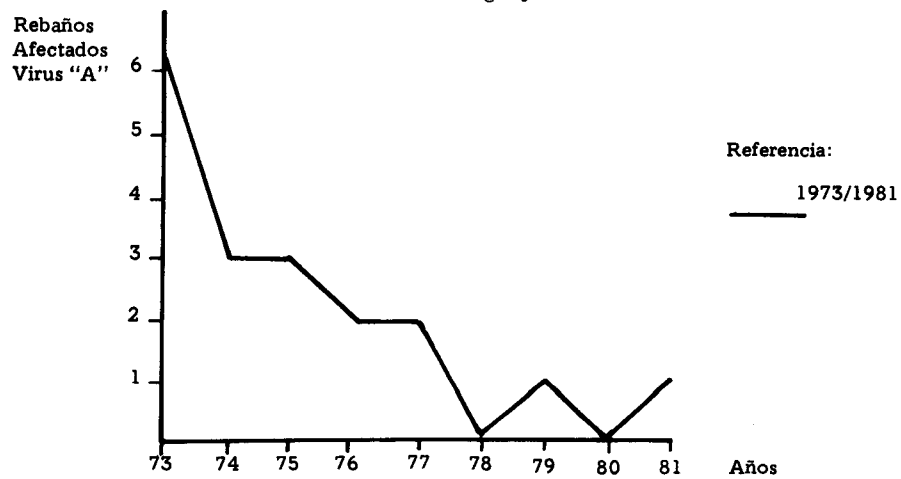


FIGURA 25  
 Número anual de rebaños afectados por Fiebre aftosa virus "A".  
 Años 1973-1981  
 Paraguay



**FIGURA 26**  
*Mediana mensual de focos de Fiebre aftosa con diagnóstico del virus "C".*  
*Años 1973-1981*  
*Paraguay*

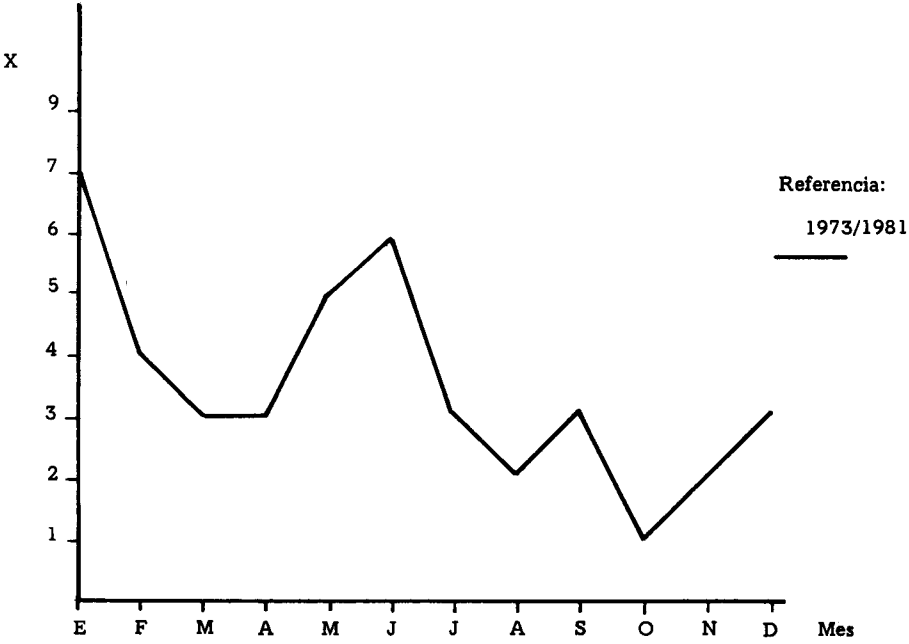


FIGURA 27  
Mediana mensual de focos de Fiebre aftosa con diagnóstico del virus "A".  
Años 1973-1981  
Paraguay

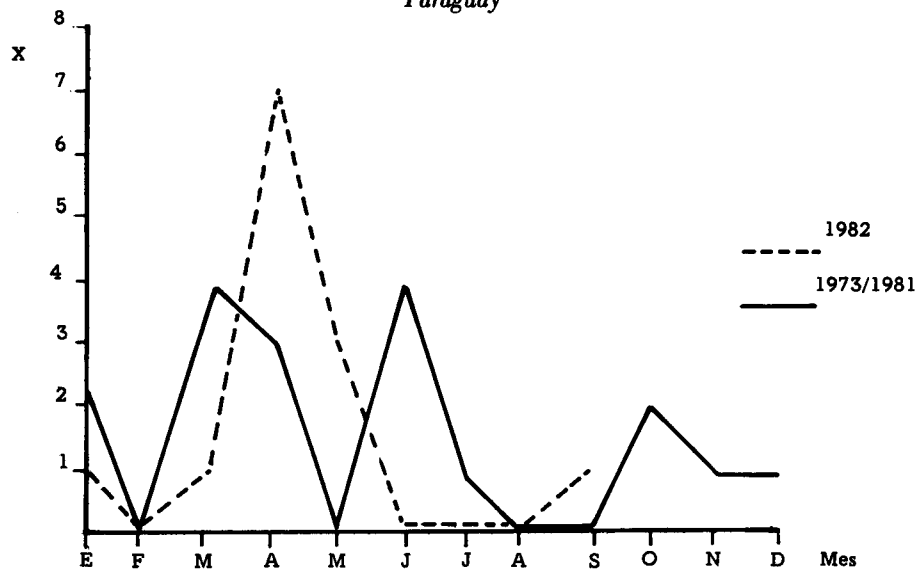




FIGURA 28  
Número anual de rebaños afectados por Fiebre aftosa virus "C".  
Años 1973-1981  
Paraguay

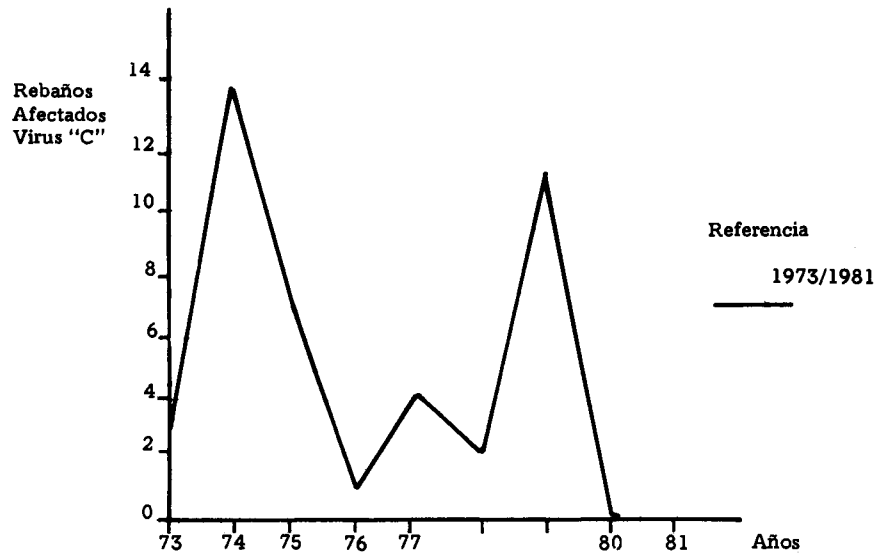
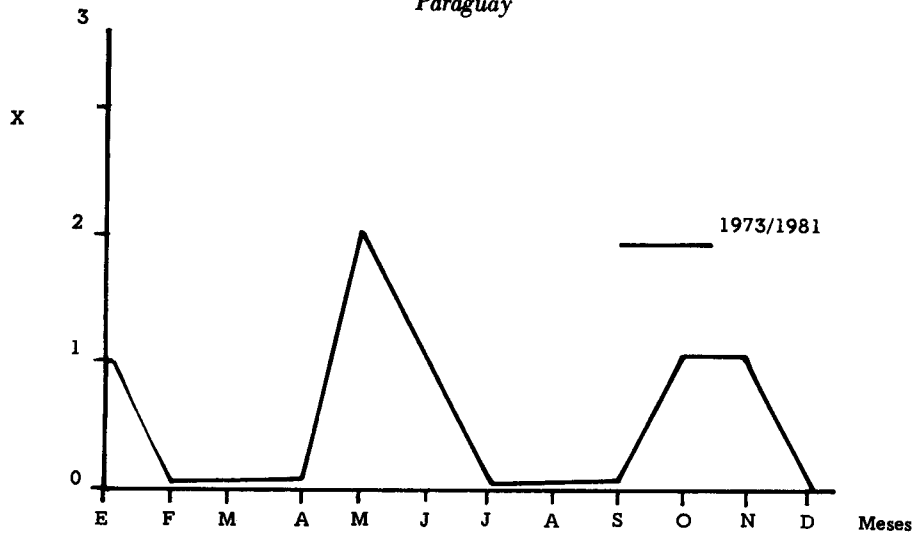


FIGURA 29  
 Mediana mensual de focos de Fiebre aftosa con diagnóstico del virus "O".  
 Años 1973-1981  
 Paraguay



**ESTRATEGIA PARA LA APLICACION DE VACUNA CON ADYUVANTE  
 OLEOSO**

Debido a la situación epidemiológica actual del país y a la ventaja que ofrece el uso de esta vacuna, se recomienda su aplicación en los siguientes lugares:

1. Area del Estero Patiño, Genes y Gral. Diaz.
2. Area circundante a las Colonias Mennonitas.  
 Desde la Estancia Rojas Silva (Estancias del Este) y área Pozo Colorado.
3. Area Pedro P. Peña, Gral Diaz y Pozo Colorado.
4. Dpto. de Concepción.
5. Dpto. de Ñeembucú.