

The top portion of the cover features a dark red background with various white line-art illustrations of microscopic organisms, including bacteria, viruses, and protozoa, scattered across the area.

Lecturas de Cátedra

# Manual de epidemiología y salud pública veterinaria

Edmundo Larrieu



EDITORIAL  
UNRN



**MANUAL DE EPIDEMIOLOGÍA  
Y SALUD PÚBLICA VETERINARIA**



Lecturas de Cátedra

# **MANUAL DE EPIDEMIOLOGÍA Y SALUD PÚBLICA VETERINARIA**

Edmundo Larrieu

Prólogo de:

Marco Antônio Natal Vigilato

Contribuciones de:

Pablo Crowley

Mariela García Cachau

José Luis Labanchi

Guillermo Mujica

Roberto Otrrosky

Gabriel Talmon



**EDITORIAL  
UNRN**



Utilice su escáner de  
código QR para acceder  
a la versión digital

# Índice

<b>Prólogo</b> .....	<b>11</b>
----------------------	-----------

<b>Introducción</b> .....	<b>13</b>
---------------------------	-----------

## Capítulo 1

### **Bases de la epidemiología**

1. 1. Para qué usamos la epidemiología .....	15
1. 2. El método epidemiológico.....	18
1. 3. Fuentes de datos .....	19
1. 4. Identificar la ocurrencia de la enfermedad.....	20
1. 5. Manejo de cifras, tasas .....	21
1. 6. Tasas de morbilidad y de mortalidad .....	23
1. 7. Caracterización de la ocurrencia de la enfermedad.....	27
1. 8. Cadena epidemiológica.....	29
1. 9. Variables .....	31
1. 10. Cómo presentar los datos .....	33
1. 11. Medidas de resumen de datos cuantitativos.....	38
1. 11. 1. Estimación práctica de las medidas de resumen .....	42
1. 12. Asociación causal.....	43
1. 12. 1. Asociación de variables cuantitativas .....	44
1. 13. Introducción a los estudios epidemiológicos .....	46
1. 14. Estimación y selección de la muestra .....	49
1. 15. Interpretación de pruebas diagnósticas.....	52
1. 15. 1. Sensibilidad y especificidad .....	52
1. 15. 2. Curvas ROC .....	56
1. 15. 3. Intervalo de confianza.....	57
1. 15. 4. Otros conceptos en pruebas serológicas.....	58
1. 15. 5. Algunas pruebas diagnósticas modernas disponibles ..	59
1. 16. Concepto de prevención.....	61
1. 17. Demografía básica.....	64

## Capítulo 2

### **Epidemiología aplicada**

2. 1. Estudios descriptivos .....	67
2. 1. 1. Tamizaje .....	67
2. 1. 2. Identificación.....	67
2. 1. 3. Cuestionarios y observaciones de campo .....	67
2. 1. 4. Georreferenciación.....	69

2. 2. Medición del riesgo .....	70
2. 2. 1. Riesgo relativo, <i>Odds ratio</i> , riesgo atribuible .....	70
2. 3. Determinación de asociación estadística, test de hipótesis .....	74
2. 3. 1. Test de hipótesis para variables cualitativas .....	76
2. 3. 2. Test de hipótesis para variables cuantitativas .....	78
2. 3. 3. Análisis multivariados .....	79
2. 4. Explicación de los hechos .....	81
2. 4. 1. Hipótesis .....	81
2. 5. Diseño de estudios de casos y controles .....	82
2. 5. 1. Sesgo de selección .....	84
2. 5. 2. Sesgo de clasificación .....	84
2. 5. 3. Variables de confusión .....	84
2. 6. Epidemiología de las zoonosis .....	85

### Capítulo 3

#### **Salud pública veterinaria**

3. 1. Vigilancia epidemiológica .....	91
3. 1. 1. Fuentes de datos .....	94
3. 1. 2. Variaciones temporales .....	96
3. 1. 3. Sala de situación .....	100
3. 1. 4. Vigilancia centinela .....	101
3. 2. Investigación de brotes de enfermedades .....	102
3. 2. 1. Investigación de brotes de enfermedades de origen alimentario .....	104
3. 3. Estudios de tamizaje poblacional .....	115
3. 4. Epidemiología panorámica .....	118
3. 4. 1. Sistemas de información geográficos .....	118
3. 4. 2. Sensado remoto .....	120
3. 4. 3. Epidemiología espacial. Construcción de modelos .....	121
3. 5. El enfoque Una Salud .....	124
3. 5. 1. Salud, promoción de la salud y Una Salud .....	125
3. 5. 2. Alcances y desafíos de Una Salud .....	128
3. 6. Bromatología y seguridad alimentaria .....	130
3. 6. 1. Normas de aplicación .....	133
3. 6. 2. Seguridad y calidad alimentaria .....	134
3. 7. Gerencia en SPVET .....	142
3. 7. 1. Priorización de actividades en SPVET .....	145
3. 7. 2. Principios generales del control de enfermedades .....	148
3. 8. Programación en salud .....	151
3. 8. 1. Componentes de un programa .....	152

3. 8. 2. Análisis de cobertura.....	155
3. 8. 3. Algunos aspectos del control de enfermedades.....	156
3. 9. Intervenciones en SARS-COV-2 en el marco de Una Salud.	
Medidas para controlar la transmisión de la enfermedad.....	160
3. 9. 1. Epidemiología general.....	161
3. 9. 2. Organización del sistema de salud para la atención de la emergencia por SARS-COV-2.....	163
3. 9. 3. Transmisión de SARS-COV-2 a través de la comunidad y mitigación de la transmisión de COVID-19.....	164
3. 9. 4. Actividades de salud pública veterinaria en la emergencia por COVID-19.....	165
<b>Lista de referencias bibliográficas.....</b>	<b>169</b>
<b>Autorías y colaboraciones.....</b>	<b>177</b>

### **Puntos destacados**

Puntos destacados 1 .....	17
Puntos destacados 2 .....	29
Puntos destacados 3 .....	51
Puntos destacados 4 .....	66
Puntos destacados 5 .....	80
Puntos destacados 6 .....	88
Puntos destacados 7 .....	102
Puntos destacados 8 .....	114
Puntos destacados 9 .....	117
Puntos destacados 10 .....	124
Puntos destacados 11 .....	130
Puntos destacados 12 .....	141
Puntos destacados 13 .....	158
Puntos destacados 14 .....	166



# Prólogo

Marco Antônio Natal Vigilato

Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (PANAFTOSA). Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud

Estoy muy honrado de haber sido invitado para escribir el prólogo de este *Manual de epidemiología y salud pública veterinaria*. Conozco al profesor doctor Edmundo Larrieu hace ya algunos años por nuestro relacionamiento profesional y, consecuentemente, he tenido el gran placer de disfrutar de sus aportes científicos y técnicos sobre el campo de la vigilancia, prevención y control de la hidatidosis quística en Sudamérica.

El profesor Eddy –así lo llamamos de manera cariñosa– es un exponente, no solamente regional sino mundial, por su dedicación impar al tema de hidatidosis o equinocosis quística, así como también por su dedicación y trabajo por la salud pública veterinaria.

Hemos compartido varias reuniones y horas de trabajo conjunto –principalmente por su asesoramiento técnico–, y la desventada capacidad que él tiene para transformar en sencilla la complejidad científica es algo que solamente los genios pueden hacer. Sus aportes al programa regional de hidatidosis o equinocosis quística en las Américas han sido realmente significativos en esas décadas de dedicación al trabajo de campo, compartido con el de oficina, además de la promoción y divulgación científica de esas acciones.

Por todo eso, y otras cualidades, el profesor Eddy es un experto en los temas de epidemiología y de salud pública veterinaria, eje central de esta obra técnica, científica y práctica que contribuirá para que el lector pueda aplicar en su vida diaria los principios aquí descritos.

El concepto de *salud pública veterinaria* viene evolucionando desde larga data, y actualmente –de acuerdo con la definición de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), adoptada también por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE)– es «la suma de todas las contribuciones al bienestar físico, mental y social de los humanos a través de la comprensión y aplicación de la ciencia veterinaria».

En el *Manual de epidemiología y salud pública veterinaria* el lector podrá comprender esa dinámica de la implementación intersectorial y multidisciplinaria de la salud pública veterinaria, que es fundamental para el conocimiento de la epidemiología.



## Introducción

En mi último año de la carrera de Medicina Veterinaria en la UBA, en 1977, cursé una materia llamada Veterinaria en Salud Pública cuya función en el programa de la carrera –a fuerza de ser sincero, y como la aún gran mayoría de estudiantes de veterinaria– no entendía muy bien. Por suerte, esa cursada me resultó interesante y, gracias a alguno de sus docentes, me terminó gustando. Recuerdo especial y afectuosamente a Aníbal Franco y a Irma Sommerfelt pues, además de ese logro, me han acompañado y ayudado en casi toda mi vida profesional.

Inesperadamente, apenas recibido en 1978, me encontré trabajando en Salud Pública de la provincia de Río Negro, a cargo de organizar un programa de control de hidatidosis. Lo que era una ocupación transitoria se convirtió en una vida profesional entera. Un curso intensivo de epidemiología en el histórico Instituto Nacional de Epidemiología de Mar del Plata fue mi segunda entrada a esta especialidad.

No mucho después me incorporé a la docencia universitaria en mi propia cátedra de Epidemiología y Salud Pública, en la Universidad Nacional de La Pampa y, más luego, a la Escuela de Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Negro.

La hidatidosis me acompañó estos cuarenta años –independientemente de los distintos cargos que me tocó cubrir en el Ministerio de Salud– y me permitió compartir el campo y la vida con nuestros pobladores rurales, con numerosos colegas del servicio de salud pública veterinaria (SPVET) y con muchos y muy grandes maestros de las zoonosis que contribuyeron en mi formación en una época en que las maestrías y los doctorados en la Argentina brillaban por su ausencia.

Desde Víctor Varela Díaz, con quien empecé a trabajar apenas asumido en zoonosis de la provincia de Río Negro a 30 días de haber egresado yo de la universidad, un extraordinario inmunólogo del Centro Panamericano de Zoonosis de la Organización Panamericana de la Salud que poseía esa –lamentablemente– rara concepción científica de desarrollar productos que pudieran ser aplicados en terreno, de forma masiva, en beneficio de las comunidades, junto a un increíble espíritu crítico en el análisis científico, no exento de mordacidad. Eduardo Guarnera, médico –veterinario de corazón–, a quien conocí en esos primeros años en el Instituto Nacional de Microbiología Carlos Malbrán. Amar Thakur, parasitólogo, también del Centro Panamericano de Zoonosis, infatigable en el terreno y siempre aportando una visión tranquila y filosófica de los hechos. Marshall Lightowlers, otro inmunólogo de terrible espíritu

crítico, amante también de los desarrollos científicos que puedan resultar útiles a los que sufren las consecuencias de la enfermedad. Con todos ellos, y muchos otros, compartimos gracias a la hidatidosis insólitas aventuras en lugares remotos de la Patagonia, memorables discusiones y muchos trabajos de investigación.

Hay muchos y muy buenos libros de epidemiología general y de epidemiología veterinaria a los cuales se puede recurrir para profundizar conocimientos, también de bioestadística. Pero luego de muchos años de docencia universitaria, de cambiar y ajustar programas, de prueba y error en la forma de dar clase, llegué a la conclusión de que era necesario producir un material más global, en el que el alumno pudiera hilar los conceptos integrándolos. Desde las bases elementales de la epidemiología hasta el rol del veterinario en salud, pasando por el apoyo ineludible de conceptos prácticos de bioestadística.

Sabemos que la epidemiología es un trabajo multidisciplinario en el que cada profesión aporta lo suyo y en el que el veterinario es un miembro más. Así, el objetivo de mínima de este manual es familiarizar a los veterinarios con cierta nomenclatura y mecanismos de trabajo, incluidos los estadísticos, facilitando la interpretación y lectura de la literatura científica.

Espero que este manual ayude a los alumnos de epidemiología, a los alumnos de la especialidad en SPVET y a los egresados que deben desempeñarse en servicios de salud a navegar con mayor facilidad en esta orientación profesional.

## Bases de la epidemiología

### 1.1. Para qué usamos la epidemiología

Epidemiología significa, desde un punto de vista etimológico, el estudio de lo que acontece por sobre el pueblo (*epi*: 'sobre', *demos*: 'pueblo', *logos*: 'estudio').

La epidemiología surge como una disciplina ligada al estudio de las enfermedades infecciosas, cuyas epidemias (peste bubónica, fiebre amarilla, tuberculosis, cólera) asolaron al mundo en el pasado y resultaban las más importantes causas de enfermedad y muerte. Quizás el ejemplo más paradigmático sea la peste bubónica, causada por la bacteria *Yersinia pestis*, transmitida principalmente por pulgas transportadas por roedores. Esta fue una de las pandemias más devastadoras en la historia de la humanidad. Iniciada en Mongolia en el siglo XIV, alcanzó su punto máximo entre 1347 y 1353, causando la muerte de 45 a 50 millones de personas en Europa, China, India, Medio Oriente y el Norte de África (Gordis, 2005).

En 1684, Anton van Leeuwenhoek, por su parte, construye el primer verdadero microscopio y describe algo que llama *animálculos* a los que actualmente se les conoce como protozoos y bacterias. Fue la primera persona que pudo ver los espermatozoides y los glóbulos rojos, y realizó dibujos en los que se puede reconocer varios tipos de bacterias frecuentes: bacilos, cocos, grupos de cocos, entre otros, aunque aún sin asociarlos a enfermedades.

En 1849, en lo que puede considerarse el nacimiento de la epidemiología, John Snow demostró en Londres la propagación del cólera por la contaminación fecal del agua potable. Lo hizo ubicando en un mapa los domicilios de los muertos, determinando grados de exposición al riesgo según la compañía proveedora del agua y definiendo medidas de prevención, basadas en la clausura de las fuentes de agua contaminadas por líquidos cloacales, para poner fin a la epidemia que causaba estragos en esa ciudad. John Snow lo logró sin conocer la asociación de las bacterias con las enfermedades (la transmisión de enfermedades se suponía era debido a la existencia de miasmas o aires impuros) y, menos aún, de la existencia de *Vibrio cholerae* en la naturaleza. Los trabajos de John Snow tienen una importancia invaluable.

De hecho, aún hoy la investigación epidemiológica de campo sigue su estrategia. La investigación desarrollada por los Centros para el Control

de Enfermedades (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) de EE.UU. en la década del 70 del siglo XX ante la aparición de una nueva enfermedad que se extendía velozmente con gran número de muertos, conocida luego como síndrome de inmunodeficiencia adquirida (sida) es un muy buen ejemplo retratado brillantemente en la película *Y la banda siguió tocando* (Spottiswoode, 1993) que, en sí misma, es un excelente documento de investigación epidemiológica básica.

La evolución del conocimiento científico y de las causas de enfermedad y muerte produjo en el devenir histórico que la epidemiología vaya ampliando sus horizontes y sus utilidades dentro de los sistemas de salud, cada vez más complejos.

Hoy, las enfermedades crónicas como cáncer, diabetes e hipertensión –transformadas en epidemias de nuestra era al influjo del aumento de la expectativa de vida y de la acumulación de hábitos de vida poco saludables– ocupan parte importante del trabajo de la epidemiología; de la misma forma que nuevas líneas de especialización, como la epidemiología clínica y la epidemiología espacial, se expanden en salud.

¿Significa que las epidemias causadas por agentes infecciosos son cosa del pasado? En absoluto. Pandemias por aparición de nuevos virus, por mutaciones de virus conocidos o por las facilidades modernas para el traslado de virus de un continente a otro están siempre al acecho: gripe aviar H5N1 –aparecida en 1997, en Hong Kong–, la gripe porcina H1N1 o la gripe H7N9 en China, brotes de ébola en África y de zika y chikungunya en América son solo algunos ejemplos que nos muestran que las enfermedades infecciosas son aún un riesgo para la salud humana y para la producción de alimentos de origen animal.

En los últimos años, epidemias como la de SARS (*severe acute respiratory syndrome*, síndrome respiratorio agudo severo) o la de MERS (*Middle East respiratory syndrome*, síndrome respiratorio de Oriente Medio), vinculadas a nuevos coronavirus de origen zoonótico, afectaron a miles de personas. A finales de 2019, una nueva epidemia originada en China, denominada COVID-19 (*coronavirus disease 2019*, enfermedad por coronavirus 2019), causada por un coronavirus de origen zoonótico (murciélagos), se transforma en la pandemia más letal de la historia moderna, causando en su primer año más de un centenar de millones de casos y más de dos millones de muertes en todo el mundo, sin contar la devastación de la economía mundial.

En una escala regional, por ejemplo, un brote de 20 casos en 80 días de síndrome pulmonar por hantavirus, causado por el virus *hanta*, variedad *Andes*, con una mortalidad de alrededor del 50%, generó en la región cordillerana de Bariloche y El Bolsón, además de las pérdidas de vidas humanas, incalculables pérdidas al turismo por el pánico social asociado al brote (Cantoni y otros, 1997). Un nuevo brote de esta enfermedad

se produjo en la localidad de Epuyén, Chubut, entre 2018 y 2019, con 26 casos, también con gran número de muertos y con el mismo impacto social (Domínguez y otros, 2020). Explicar estos hechos sigue siendo patrimonio de la epidemiología.

Por lo tanto, hoy la epidemiología es el estudio de la distribución de las enfermedades y de los determinantes del proceso de salud y enfermedad y la aplicación de estos estudios al control de enfermedades (Gordis, 2005).

De esta forma la epidemiología actualmente excede el marco de situaciones epidémicas para definir principios generales que permitan explicar eventos ocurridos y predecir y prevenir la ocurrencia de enfermedades en la población.

En resumen, la epidemiología busca:

- Describir la distribución de la enfermedad en términos de tiempo en que se presentó, lugar de ocurrencia de los eventos y personas afectadas y susceptibles.
- Explicar los mecanismos causales que permitieron la ocurrencia de enfermedad en un momento determinado.
- Describir la historia natural de la enfermedad.
- Diseñar estrategias de control racional de las enfermedades priorizadas y evaluar el impacto de esas estrategias.

Es interesante resaltar que casi la totalidad de estas enfermedades son zoonosis, involucran mecanismos de transmisión a través de vectores o sus principales reservorios son animales, lo que marca la importancia de la salud pública veterinaria en la investigación epidemiológica y en el control de enfermedades en la comunidad.

---

### **Puntos destacados 1**

---

La existencia de enfermedades infecciosas está asociada obligadamente a la presencia de un agente infeccioso (causa necesaria), sin embargo, la presencia de un agente infeccioso no es causa suficiente para producir enfermedad. Se requiere además la presencia de determinados factores de riesgo para la aparición de la enfermedad en la población (o determinantes de la salud). La existencia de enfermedades no transmisibles, en ausencia de un agente causal infeccioso, está también asociada a la presencia de factores de riesgo específicos.

La epidemiología busca responder a las preguntas de ¿por qué determinados grupos de personas se enferman y otros no?, ¿cuáles son los grupos que tienen más riesgo de enfermar?, ¿cuáles son los factores de riesgo que pueden favorecer la ocurrencia de enfermedad? y, en función de ello, ¿cómo prevenir, predecir y controlar la enfermedad en la población?

---

## 1. 2. El método epidemiológico

La epidemiología de campo requiere de una organización metodológica, que no es otra cosa que la utilización sistemática del método científico.

El método científico trata un conjunto de problemas para arribar a un resultado con el mínimo de esfuerzos y tiempo, máximo de eficacia y menor margen de error, en forma rigurosa y sistematizada. Supone contar con un conocimiento amplio del tema objeto de estudio, el cual se consigue a través de la investigación documental (análisis bibliográfico, publicaciones científicas, de documentos, etcétera) y de la investigación de campo que incluye las técnicas de observación, reglas para el razonamiento y la predicción, ideas sobre la experimentación planificada y los modos de comunicar los resultados experimentales y teóricos.

El método epidemiológico no es otra cosa más que el método científico aplicado al estudio de la enfermedad y de sus determinantes en las poblaciones.

La secuencia característica del método incluye:

- Observación y descripción de los hechos.
- Elaboración de hipótesis tentativas que traten de explicar lo ocurrido basadas en el conocimiento científico existente.
- Verificación de las hipótesis mediante el desarrollo de estudios reglados y sistematizados.
- Conclusiones.

Desde un punto de vista didáctico (pues en la práctica epidemiológica resulta difícil encasillar los procesos tan claramente), podemos dividir la actividad epidemiológica, en primer lugar, en la observación, registro y descripción de los hechos de salud y enfermedad (a lo que denominamos *epidemiología descriptiva*).

Así, la epidemiología descriptiva incluye la observación cuidadosa y el registro objetivo de los hechos. Organiza y resume la información de eventos o de los casos de una enfermedad de acuerdo con las variables epidemiológicas de tiempo, lugar y persona, y en el contexto ecológico de agente, huésped y ambiente interrelacionados. Además, responde las preguntas: ¿qué ocurrió?, ¿quiénes son los afectados?, ¿dónde ocurrió?, ¿cuándo ocurrió? Y nos permite generar explicaciones posibles de las causas de enfermedad, a las cuales denominamos *hipótesis*, sujetas a confirmación.

En segundo lugar, pretendemos la verificación de esa hipótesis, elaborando conclusiones fundadas para lo cual apelamos a varios tipos de estudios epidemiológicos (a lo que denominamos *epidemiología analítica y experimental*).

Los estudios epidemiológicos usan como unidades de observación las poblaciones o grupos humanos, cuantificando la asociación entre variables de exposición al riesgo y la enfermedad, y sobre su relación causal. La conclusión del estudio contesta las preguntas: ¿cómo ocurrió?, ¿por qué ocurrió?

En todas las situaciones, la bioestadística resulta un aliado insustituible de la epidemiología en tanto el recuento de eventos, la forma de resumir esos recuentos y la posibilidad cierta de efectuar aseveraciones basados en pruebas estadísticas son esenciales en la práctica epidemiológica.

### 1.3. Fuentes de datos

La actividad en epidemiología requiere de la obtención de información, tanto de la ocurrencia de casos de enfermedad o muerte como de las características de los afectados, de los no afectados y de los posibles factores de riesgo asociados. Esta información puede obtenerse de distintas fuentes de datos, que pueden ser clasificados en:

- Primarias y secundarias.
- Oficiales y privadas.
- Ocasionales y continuas.

Se trata de fuentes primarias cuando quien publica los datos es el mismo que los ha recogido (por ejemplo, censos de población o resultados de una encuesta de campo de factores de riesgo). Si, por el contrario, la información es tomada de una publicación que contiene resultados extraídos de una fuente primaria, estaremos frente a una fuente secundaria. Las fuentes primarias tienen como ventaja que evitan errores de transcripción y, en ellas, suele ser más claro el procedimiento que se siguió para obtener los datos, lo cual nos permite un mejor análisis crítico de la información.

Son fuentes oficiales los organismos gubernamentales, por ende, todo organismo no gubernamental se considera una fuente privada.

Cuando la información se recoge en un momento o tiempo determinado, sin una secuencia histórica de obtención, nos encontramos ante información ocasional, por ejemplo, estudios epidemiológicos de prevalencia, encuestas sociales, etcétera; en términos epidemiológicos, constituyen un corte de la población, por ejemplo, una encuesta seroepidemiológica de hidatidosis en una población rural nos indicará la proporción de enfermos en un momento dado. Las fuentes de información continuas, por su parte, son el registro sistemático de hechos a medida que estos se van produciendo, por ejemplo, registros de hospitalización, notificación de enfermedades transmisibles, registro de hechos vitales como nacimientos y defunciones, registro de decomisos en mataderos, entre otros.

## 1. 4. Identificar la ocurrencia de la enfermedad

En cualquier situación sanitaria, ya sea dentro de un sistema oficial de vigilancia sistemática de enfermedades o como parte de una investigación epidemiológica para conocer la situación o la evolución de una enfermedad en un territorio dado, la actividad epidemiológica inicial es cuantificar su ocurrencia.

Para ello, el primer paso es identificar las posibles fuentes de datos que nos permitan acceder a la información existente (continua, registrada) mientras que el segundo es desarrollar actividades específicas para obtener nueva información o ampliar la existente (ocasional).

Hay diversidad de sistemas de registro de datos –o sea, procedimientos para informar rutinariamente sobre eventos de morbilidad y epizootias<sup>1</sup>–, a los cuales se puede acceder para identificar inicialmente la ocurrencia de una enfermedad, entre ellos:

- En los hospitales (que son la fuente más importante de información): historias clínicas, cuaderno de registro de prácticas de laboratorio, libros de guardia, libro de cirugía, registro de egresos hospitalarios (que incluye el diagnóstico definitivo de todo paciente internado en el hospital) y el sistema de notificación obligatoria de enfermedades (que recoge el diagnóstico presuntivo de todo paciente atendido en consultorios externos o guardia) definido en la Ley 15.465. Particularmente, el sistema de registro de diagnósticos de laboratorio (identificado en la Argentina como L2) y el sistema de notificación obligatoria (conocido en la Argentina como C2) son la base más importante de información, disponible en línea y actualizada diaria o semanalmente, según la enfermedad motivo de la notificación.
- En el registro civil: certificados de defunción (información disponible con bastante retraso).
- En los centros de salud: registro de actividades en programas específicos, por ejemplo, de maternidad e infancia, inmunizaciones, control de algunas zoonosis, entre otros.
- En las salas de faena: planillas de decomisos (disponibles en línea y, en algunos casos, con sistemas de trazabilidad que permiten identificar el origen de la tropa faenada).

---

1 *Epizootia* es una enfermedad que se presenta transitoriamente en una región o localidad y ataca simultáneamente a una gran cantidad de individuos de una o varias especies de animales.

Otra fuente de datos no convencional es el rumor o información originada en la comunidad y divulgada por sus habitantes o por periódicos. Por ejemplo, muchos brotes de triquinosis, hepatitis o enfermedades gastroentéricas que –por ser tratadas en consultorios privados, que notifican muy raramente– llegan primero a los medios de difusión que a las oficinas de epidemiología.

Cuando esta información no es suficiente para entender la epidemiología de una enfermedad en un territorio dado, recurrimos a fuentes primarias; es decir que el epidemiólogo debe planificar y desarrollar estudios específicos o sistemas de registro especiales que complementen y amplíen el conocimiento de la ocurrencia de una enfermedad, de su historia natural o de su evolución cuando ponemos en marcha medidas de control. Esto incluye:

- Encuestas.
- Investigación epidemiológica.

Las encuestas son procedimientos eventuales para obtener información de distribución de enfermedades, por ejemplo, pruebas tuberculínicas en bovinos, pruebas inmunodiagnósticas en embarazadas para detección de chagas, etcétera. La investigación epidemiológica son los procedimientos para la obtención de información en forma activa sobre uno o varios casos de determinada enfermedad, por ejemplo, el estudio de un brote de enfermedad gastroentérica. También suelen requerirse estudios especiales para obtener información de reservorios y vectores, pues cumplen un papel importante en la transmisión de un gran número de enfermedades. La recopilación de información puede incluir el estudio de la densidad de la población vectorial (por ejemplo, mosquitos en áreas de prevalencia de arbovirus), o de reservorios (por ejemplo, identificación domiciliaria de especies de *Triatoma* spp. y determinación de su parasitación por *Trypanosoma cruzi* en un programa de control de la enfermedad de Chagas), o los cada vez más comunes sistemas para obtener información del ambiente dado que, en ocasiones, los datos referentes a modificaciones en el hábitat son vitales para la predicción de brotes de enfermedades (por ejemplo, epidemia de leptospirosis en los períodos de lluvias o esquistosomiasis subsiguiente a la construcción de represas).

## 1.5. Manejo de cifras, tasas

Nuestras fuentes de datos nos proporcionarán *cifras absolutas*, o sea, casos de muerte o enfermedad.

Estas cifras absolutas tienen importancia administrativa pues nos permiten conocer necesidades de servicios, de prestaciones sanitarias y requerimientos de drogas e insumos para atender los casos identificados o los requerimientos del control.

Sin embargo, su utilidad en epidemiología es bastante limitada. Por ejemplo, 50 casos de brucelosis en una comunidad pueden implicar una situación epidemiológica mucho más grave que 100 casos en otra comunidad si la primera población es de 1000 personas y la otra de 1 000 000. Es decir que es necesario relacionar los casos identificados con la población que les dio origen.

Por eso, uno de los más importantes instrumentos de la epidemiología es el manejo de *cifras relativas*, construidas relacionando las cifras absolutas (casos) con la población de la que provienen y expresándolas en término de frecuencia (tasas).

De esta manera, las tasas se construyen como un cociente en el cual el denominador es la población y el numerador la cantidad de individuos que han sido afectados por cierta causa (enfermedad o muerte). Es decir que las tasas relacionan casos de enfermedad o muerte con la población que los ha sufrido.

Al representar enfermedad (morbilidad) o muerte (mortalidad), las tasas expresan el riesgo que tiene un miembro cualquiera de una población de enfermar o morir por esa causa por el solo hecho de pertenecer a ella.

Toda tasa incluye la descripción precisa de los límites de tiempo (hora, mes, año) y de lugar (escuela, región, país) en que ha ocurrido el evento descripto. Asimismo, dado que el resultado del cociente es siempre menor a uno, se aplica en todos los casos un factor de multiplicación (100, 1000, 100 000), generalmente estandarizado de acuerdo con el tipo de tasa que se desee expresar. Por ejemplo, la tasa de equinocosis quística (causa) en la provincia de Río Negro (límite de lugar) en el año 2017 (límite de tiempo) fue de 5 casos por cada 100 000 habitantes (factor de multiplicación), ya que 5 es el cociente entre 35 casos nuevos y 586 000 habitantes expuestos al riesgo (Larrieu y otros, 2019).

Si las tasas se elaboran relacionando la totalidad de los casos (morbilidad o mortalidad) ocurridos por una o varias causas en un período y lugar determinado con la población total del país, las denominamos *tasas crudas* o *brutas*, por ejemplo, la tasa de mortalidad por chagas en Chile en 2007 fue  $0,33 \times 100\,000$  (Ministerio de Salud Gobierno de Chile, 2010).

Las tasas de este tipo pueden tener limitaciones si deseamos compararlas entre países, pues están muy influenciadas por la distribución etaria de la población. Por ejemplo, países con altas tasas de enfermedades degenerativas en adultos (como cáncer) pueden enmascarar la tasa cruda si tienen una alta proporción de jóvenes en su población, en

comparación con un país en donde la pirámide poblacional muestre una alta proporción de personas adultas, pero con baja proporción de casos de cáncer. Para superar esta limitación se han desarrollado métodos estadísticos para eliminar las diferencias en las proporciones de edades entre las poblaciones que queremos comparar, métodos a partir de los cuales pueden construirse tasas ajustadas (estandarizadas).

La estandarización o ajuste de tasas se efectúa construyendo tasas específicas por estrato y trasladando esa tasa a una población estándar.

Por otra parte, si las tasas se elaboran circunscribiendo el fenómeno a un sector de la población determinado por alguna característica, como edad o sexo, las denominamos *tasas específicas*. Este tipo de tasas es muy útil para la descripción epidemiológica dado que algunas características de las personas, tales como edad, sexo, ocupación o domicilio, pueden tener influencia en el riesgo de enfermar o morir. Por ejemplo, la tasa de morbilidad de síndrome urémico hemolítico en la República Argentina en 2017 fue  $6 \times 100\,000$  en niños menores de 5 años de edad (Dirección Nacional de Epidemiología, 2017).

## 1.6. Tasas de morbilidad y de mortalidad

Las tasas, crudas o específicas, pueden expresar enfermedad (tasas de morbilidad) o muerte (tasas de mortalidad). En ambos casos, las tasas quedan limitadas como expresión del estado sanitario de una población en cuanto el numerador solo recoge la información registrada por el sistema de salud, quedando excluidos los casos no notificados (generalmente, la notificación tiene un alto cumplimiento en el sector público, mientras que el cumplimiento del sector privado es muy bajo), los que no reciben asistencia sanitaria para su enfermedad y los incorrectamente diagnosticados.

De tal forma, las tasas usualmente expresan valores de enfermedad inferiores a los existentes en la realidad, diferencia que puede alcanzar en ocasiones al 50%. Las tasas de mortalidad, en tanto los registros de muerte son de cumplimiento generalizado, pueden presentar mayor cercanía con la realidad.

Sin embargo, en tanto la subnotificación de casos es un elemento que podría ser considerado estable (mientras no se instrumenten programas de control o de vigilancia de una enfermedad específicos que puedan modificar esa situación) a lo largo de los años, las series históricas de las tasas de morbilidad expresan con bastante justeza la historia natural de una enfermedad en una población. En otras palabras, su tendencia. Este es quizás el aspecto más crítico del tema. La construcción de tasas en

epidemiología tiene generalmente el objetivo de observar el comportamiento de la enfermedad a través del tiempo.

Con relación al denominador, la población expresada será siempre la que es definida como expuesta al riesgo. Podrá estar representada por la totalidad de la población de una comunidad (usualmente provista por los censos nacionales), por parte de ella (por ejemplo, en cáncer de próstata se considerarán solamente los individuos de sexo masculino) o por el número de sujetos sometidos a un estudio o que participaron de un evento que derivó en la existencia de enfermedad (por ejemplo, en intoxicaciones alimentarias).

*Incidencia y prevalencia* son dos conceptos clave dentro de las tasas de morbilidad. La tasa de incidencia expresa el número de casos nuevos ocurridos en el período considerado (día, mes, año) con relación a la población expuesta al riesgo. Mide la frecuencia de la aparición de la enfermedad. Se calcula como el cociente entre el número de casos nuevos de una enfermedad (casos diagnosticados en el año considerado) y la población expuesta al riesgo (a la mitad del período considerado). Por ejemplo, la tasa de incidencia de triquinosis en España en el año 2016 fue:

$$\frac{14 \text{ (casos)}}{46\,720\,000 \text{ (habitantes)}} \times 100\,000 \text{ (factor de multiplicación)} = 0,03$$

Expresada en términos de riesgo, esta tasa significa que cualquier habitante de España, en el año 2016, tuvo una posibilidad de 0,03 en 100 000 de enfermar de triquinosis (Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III, 2019). Así, en epidemiología, incidencia es sinónimo de riesgo.

La tasa de prevalencia expresa el total de casos existentes en una comunidad en el período considerado. Mide la existencia de enfermedad. Se calcula como el cociente entre el número total de casos de una enfermedad (casos diagnosticados en el período considerado más los casos preexistentes) y la población expuesta al riesgo (a la mitad del período considerado). Por ejemplo, según el Centro Nacional para la Prevención y el Control del VIH y el sida (2019) de México, la tasa de incidencia para sida/VIH, en 2017, fue:

$$\frac{13\,710 \text{ (casos nuevos)}}{124\,738\,000 \text{ (población)}} \times 100\,000 = 10,9 \times 100\,000$$

Mientras la tasa de prevalencia fue:

$$\frac{150\,456 \text{ (casos vivos)}}{124\,738\,000 \text{ (población)}} \times 100\,000 = 120 \times 100\,000$$

La tasa de prevalencia puede ser de período (1 año), generalmente cuando es estimada con base en la notificación oficial de casos (en cuyo caso, el denominador está constituido por la población existente) o de punto (un momento dado), fundamentalmente cuando su estimación es producto de un estudio poblacional (en cuyo caso, el denominador estará constituido por el número de personas incluidas en el estudio, por ejemplo, todos los trabajadores de un frigorífico sometidos a un estudio serológico para determinar la presencia de brucelosis). En la práctica, la prevalencia de período es un indicador escasamente utilizado en la actualidad.

En el caso de enfermedades agudas, como hantavirus, las tasas de incidencia y prevalencia tenderán a ser similares. Las mayores diferencias entre ambas surgen en enfermedades crónicas, como hidatidosis o cáncer, en donde por la naturaleza de la enfermedad coexistirán casos nuevos con casos diagnosticados en períodos anteriores.

Las tasas de incidencia expresan usualmente la ocurrencia de una enfermedad en una población en función de los casos diagnosticados y notificados a los sistemas de salud. Por ello, normalmente, el factor de multiplicación es 100 000.

Los resultados de encuestas en población no sintomática para detectar portadores de una determinada enfermedad, por su parte, son expresados generalmente en términos de prevalencia; por ejemplo, la seroprevalencia de *Brucella* spp. en la población humana en el municipio de Marechal Deodoro, en Alagoas, Brasil (Cavalcanti Soares y otros, 2015), en 2015 fue:

$$\frac{9 \text{ (casos positivos)}}{455 \text{ (población estudiada)}} \times 100 = 1,9 \times 100$$

Es decir que, de 455 pobladores estudiados mediante antígeno acidificado tamponado, se obtuvieron 9 casos positivos, para una prevalencia de 1,9 por cada 100 habitantes. En estos casos, el factor de multiplicación usualmente utilizado es 100.

La tasa de ataque, por definición, es una tasa de incidencia, pero es utilizada en casos de brotes. Relaciona, por lo tanto, una población acotada y definida expuesta al riesgo en un período de tiempo también

acotado, correspondiente al momento de exposición al riesgo. Por ejemplo, la tasa de ataque en un brote de triquinosis en Viedma, en agosto de 1982:

$$\frac{28 \text{ (casos)}}{49 \text{ (expuestos al riesgo)}} \times 100 = 57,14 \%$$

Son 28 casos de triquinosis entre 49 personas expuestas al riesgo por consumo de embutidos frescos contaminados, detectadas en entrevistas que fueron parte de la investigación. Como factor de multiplicación en brotes siempre se usa el valor 100.

La tasa de ataque secundario es una tasa de incidencia de aplicación exclusiva en enfermedades transmisibles, por cuanto mide el riesgo que corre un grupo delimitado de adquirir determinada enfermedad por estar en contacto con la fuente original de infección o con el caso primario. Es decir que el numerador expresará el número de casos secundarios (contactos del caso primario) y el denominador el total de contactos. Por ejemplo, la tasa de ataque secundario en un brote de hepatitis estaría dada por el número de casos en hermanos menores de niños concurrentes a la escuela en donde se desarrolló dicho brote entre el total de hermanos menores.

La incidencia acumulada define la proporción de individuos que, estando libres de una enfermedad al comienzo de un período de tiempo considerado, enferman a lo largo del mismo. Es la proporción de individuos que desarrollan el evento durante el período de seguimiento.

La incidencia acumulada es expresada como producto del cociente entre el número de individuos que presentan la enfermedad y el número de individuos de la población considerada en un determinado período de tiempo. Podemos presentar los datos solo como el producto del cociente (valor entre 0 y 1) o multiplicarlo por un coeficiente. La ventaja de la incidencia acumulada es hacer visible una determinada patología con mayor claridad cuando el número absoluto de casos es bajo. Por ejemplo, en Sudamérica la incidencia acumulada de equinococosis por 100 000 habitantes por división administrativa de primer orden (provincias en la Argentina, departamentos en Uruguay, regiones en Chile y Perú) de 2010 a 2014 fluctuó entre 2,62 y 101,08 (Pavletic y otros, 2017).

Por su parte, las tres tasas de mortalidad más utilizadas son:

- Tasa de mortalidad propiamente dicha.
- Tasa de letalidad.
- Tasa de mortalidad proporcional.

La tasa de mortalidad propiamente dicha expresa la cantidad de individuos que mueren en una población, ya sea por todas las causas (mortalidad general) o por una patología específica (mortalidad por causa). Mide la proporción de población que muere cada año con relación a la población expuesta. Es decir que se construye como producto del número de muertos (por una o todas las causas) sobre la población expuesta al riesgo (a la mitad del período considerado), multiplicado por el factor de corrección (100 000 o 1 000 000, generalmente, a excepción de las tasas de mortalidad infantil que se expresan siempre por cada 1000). Por ejemplo, la tasa cruda de mortalidad general en la Argentina, 2017, es de 7,56 por cada 1000 habitantes (Dirección de Estadísticas e Información de la Salud, 2018); en África, la Organización Mundial de la Salud estima una mortalidad general debida a la rabia, tasa por una causa, de 4 por cada 100 000 habitantes (Asociación de Médicos de Sanidad Exterior, 2017).

La tasa de letalidad expresa la probabilidad que existe de morir con relación a la ocurrencia de casos de una enfermedad. Mide la gravedad o potencial mortal de una enfermedad. Se construye como producto del número de muertos por una causa sobre el total de enfermos por esa causa, multiplicado por el factor de corrección (usualmente 100). Por ejemplo, la tasa de letalidad por hidatidosis en cinco países de América del Sur, entre 2009 y 2014 (Pavletic y otros, 2017), fue:

$$\frac{562 \text{ (muertos)}}{29559 \text{ (casos)}} \times 100 = 2,9 \%$$

La mortalidad proporcional expresa la proporción de las muertes por una causa específica con relación a la mortalidad global (número de muertos por una causa sobre todos los muertos). Es decir que, al establecer relaciones con la población total, este tipo de tasa no expresa el riesgo de que los miembros de la población mueran por la causa estudiada. Por ejemplo, en la Argentina, en 2015, la tasa de mortalidad proporcional de defunciones por causas mal definidas fue de 5,9% (Dirección de Estadísticas e Información de la Salud, 2017).

## 1.7. Caracterización de la ocurrencia de la enfermedad

Ahora que podemos definir la ocurrencia de una enfermedad en un territorio dado, nos interesa definir los alcances de la ocurrencia. Una primera aproximación es definir si estamos en presencia de una enfermedad endémica o si nos encontramos ante una epidemia.

*Endemia* podría definirse como la situación normal esperada de una enfermedad. Es decir que el número de casos –y, por ende, las tasas– mantienen valores o niveles estables, con pocas fluctuaciones entre períodos, por lo tanto, su comportamiento es predecible. Por ejemplo, brucelosis en Catamarca y hantavirus en Oran (Argentina).

*Epidemia*, en cambio, implica la aparición de un número de casos de una enfermedad claramente en exceso sobre los esperados (prevalencia excesiva). Cuando se expande por todo el mundo, o gran parte de este, hablamos de *pandemia*.

En muchos casos, la existencia de una epidemia es obvia; por ejemplo, cuando afecta a una gran proporción de personas o animales, produce evidencias claras de enfermedad y se presenta en un corto período de tiempo (encefalitis equina, triquinosis, hantavirus). Por el contrario, no resulta tan sencillo caracterizar como epidémica la ocurrencia de una enfermedad crónica, aunque modernamente las principales epidemias que afectan al mundo son enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), como cáncer, diabetes o hipertensión. Este concepto es aplicable a enfermedades tanto infecciosas como no infecciosas.

La determinación de que un número de casos es una prevalencia excesiva implica conocer la frecuencia de la enfermedad a lo largo de un período de tiempo prolongado o, asumiendo un mayor margen de error, comparar nuestra frecuencia de casos con la frecuencia en otros lugares. Un valor absoluto (número de casos) por sí solo no permite clasificar una ocurrencia como epidémica si no tenemos un elemento de comparación.

Un caso especial de epidemia está asociado al concepto de *brote* o *brote epidémico*, término que expresa con mayor precisión episodios que ocurren en cortos períodos de tiempo, iniciado por casos primarios a fuente única de infección. Son ejemplos típicos de esta situación las intoxicaciones alimentarias.

Finalmente, una región puede ser caracterizada como libre de una enfermedad en ausencia de notificación de casos; aunque el concepto debería incluir la inexistencia del agente en el ambiente, no siempre hay estudios que certifiquen esa situación. Un ejemplo de ello es la ausencia de notificaciones de casos de rabia canina y humana en la región patagónica argentina, zona libre hasta 1997 en que se produce el hallazgo de virus rábico en murciélagos de diversas localidades de la región. Aunque se trata de otra variante del virus, la región ya no puede considerarse libre de rabia.

---

## Puntos destacados 2

---

La epidemiología trabaja con base en el método epidemiológico, que no es otra cosa que el método científico aplicado a estudios en poblaciones. Incluye cuatro etapas sucesivas: descripción de la situación, elaboración de hipótesis explicativa, comprobación de la hipótesis y conclusiones.

Para el primer paso, una de las más importantes fuentes de información en salud pública es la notificación médica obligatoria. Con esta información pueden elaborarse tasas crudas o específicas de incidencia  $\times 100\ 000$  (siendo que la incidencia identifica casos nuevos y que una tasa está constituida por un numerador que representa el número de casos, un denominador con el tamaño de la población, un índice para multiplicar el resultado, usualmente 100 o 100 000, y la ubicación temporal y espacial del dato).

Cuando se efectúan estudios epidemiológicos en determinadas comunidades para identificar enfermos, la información de enfermedad obtenida permite elaborar tasas de prevalencia  $\times 100$  (siendo que la prevalencia identifica todos los casos existentes). La investigación de brotes epidémicos, por su parte, requiere construir tasas de ataque, que son de incidencia y se expresan  $\times 100$ . La tasa de mortalidad habitualmente se construye a partir de los certificados de defunción y nos permite conocer las causas de muerte en una comunidad. La letalidad, por su parte, nos define la gravedad de una enfermedad desde el punto de vista de su pronóstico.

*Endemia* es la ocurrencia normal y esperable de casos, mientras que *epidemia* es un aumento importante, excesivo, del número de casos esperados, por lo que, para definir la presencia de una epidemia, se requiere conocer la ocurrencia habitual.

---

## 1. 8. Cadena epidemiológica

Ahora que sabemos cómo obtener información de casos de enfermedad o de muerte, podemos concentrarnos en el segundo problema, que es obtener información sobre las características de las personas enfermas y sobre los factores de riesgo involucrados.

La descripción por parte del epidemiólogo de la ocurrencia de una enfermedad y de los factores determinantes de dicha ocurrencia incluye necesariamente el análisis de la cadena epidemiológica. A esta podemos definirla como los eslabones que representan los mecanismos de transmisión de una enfermedad.

La cadena epidemiológica fue desarrollada para el análisis de los mecanismos de transmisión de enfermedades infecciosas en las que el conocimiento de esos eslabones, o al menos alguno de ellos, nos permite instrumentar medidas de control para cortar la transmisión. Esta cadena es de más difícil visualización en las modernas epidemias de enfermedades crónicas no transmisibles, aunque es posible abordarlas con criterios generales similares.

La cadena epidemiológica incluye sucesivamente:

- Fuente de infección, que es el animal (huésped), objeto o sustancia de la cual el agente infeccioso pasa a un huésped susceptible.
- Vías de eliminación o puertas de salida, que pueden estar constituidas por las vías respiratorias, digestivas, urinarias, piel y mucosas o aparato sexual.
- Puertas de entrada, también constituidas –según el agente etiológico– por las vías respiratorias, digestivas, vías urinarias, piel y mucosas o aparato sexual.
- Mecanismos de transmisión, que nos explican cómo pasa el agente de un huésped a otro. Pueden ser clasificados en:
  - Transmisión directa, es decir, por contacto (por ejemplo, enfermedades venéreas o rabia).
  - Transmisión indirecta, es decir, por vehículos, objetos o sustancias inanimadas, que pueden transportar al agente patógeno (transmisión por aire, agua o alimentos).
  - Transmisión por vectores, donde un invertebrado es responsable de la transmisión del agente infeccioso, ya sea por transmisión mecánica –en la que el artrópodo es portador por accidente y no se produce desarrollo del parásito en el vector (por ejemplo, ciertas enfermedades entéricas transmitidas por la mosca de la basura)– o por transmisión biológica –en la que el agente cambia de forma y se multiplica en el vector, resultando paso obligado en el ciclo del agente infeccioso (por ejemplo, *Tripanosoma cruzi*, agente etiológico de la enfermedad de Chagas, en donde los *tripomastigotas* presentes en el huésped pasan al vector *Triatoma infestans* a través de la sangre, en su intestino, se transforman en *epimastigotas*, etapa reproductiva del parásito, y luego se transforman en *tripomastigotas* metacíclicos que se evacúan a través de las heces del vector).
- Huésped constituye toda persona o animal vivo que alberga y permite la subsistencia de un agente infeccioso, resultando huésped susceptible toda persona o animal vivo pasible de ser infectado. Un perro, por ejemplo, puede ser huésped de *Leptospira* spp., un bovino puede ser huésped de *Brucella abortus*.

- Reservorio es toda persona, animal, artrópodo, planta o suelo donde normalmente vive y se multiplica un agente infeccioso y del cual depende para su supervivencia, reproduciéndose de manera que pueda ser transmitido a un huésped susceptible (por ejemplo, el virus *hanta* variedad *Andes* tiene como reservorio el roedor *Oligoryzomys longicaudatus*).
- Portador es toda persona o animal infectados que albergan un agente infeccioso sin presentar síntomas clínicos de enfermedad. Habrá respuesta serológica de anticuerpos, pero sin presencia de síntomas. El portador es fuente potencial de infección para otros animales o personas durante un período limitado –en fase de incubación o en convalecencia– o crónicamente, por ejemplo, *Salmonella typhi* puede mantenerse en una persona sin que presente síntomas de fiebre tifoidea, manteniendo su capacidad de infectar durante muchos años, o las aves psitácidas pueden ser portadoras asintomáticas de *Chlamidia psittaci* y producir psitacosis en las personas.

La cadena epidemiológica de una enfermedad, a su vez, tenemos que analizarla e integrarla con las relaciones existentes entre el agente etiológico, el huésped susceptible y el ambiente en el cual estos se encuentran. Estos elementos son conocidos como la *triada ecológica* y expresan una relación de equilibrio cuya alteración será desencadenante de procesos de enfermedad en las poblaciones. Por ejemplo, el cambio climático (alteración del ambiente) produce un aumento exponencial de *Aedes aegyptis*, mosquito vector del dengue y otras virosis, aumentando así la oferta de agentes etiológicos que encontrarán una gran cantidad de huéspedes susceptibles.

## 1.9. Variables

Resulta claro que, para el trabajo epidemiológico, la descripción de eventos de enfermedad o muerte comprende determinar la ocurrencia (casos, tasas), las características del lugar donde ocurrieron los hechos (país, localidad, contexto urbano o rural), las características de las personas o animales afectados (sexo, edad, raza, especie) y la descripción de los factores de riesgo que pudieron haber generado el episodio (hábitos, costumbres, ambientes contaminados, alimentación, contacto con animales y con vectores, entre otros).

Por ejemplo, cuantificaremos y describiremos una intoxicación alimentaria como un episodio ocurrido entre los asistentes a una cena,

que afectó más seriamente a niños que a adultos, mediando 36 h entre la cena y la aparición de síntomas en la mayor parte de los afectados, con una tasa de ataque para los que consumieron pastel de papas y carnes de  $76 \times 100$ . Esta descripción nos permite la elaboración de hipótesis que intenten explicarla.

En función del período de incubación, síntomas predominantes, tasa de ataque del alimento y características de las personas afectadas establecemos como hipótesis que se trató de una contaminación de la carne utilizada en el pastel por *Salmonella* spp. Estudios epidemiológicos analíticos y el apoyo de laboratorio permitirán confirmar o rechazar esta hipótesis.

Para poder desarrollar el proceso de obtención de la información que se requiere para abordar el ejemplo anterior, primero debemos ajustar las definiciones:

- *Población* es el conjunto de individuos que pueden ser estudiados, considerando a cada uno de ellos como unidad de observación, siendo normalmente imposible examinar a la totalidad de los individuos que componen la población.
- *Muestra* es la parte seleccionada de la población que puede ser estudiada para obtener conclusiones que puedan llegar a aplicarse a toda la población, dependiendo para ello del cumplimiento de reglas básicas de muestreo.
- *Variables* son las características de la población o de los individuos que pueden ser registradas en un estudio, por ende, pueden asumir distintos valores. Las variables se pueden clasificar en cuantitativas y cualitativas, o en dependientes e independientes.
  - Una variable será cuantitativa cuando se expresa en forma numérica, por ejemplo, si recopilamos información sobre dinámica de poblaciones caninas, la edad de los canes (1, 2 o 5 años). A su vez, las variables cuantitativas pueden ser discretas (se cuentan o miden como números enteros, por ejemplo, número de perros) o continuas (se cuentan o miden por cualquier valor o fracción, por ejemplo, peso o altura).
  - Una variable será cualitativa cuando no puede ser expresada en forma numérica, por ejemplo, edad y sexo.
  - Una variable será dependiente cuando es causada o modificada por otra, e independiente cuando modifica o produce a la otra, por ejemplo, podemos relacionar en un estudio la variable temperatura, que sería dependiente, con la variable estado de salud, que sería independiente.
- *Frecuencia* es el número de veces que se repite alguna característica en un estudio. Puede presentarse en diversas modalidades:

- *Frecuencia absoluta* es el número de observaciones en cada categoría o intervalo. Por ejemplo, en nuestro estudio de dinámica de poblaciones, una encuesta domiciliaria nos arroja la existencia de 1700 canes, siendo 750 la frecuencia de hembras y 950 la frecuencia de machos.
- *Frecuencia relativa* es la proporción respecto al total en que se presenta cada categoría. Por ejemplo, del 100% de los canes, 44% son hembras y 56% son machos.
- *Frecuencia acumulada*, finalmente, es la proporción respecto al total que representa la cantidad de observaciones que se acumulan hasta una determinada categoría de una variable ordinal. Por ejemplo, en la tabla 1.1 vemos un ejemplo de frecuencia absoluta, frecuencia relativa y frecuencia acumulada para distintos intervalos de clase.<sup>2</sup>

Tabla 1.1. Edad de una muestra de perros y su frecuencia absoluta, relativa y acumulada

Intervalo de clase (edad)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
0 a 5	900	0,53 (53%)	53%
6 a 10	600	0,35 (35%)	88%
11 a 15	200	0,12 (12%)	100%

## 1.10. Cómo presentar los datos

Al recoger información de casos de enfermedad o sobre las variables relacionadas, acumulamos una enorme cantidad de datos que, anteriormente, se archivaban en tarjetas y, hoy en día, se archivan en bases de datos informatizadas, de las cuales las más comunes son las planillas de cálculo. Para entender esa información se requiere una presentación sencilla, organizada y agrupada. Para ello nos valemos de tablas (describen los datos) y gráficos (muestran patrones generales de los datos).

La construcción de tablas requiere que sean sencillas, fáciles de interpretar (para eso debe evitarse incluir un elevado número de filas o

<sup>2</sup> Debe recordarse, como principio básico de los intervalos de clase, que su amplitud debe ser siempre la misma, no debe repetirse el valor asignado al límite superior de un intervalo con el valor del límite inferior del intervalo siguiente, y no debe dejarse intervalos abiertos (por ejemplo, 11 y más).

columnas) y poseer un título claro y explicativo sobre lo que se presenta en la tabla, incluyendo qué se presenta, en qué lugar y en qué tiempo. Por lo general, la primera columna incluye las categorías (por ejemplo, sanos, enfermos) o los intervalos de clase (por ejemplo, grupos de edad) de la variable. Asimismo, la última fila corresponde al total de la frecuencia. La tabla 1. 2 muestra un ejemplo de tabla sencilla para presentar resultados de búsqueda de *Escherichia coli* en laboratorio.

Tabla 1. 2. Resultados de muestras procesadas para identificar presencia de *Escherichia coli*, Laboratorio de Salud Ambiental, Viedma, 2013

Tipo de muestra (categoría)	Número de muestras (frecuencia)	Número de muestras positivas a <i>E. coli</i>	Porcentaje de muestras positivas
Carne picada	103	16	15,3
Embutido	12	3	25
Lácteos	14	1	7,1
Agua (acequia, canal)	6	2	33
Tierra	4	1	25
Hisopados de superficies	5	0	0
<b>Total</b>	<b>144</b>	<b>23</b>	<b>16</b>

Fuente: Dirección de Salud Ambiental, Ministerio de Salud de Río Negro.

Los gráficos, por su parte, pueden resultar una forma sencilla y clara de visualizar la información. Requieren de algunas precauciones, por ejemplo, utilizar pocas variables, asegurar que el gráfico no distorsione los datos y seleccionar un tipo de gráfico adecuado para los datos que se están presentando.

En las publicaciones científicas, los gráficos deben ser los mínimos imprescindibles. En los informes epidemiológicos hay más posibilidades de insertar variedades de gráficos explicativos, pero debemos asegurarnos de que cumplen su cometido y no pueden ser reemplazados por tablas. La facilidad para construirlos no debe hacernos perder de vista que un exceso es fatigoso para el lector.

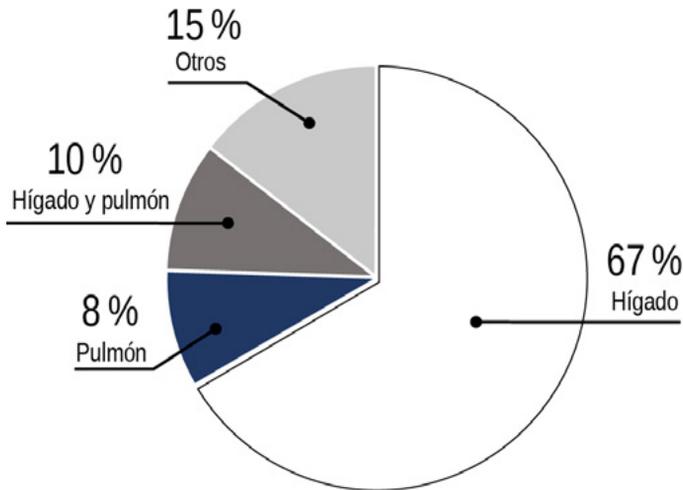
Hoy, varios programas informáticos, incluyendo las planillas de cálculo, nos permiten automatizar la construcción de gráficos. Desde la opción *Insertar* → *Gráficos recomendados*, podemos acceder a varias opciones según el tipo de datos seleccionados.

Algunos de los gráficos más utilizados en epidemiología son:

- Gráfico circular de sectores.
- Histograma.
- Gráfico de barras.
- Mapas.

En el gráfico circular de sectores, cada sector del círculo es proporcional a la frecuencia de la categoría. La figura 1. 1 muestra las diferentes localizaciones de equinocosis quística halladas en una cohorte de niños.

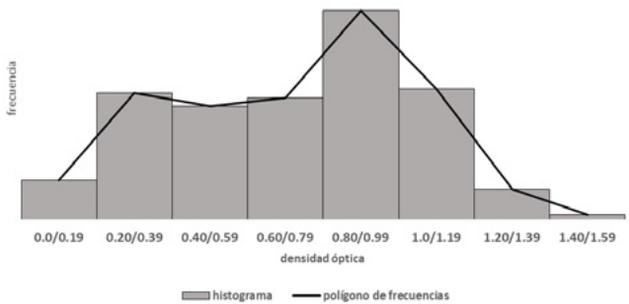
Figura 1. 1. Equinocosis quística en 93 niños de 0 a 14 años, según órgano afectado, Río Negro, 2006/2016



Fuente: Dirección de Salud Ambiental, Ministerio de Salud de Río Negro.

El histograma se utiliza especialmente para graficar variables cuantitativas continuas. Está formado por rectángulos adyacentes, siendo el área de cada rectángulo proporcional a la frecuencia de las observaciones. La unión de los puntos medios de los rectángulos, asimismo, permite construir un polígono de frecuencias, como se presenta la figura 1. 2, construida graficando una variable continua como la densidad óptica del suero.

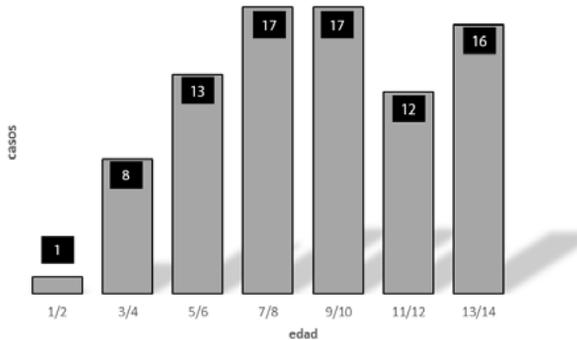
Figura 1. 2. Frecuencia de la densidad óptica de los anticuerpos vacunales en ovinos vacunados con vacuna EG95 contra la equinocosis quística en Río Negro, 2016



Fuente: Dirección de Salud Ambiental, Ministerio de Salud de Río Negro.

El gráfico de barras se utiliza para muchos tipos de representación de variables, ya sea mediante barras simples, agrupadas o superpuestas. Por ejemplo, la figura 1. 3 muestra la distribución de las edades en niños con equinocosis quística.

Figura 1. 3. Casos de equinocosis quística según grupos de edad en niños menores de 15 años en Río Negro, 2006 a 2015

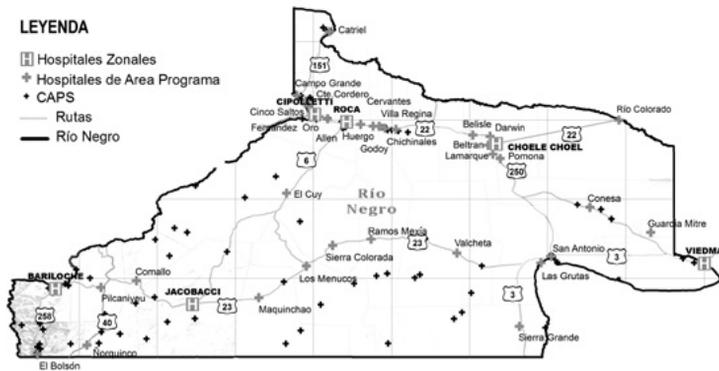


Fuente: Dirección de Salud Ambiental, Ministerio de Salud de Río Negro.

Los mapas se utilizan especialmente para describir redes de servicios, aspectos geográficos o para observar los patrones de distribución geográfica de enfermedades. Pueden representarse la localización de los casos y su agrupamiento, las tasas de incidencia o prevalencia en determinadas unidades geográficas como provincias o municipios y muchos mapas

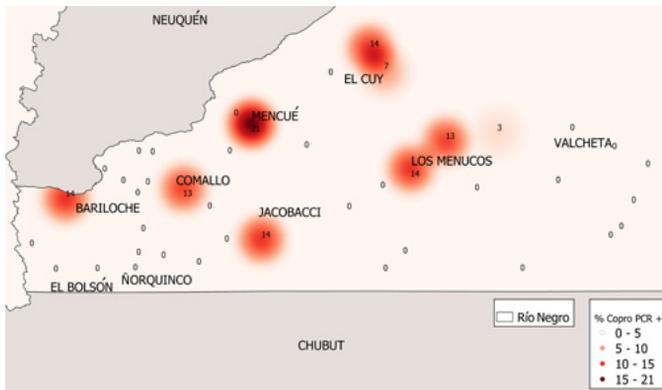
más. La disponibilidad actual de programas libres que construyen sistemas de información geográficos (SIG) asociando la ubicación espacial de los casos con determinados factores de riesgo o patrones ambientales ha ampliado enormemente las posibilidades de los mapas como formas gráficas de presentar los datos. Por ejemplo, la figura 1. 4 muestra la red sanitaria de la provincia de Río Negro, mientras que la figura 1. 5 muestra áreas geográficas localizadas con persistencia de transmisión de equinocosis quística en establecimientos ganaderos.

Figura 1. 4. Red hospitalaria y de centros de salud de la provincia de Río Negro, 2019



Fuente: Ministerio de Salud de Río Negro.

Figura 1. 5. Puntos geográficos con transmisión activa de equinocosis determinados mediante PCR en muestras de materia fecal canina en la provincia de Río Negro, 2018



Fuente: Dirección de Salud Ambiental, Ministerio de Salud de Río Negro.

## 1. 11. Medidas de resumen de datos cuantitativos

La información obtenida debe ser resumida para su interpretación, para poder efectuar comparaciones entre distintos grupos o distintos estudios en forma práctica y sencilla, o para producir informes técnicos específicos. Para ello es necesario recurrir a la utilización de valores que sean representativos del total de datos acumulados. Estos valores pueden ser divididos en dos grandes grupos: medidas de tendencia central y medidas de dispersión.

Para su mejor comprensión, primero debemos definir la distribución normal, que es la distribución de probabilidad de una variable continua que describe los datos agrupados en torno a un valor central. Todo proceso en el que solo existan causas aleatorias de variación sigue una ley de distribución normal. Esta condición aparece con frecuencia en fenómenos naturales (de ahí que se la denomine normal). La representación gráfica es la curva de distribución normal también denominada campana de Gauss en honor del científico alemán Carl Friedrich Gauss.

Si el número de observaciones es suficiente, y ellas se han efectuado al azar, la distribución de frecuencias se agrupará alrededor de un punto central y formará una curva en forma de campana conocida como curva normal o de Gauss (reiteramos que hablamos de cifras continuas, tal como presión arterial o hemoglobinuria).

Las medidas de tendencia central se ubican en la parte central de la distribución y pueden ser definidas como promedios. Son media, mediana y modo. Las tres nos permiten, así, expresar con una sola cifra el valor central de una serie de datos (observaciones). Por ejemplo, valor medio de la *eosinofilia* en parasitosis intestinales, edad media de los afectados por fiebre tifoidea en una localidad, mediana de los valores de fosfatasa alcalina en pacientes con hidatidosis, media o mediana del número de casos de triquinosis en el período 1970-1980, mediana del período de incubación de un brote por *Staphylococcus* spp.

La media ( $\bar{X}$ ) o media aritmética, en una serie de datos no agrupados, es la suma de los valores de las observaciones dividido el total de las observaciones realizadas. En términos estadísticos, es la sumatoria de  $x$  (siendo  $x$  cada valor observado) dividido por  $n$  (siendo  $n$  el número total de observaciones); se utiliza el símbolo  $\bar{X}$  (una letra  $x$  con una barra horizontal sobre ella) para representar la media de una muestra, mientras que la letra  $\mu$  (mu) se usa para la media aritmética de una población, es decir, el valor esperado de una variable:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

La media es una medida de resumen de elección cuando se aplica a una serie de datos cuya distribución es aritmética y no tiene valores aberrantes en los extremos; por ejemplo, si el tiempo medio de incubación de una enfermedad es de 25 días y casi todos los casos se encuentran con una incubación variable entre 15 y 35 días, un caso con una incubación de 100 podría ser un valor aberrante y alterar la media, que dejaría de ser representativa del período de incubación.

La mediana (*Mna*) deja igual número de observaciones por arriba y por debajo en una serie de datos no agrupados, ordenados en forma correlativa (de menor a mayor). Si la serie es impar, la *Mna* será el valor central y si, por el contrario, es par, se promedian los dos valores centrales. La *Mna* es una medida de resumen que describe correctamente series de datos tanto simétricos como asimétricos y puede ser utilizada en presencia de valores aberrantes (volviendo al ejemplo anterior, la presencia de un resultado 100 no modificaría el valor de la mediana) y si existen clases abiertas.

El modo (*Mo*) es la forma más sencilla y menos eficiente de obtener una medida de tendencia central. Es el valor que se presenta con mayor frecuencia. El modo puede no ser único y, aun, puede no existir. Se lo usa para determinar el tipo de fuente de contagio en investigaciones epidemiológicas. Así, una distribución unimodal de casos de hepatitis infecciosa, por ejemplo, indicará una sola fuente de infección; bimodal, indicará propagación secundaria; finalmente, multimodal, indicará la existencia de múltiples fuentes de infección o transmisión persona/persona.

Para describir una determinada situación epidemiológica –por ejemplo, características etarias de un grupo de pobladores rurales afectados de brucelosis–, no es suficiente el cálculo de las medidas de tendencia central, ya que las mismas solo expresan las características medias de los individuos, pero no aportan información de su variabilidad, es decir, de cómo se distribuye la muestra o el universo alrededor de la media, o sea, hacia los costados de nuestra distribución de frecuencias.

Si, por ejemplo, dos poblaciones (A y B) presentan distintas tasas de prevalencia de *Larva migrans*, teniendo ambas una edad promedio de 30 años, no podremos explicar las distintas prevalencias a partir del factor edad. Sin embargo, si la población A presenta una alta proporción de personas entre 25 y 35 años, y la B, una alta proporción de niños y ancianos (ambas, por ende, con similar edad media), podremos realizar inferencias sobre el efecto de la edad en la prevalencia de la enfermedad en ambas poblaciones.

Para que eso sea posible, precisamos medidas de dispersión que definan la población sobre la base de otros valores, aparte de los de tendencia central, y que expresen la variabilidad.

Así, nos encontramos con medidas utilizadas usualmente para describir cómo se alejan las observaciones con relación al eje central de la distribución:

- Desvío estándar.
- Rango.
- Cuartiles.

El desvío estándar ( $s$ ) es una medida de dispersión que describe la variabilidad existente entre los individuos de una muestra. Una de sus características es que sus valores no están influenciados por el tamaño de la muestra sino solo por la variabilidad que ella presenta. Es decir que, volviendo al ejemplo anterior, la muestra A de una población que presenta alta proporción de individuos de entre 25 y 35 años de edad tendrá un  $s$  pequeño en comparación con la muestra B que tenía alta proporción de niños y ancianos en su composición. Podremos así hacer inferencias sobre las causas de la mayor prevalencia en la población B, al ser los niños los más expuestos al riesgo.

El símbolo  $\delta$  (sigma) se utiliza frecuentemente para representar la desviación estándar de una población, mientras que  $s$  se utiliza para representar la desviación estándar de una muestra.

El desvío estándar, en este caso, es una medida que describe las características de una muestra y permite realizar comparaciones con otras. Desde un punto de vista estadístico, el desvío estándar es la raíz cuadrada de la varianza y la varianza es el promedio de los desvíos cuadráticos alrededor de la media.

La fórmula de la varianza, así, tiene en su denominador la sumatoria de las diferencias entre cada valor de  $x$  y la media (elevado al cuadrado) dividido por  $n$  (tamaño de la muestra):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Así, nos está indicando que lo que en definitiva medimos es la distancia o desviación de cada observación ( $x$ ) con respecto al valor medio. Cuanto más dispersos estén los datos, mayor será el  $s$  y, a la inversa, cuanto más agrupados estén alrededor de la media, menor será el  $s$ . Por el contrario, el  $s$  será inversamente proporcional al tamaño de la muestra, o sea que a mayor  $n$  tendremos menor  $s$ .

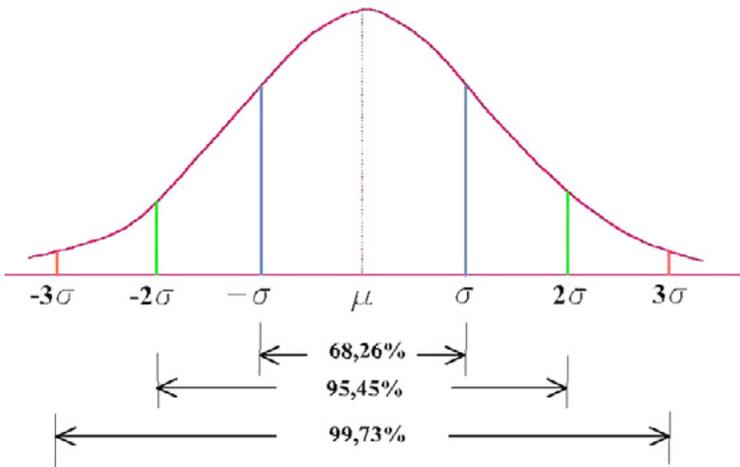
Hemos expresado que la curva de distribución normal o de Gauss es simétrica respecto al valor central de máxima frecuencia relativa (media).

En ella coinciden los valores de media, mediana y modo, siendo el área total bajo la curva igual a 1. La curva se encuentra dividida en dos mitades por la media y subdividida en 6 por el desvío estándar (tres a cada lado de la medida central). El área encerrada en 1s representa el 68,3% del área total, en 2s el 95,5% y en 3s el 99,7% del área total.

Expresado de otra forma, el s en una muestra nos indica que en 1s tenemos agrupadas al 68,3% de las observaciones, y así sucesivamente.

En síntesis, una curva de distribución normal de una variable, con sus componentes de medidas de tendencia central y de dispersión, presentaría una imagen similar a la de la figura 1. 6.

Figura 1. 6. Curva de distribución normal o de Gauss



El rango es la diferencia entre el valor más alto y el más bajo de la serie de observaciones. Mide la homogeneidad de los datos, aunque su valor como medida de dispersión es limitada pues solo intervienen dos valores en su determinación.

Los cuartiles son tres valores de la variable que separan la serie de datos en cuatro grupos constituidos cada uno por la misma cantidad de observaciones. A diferencia de las anteriores medidas de dispersión, donde usamos la media como medida de tendencia central, en este caso se debe usar la mediana.

- Primer cuartil (Q1) es el valor por debajo del cual hay un 25% de las observaciones.
- Segundo cuartil (Q2) coincide con el valor de la mediana.
- Tercer cuartil (Q3) es el valor debajo del cual queda el 75% de los datos y por encima el 25%.

Entre el primer y el tercer cuartil están incluidos el 50% de las observaciones (intervalo intercuartilar).

Para su determinación nos basamos en la misma técnica que aplicamos en el cálculo de la mediana.

### 1. II. 1. Estimación práctica de las medidas de resumen

Las planillas de cálculo nos permiten hacer las estimaciones con facilidad y rapidez; al partir de números organizados en una cuadrícula, permiten realizar desde simples sumas hasta cálculos mucho más complejos. Para ello se utiliza una cuadrícula donde, en cada celda, se puede introducir números y letras, y producir gráficos. Cada celda se referencia con una columna y una fila. Así, la primera celda se referencia como A1 y así sucesivamente.

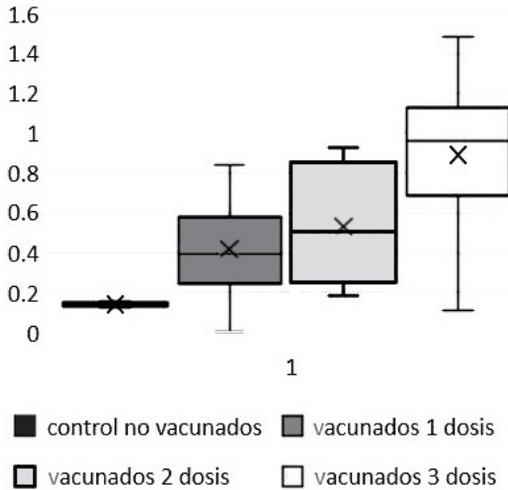
Por ejemplo, tenemos 179 muestras de sangre de ovejas que han sido vacunadas contra equinococosis quística y hemos determinado la densidad óptica de la respuesta humoral a la vacunación con una prueba de ELISA.

Cargamos los 179 datos, uno en cada celda de la columna A en las filas 1 a 179, luego nos posicionamos, por ejemplo, en la celda B1 y seleccionamos desde *fx* la función *promedio* y, posicionándonos en la celda B2, seleccionamos *desvest.m* (desvío estándar de una muestra). La planilla de cálculo nos solicitará identificar el rango de las celdas donde están los valores y con esos datos realiza las estimaciones. De igual forma podríamos estimar la mediana, el modo o la varianza.

De tal forma, si queremos describir en forma sencilla una serie de datos apelando a medidas de resumen, podemos decir que la densidad óptica promedio de las ovejas vacunadas es de 0,76 con un desvío estándar de 0,33, en razón de lo cual el 68,26% de las ovejas presentan una densidad óptica entre  $0,76 \pm 0,33$ . Si la variable bajo estudio (densidad óptica) resultara muy homogénea, mostraría un desvío estándar pequeño, por ejemplo, 0,10. Si, por el contrario, la variable tuviera valores muy dispersos entonces el desvío estándar lo reflejaría con un valor mayor, por ejemplo, 0,70.

Finalmente, también podemos elaborar gráficos de cajas y bigotes para visualizar las medidas de tendencia central y de dispersión, como se muestra en la figura 1. 7.

Figura 1. 7. Representación gráfica del promedio, desvío estándar y rango de los valores de densidad óptica en diferentes grupos de ovejas vacunadas contra equinocosis quística



Fuente: Dirección de Salud Ambiental, Ministerio de Salud de Río Negro.

## 1. 12. Asociación causal

Una de las observaciones de mayor interés para entender los procesos epidemiológicos es determinar si ciertos eventos, fundamentalmente enfermedad o muerte, aparecen cronológicamente luego de la ocurrencia de otro evento o circunstancia, lo cual constituiría lo que denominamos una relación temporal. Por ejemplo, en el hospital se atiende varios casos de enfermedad gastroentérica, que aparecen horas después de una cena institucional a la que concurrieron muchas personas. Estas asociaciones cronológicas o temporales son definidas como asociación entre causa y efecto o asociación causal, tomándose al evento producido en primera instancia como causa (presencia de un factor de riesgo) y a su consecuencia como efecto (enfermedad o muerte).

No toda asociación cronológica implica en sí misma una asociación causal, esta debe ser demostrada. Para ello deben evaluarse varios aspectos, como su validación estadística (determinación de asociación estadística), que el conocimiento científico avale la asociación (plausibilidad biológica y ausencia de explicaciones alternativas), observación de la disminución del riesgo al disminuir la exposición, y ausencia de

factores de confusión que puedan ser introducidos sistemáticamente en el estudio y que nos puedan llevar a errores de interpretación.

Asimismo, siempre hay que tener presente que, al margen de la existencia de un agente causal, la ocurrencia de una enfermedad difícilmente puede ser explicada por la presencia de un solo factor de riesgo. Por el contrario, es más probable que la presencia de enfermedad esté relacionada con un gran número de hechos que constituyen una red de causalidad.

En nuestro ejemplo, la ocurrencia del brote –además de la presencia de un agente causal tal como *Salmonella* spp.– dependerá de la presencia de muchas causas concurrentes: como uso de huevos crudos en la preparación, problemas de refrigeración para almacenar la comida preparada, problemas de higiene en la cocina, período de tiempo elevado entre la preparación y la ingesta, entre otras.

De tal forma, podemos tener causas necesarias y suficientes –cuando la presencia de un único factor, por sí solo, produce enfermedad, por ejemplo, en rabia canina– o necesarias, pero no suficientes –en donde la presencia del agente etiológico no basta para producir enfermedad y debe encadenarse a otros factores para producirla, por ejemplo, para la aparición de un caso de equinocosis puede no ser suficiente la presencia de *Echinococcus granulosus* y requerirse, además, la ausencia de agua potable.

Esto, sin embargo, no es limitante para la puesta en marcha de medidas de control, dado que, a partir del conocimiento de solo uno de los eslabones que componen esta red de causalidad, es posible incidir limitando el daño mediante la implementación de medidas de prevención o de control; esto es posible aunque no sea conocido el factor causal más importante e incluso desconociendo el agente etiológico productor de la enfermedad, basta recordar a John Snow y el brote de cólera.

Además de los sistemas estadísticos que nos ayudan a definir si la asociación es o no significativa, hay otras observaciones que nos ayudan a entender si en determinado proceso hay asociación.

Ello incluye el análisis de coincidencia (si hay un factor común asociado a la aparición de una enfermedad en situaciones diversas), análisis de variación concomitante (cuando hay relación entre dosis y respuesta), análisis de analogía (cuando una enfermedad se comporta en forma similar a otra muy conocida probablemente haya factores comunes entre ambas).

### **1. 12. 1. Asociación de variables cuantitativas**

Una situación específica es aquella en la que trabajamos con dos variables cuantitativas continuas. Las variables cuantitativas, como hemos visto, definen principalmente a una cantidad numérica antes que cualquier otro tipo de argumento al momento de realizar una investigación.

A diferencia de las variables cualitativas, una variable cuantitativa no expresa ningún tipo de atributo, sino que se enfoca solamente en el valor numérico que se está estudiando.

Las variables pueden tener o no una distribución normal, en función de ello existen diversas pruebas estadísticas aplicables. Si son de distribución normal, usaremos pruebas que denominamos paramétricas (correlación de Pearson y regresión lineal), en caso contrario, pruebas no paramétricas (prueba de Wilcoxon, prueba de Spearman, prueba de Mann Whitney y prueba de Kruskal Wallis de comparación de medianas) (Nordness, 2006, Dawson y Trapo, 2015).

La asociación entre dos variables cuantitativas puede ser fácilmente observable en un diagrama de dispersión, que nos permitirá advertir visualmente si hay algún tipo de correlación (cuando una sube o baja, la otra sube o baja).

Luego analizamos la relación entre ambas estimando el coeficiente de correlación de Pearson a los efectos de ver la magnitud de la asociación. El coeficiente de correlación de Pearson asume valores entre  $-1$  y  $+1$ , y se simboliza con la letra  $r$ . De tal forma, un valor de  $1$  indicará una asociación positiva plena que indica que a medida que aumenta el valor de una variable aumenta en igual proporción la otra. Un resultado  $-1$  indica una asociación plena negativa.

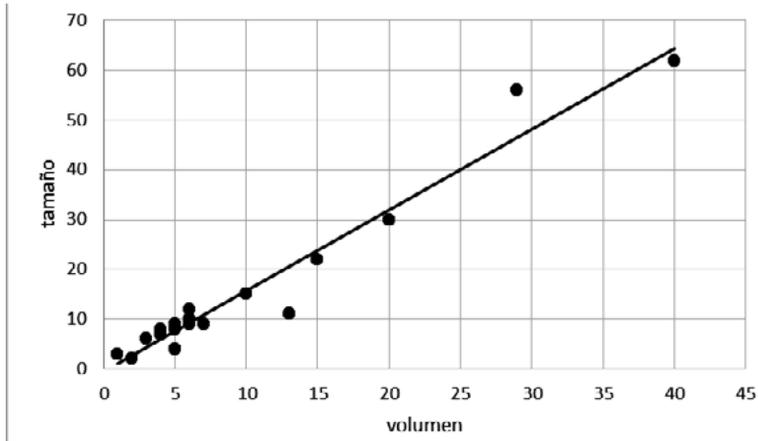
Finalmente, la regresión lineal simple es otra forma de estimar la asociación entre las dos variables, a las que debemos considerar como una dependiente de la otra. De alguna forma, la regresión lineal es un modelo matemático predictivo que nos permite estimar el valor que tendría una variable si conocemos el valor de la otra. Técnicamente, se construye a partir de la ecuación de mínimos cuadrados y se expresa como la ecuación de la recta:

$$y = a + bx$$

En donde  $a$  es la ordenada al origen y  $b$  la pendiente de la recta. Asociado a la regresión, se estima el coeficiente de determinación o  $R^2$  (estimado como el cuadrado de  $r$ ) y que expresa lo justo que la ecuación de la recta expresa la asociación entre las dos variables.

Por ejemplo, en la figura 1. 8 observamos que, si construimos un gráfico de dispersión con la relación entre tamaño y volumen de los quistes hidatídicos, tendríamos una asociación positiva entre las dos variables, con un  $r = 0,87$  y un  $R^2$  de  $0,76$ , o sea que la regresión describe con bastante exactitud la asociación.

Figura 1. 8. Diagrama de dispersión y recta de regresión entre las variables tamaño y volumen de quistes hidatídicos



### 1. 13. Introducción a los estudios epidemiológicos

Los llamados estudios epidemiológicos son la actividad primordial de campo o la práctica específica desarrollada por los epidemiólogos con la intención de obtener información sobre las enfermedades, su ocurrencia y distribución, y conocer las causas de esa ocurrencia.

Los estudios epidemiológicos permiten obtener información relevante para la toma de decisiones en salud. Se clasifican según el sentido del tiempo en que se realizan.

De tal forma, tenemos estudios epidemiológicos que se efectúan (en forma teórica) en un momento determinado, a los que denominamos *estudios verticales* o *transversales*, y que analizan la situación en un momento dado, identificando la presencia simultánea de enfermedad y de factores de riesgo presentes. Son el campo de la epidemiología descriptiva.

Por otra parte, tenemos aquellos que se realizan a lo largo de un período de tiempo, a los que denominamos *estudios horizontales* o *longitudinales*, y que nos permiten identificar en momentos distintos la presencia de la enfermedad y la existencia de factores de riesgo, estableciéndose así la eventual asociación causal entre ambos fenómenos.

Estos estudios, si se efectúan desde el presente hacia el futuro, se denominan *prospectivos* o *de cohortes* y, si se realizan desde el presente hacia el pasado, *retrospectivos* o *de casos y testigos*. Son el campo de la epidemiología analítica.

En los estudios retrospectivos, el investigador desarrolla el estudio a partir de la identificación de un grupo de casos y, hacia atrás en el tiempo, busca identificar los factores de riesgo que causaron la enfermedad. Los estudios prospectivos, por el contrario, comienzan con la identificación de la presencia de factores de riesgo y, a lo largo del tiempo, identifica la aparición de la enfermedad.

Los estudios de casos y controles requieren poco tiempo de ejecución y son de diseño sencillo, por ende, son de práctica habitual en epidemiología. Los estudios de cohortes requieren, por su parte, un largo período de tiempo de ejecución pues, en esencia, debemos tomar poblaciones sanas con y sin exposición al riesgo y esperar que desarrollen la enfermedad, lo que puede requerir muchos años de seguimiento. Por ende, y pese a que dan información precisa, son muy escasos en la literatura científica y en la práctica epidemiológica.

Desde el punto de vista del resultado, los estudios descriptivos, al identificar en forma simultánea la ocurrencia de la enfermedad y la presencia de factores de riesgo, no permiten efectuar una asociación causal entre ellos, pero sí establecer una hipótesis explicativa sobre lo ocurrido. Son fuente de hipótesis y, por sus características, son los más fáciles y económicos de desarrollar, y por ende, los más comunes y habituales.

Los estudios analíticos, por su parte, al permitir demostrar o rechazar la presencia de asociación causal entre factores de riesgo y enfermedad ponen a prueba las hipótesis explicativas y requieren para ello de la existencia de dos grupos de comparación (grupo de riesgo y grupo testigo). Testean las hipótesis.

En los estudios epidemiológicos, la información recopilada para cada uno de los factores de riesgo bajo estudio es incorporada para su análisis en lo que denominamos tabla tetracórica, o de cuatro casillas. Como nuestro análisis incluye dos variables, hablamos de análisis bivariantes. Las cuatro casillas base para los análisis se denominan a, b, c y d, según vemos en la tabla 1. 3.

Tabla 1. 3. Relación entre exposición al riesgo y enfermedad en la tabla de cuatro casillas

Variable Independiente (causa)	Variable Dependiente (efecto)		
	Enfermos	Sanos	Total
Exposición a un factor	a	b	a + b
Sin exposición a un factor	c	d	c + d
<b>Total</b>	<b>a + c</b>	<b>b + d</b>	<b>a+b+c+d</b>

Es decir que la población estudiada ( $a + b + c + d$ ) es separada en dos grupos de acuerdo a la presencia o ausencia de la variable independiente (exposición a un factor de riesgo) y la presencia o ausencia de la variable dependiente (ocurrencia de enfermedad). El tema a resolver es si la proporción de enfermos expuestos a dicho factor es más alta que en los no expuestos (ver capítulo de medición del riesgo).

Como ejemplo paradigmático, merece citarse el estudio de cohortes de factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares desarrollado en Framingham (que dio lugar a una extensa serie de artículos científicos). En este estudio, realizado en una pequeña localidad cercana a Boston, se siguió a 5127 pobladores de entre 30 y 62 años durante 20 años (grupo etario en que más fácilmente puede esperarse la ocurrencia de enfermedad cardiovascular en ese período de tiempo), con un tamaño de muestra calculado previamente de 5000 personas que al inicio del estudio no tenían ninguna enfermedad. Se registraron diversos factores de riesgo que se relacionaban con cada persona tal como fumar, exceso de peso, tensión arterial, colesterol, actividad física, entre otros. A partir de ello, se estimó cada dos años la frecuencia de aparición de enfermedad cardiovascular en cada grupo, expuesto y no expuesto, además de observarse diariamente el ingreso de casos al hospital local (Dawber y otros, 1963).

Tanto los estudios descriptivos como los analíticos no incluyen acciones específicas para modificar la realidad. Se limitan a la observación de los hechos.

Los estudios epidemiológicos experimentales, por su parte, incluyen la introducción o supresión deliberada de la causa presuntiva (manipulación por parte del investigador de alguna de las variables bajo estudio) para observar la subsiguiente aparición o ausencia del efecto.

Son un proceso de investigación muy limitado por razones éticas en el campo médico (riesgo de producir un efecto indeseable), y también por sus costos. Sin embargo, son necesarios en ciertas etapas de, por ejemplo, el desarrollo de vacunas o medicamentos, o para comprobar la efectividad de medidas de control de enfermedades (que requieren de la selección de un área piloto donde instrumentar las técnicas de control y de un área testigo de similares características y en la cual estas medidas no serán aplicadas). Por ejemplo, identificar la ocurrencia de caries dentales en una población donde se agrega flúor al agua de bebida con relación a una población donde no lo hacemos.

Otros tipos de estudios epidemiológicos están asociados fuertemente a la práctica clínica, e incluyen las series de casos, los reportes de un caso y los ensayos clínicos randomizados.

## 1.14. Estimación y selección de la muestra

La necesidad de definir muestras surge a consecuencia de la imposibilidad de efectuar estudios abarcando a la totalidad de la población, a la que denominaremos *población diana*, de forma tal que, a partir de una muestra o fracción, obtenemos inferencias aplicables a la población de origen. La muestra debe ser representativa de la población y obtenerse en forma aleatoria.

Debemos admitir que el proceso de muestreo conlleva errores que surgen del proceso de selección de los individuos que serán parte de la muestra (sesgo de selección) y de la inevitable participación del azar. El proceso de muestreo incluye dos etapas básicas: definición del tamaño de la muestra y selección de los individuos de la muestra.

De tal manera, cuando efectuamos estudios transversales para determinar prevalencia, debemos considerar el tamaño de la muestra requerido para estimarla con precisión.

Existen tres elementos que deben ser considerados para determinar el tamaño de una muestra en una encuesta, por ejemplo, serológica (por caso, conocer la prevalencia de brucelosis en cabras en una determinada región):

- Nivel de confianza.
- Margen de error.
- Prevalencia esperada.

El nivel de confianza es una decisión arbitraria que debe ser tomada por el investigador, normalmente se ubicará en 95 % pero puede ser 90 % o 99 %. Un mayor nivel de confianza significará un mayor tamaño de la muestra.

El margen de error (o precisión absoluta) también es una decisión arbitraria tomada por el investigador, normalmente será del 20 %, 10 %, 5 % o 1 %. Un menor margen de error significará un mayor tamaño de la muestra.

En cuanto a la prevalencia esperada, la estimación del tamaño de la muestra requiere de un cierto conocimiento de la prevalencia que esperamos hallar, pues no es lo mismo buscar algo que es habitual en la naturaleza –por ejemplo, anticuerpos contra *Toxoplasma gondi* (donde quizás el 50 % de los individuos resulten positivo)–, que identificar portadores de una enfermedad ocasional, por ejemplo, síndrome pulmonar por hantavirus (donde probablemente no alcancemos un 1 % de positivos). Cuanto menor sea la prevalencia de la enfermedad mayor tamaño de la muestra se requerirá. O sea, un proceso de muestreo para estimar la prevalencia de una enfermedad en una población requiere de cierto conocimiento previo dado por nuestro conocimiento de la biología de la enfermedad o por publicaciones científicas o informes sobre el tema.

Con estos parámetros definidos, el tamaño de la muestra ( $n$ ) puede obtenerse de un *software* para epidemiología (Epidat, Epiinfo). En cualquier caso, deberá evitarse considerar el tamaño de la muestra como un porcentaje fijo del número de individuos de la población.

Epidat es un *software* sencillo, gratuito, que incluye muchas herramientas epidemiológicas, desarrollado por la *Xunta* de Galicia (España) y la Organización Panamericana de la Salud, y puede descargarse de la web. Actualmente, se encuentra disponible la versión 4.2, sin embargo, para los ejemplos mencionados en este libro, empleamos la versión 3.1, por su usabilidad.

En este caso, desde *Utilidades* seleccionamos *estimar el tamaño de la muestra* para una proporción y completamos los casilleros que nos solicita Epidat, a saber: *nivel de confianza*, *tamaño de la población*, *proporción esperada* y *precisión absoluta*, que no es otra cosa que el margen de error; cliqueamos en la calculadora y obtenemos el tamaño de la muestra. Con variantes, cualquier *software* estadístico nos permitirá hacer el cálculo de tamaño de muestra con sencillez.

Por ejemplo, si queremos efectuar la encuesta para determinar prevalencia de brucelosis en cabras, definimos un nivel de confianza del 95 %, una prevalencia esperada del 10 % y aceptamos un margen de error absoluto entre un mínimo del 1 % y un máximo del 2 %. Nuestro tamaño de muestra ( $n$ ) será de entre 829 y 2428 animales.

Por el contrario, y para la misma prevalencia, si mantenemos un nivel de confianza del 95 %, pero aceptamos un margen de error absoluto del 10 %, el tamaño de la muestra ( $n$ ) se reduce a 35.

Una descripción detallada de diversas fórmulas para estimar tamaños de muestra puede encontrarse en Martin y otros (1997).

Obviamente, la validez de las conclusiones será muy distinta en ambas situaciones extremas. La decisión del investigador estará relacionada con sus propias necesidades de precisión y las posibilidades técnicas y económicas de llevar adelante muestreos de gran tamaño. Queda claro que para tener menor margen de error y mayor confianza es necesario un mayor tamaño de la muestra.

El segundo aspecto que debe ser considerado es la selección de los individuos que serán muestreados. La mejor forma de evitar sesgos es aplicar criterios de muestreo probabilístico, o sea, mediante un proceso aleatorio que asegure a todos los individuos la misma posibilidad de ser incluidos en el estudio; por ejemplo, asignando un número a cada uno de los individuos, los números serán escritos en un papel, seleccionando los individuos a muestrearse con la extracción de  $n$  números de una caja en donde se colocarían los mismos (sistema conocido como muestreo aleatorio simple o MAS). Si el tamaño del universo es grande podemos

dividir el total de individuos del universo por  $n$ , obteniéndose una cifra base de muestreo (por ejemplo, 100) a partir de la que elegiremos los individuos –para el ejemplo, 1 de cada 100–, seleccionándose en forma aleatoria uno de los primeros 100 (muestreo asistemático); presupone contar con listados correlativos de la totalidad de los individuos.

Para la mayoría de los estudios descriptivos, estos sistemas son suficientes, aunque existen posibilidades de efectuar muestreos más complejos que incluyen el muestreo aleatorio sistemático (se selecciona un animal cada  $n$  animales, por ejemplo, al pasar por una manga), aleatorio estratificado (se dividen los animales en estratos con base en factores que pueden influir en lo que estamos estudiando, eligiéndose en cada estrato como si fuera aleatorio simple, por ejemplo, ovinos de distinta categoría), por conglomerados (en donde, por ejemplo, subdividimos previamente el área de muestreo con base en características geográficas y dentro de cada uno de ellos seleccionamos los animales), aunque debe considerarse que incorporar complejidad al muestreo aumenta la posibilidad de sesgos.

Existe la posibilidad de efectuar muestreos no probabilísticos en ciertas situaciones. Obviamente, un sistema de muestreo no probabilístico resulta más difícil de interpretar y los sesgos pueden ser grandes; pero en ocasiones son útiles para obtener alguna información sobre la presencia de una enfermedad y/o sus factores de riesgo cuando su presencia se sospecha, pero no hay antecedentes previos o información fidedigna. A estos muestreos los llamamos muestreo por conveniencia. Por ejemplo, en una localidad rural rodeada de pequeños establecimientos ganaderos y chacras se sospechaba la presencia de hidatidosis. En ausencia de mapas y censos previos con información de la ubicación de chacras con lanares, se efectuó un muestreo por conveniencia, recorriendo el área en auto e ingresando a chacras donde se visualizaban ovinos en su interior.

---

### **Puntos destacados 3**

---

Además de la recopilación de información numérica de casos de enfermedad y muerte, debemos obtener información de la presencia de factores de riesgo y de las características de las personas enfermas y sanas. Esta información puede incluir aspectos de la cadena epidemiológica de la enfermedad (mecanismos de transmisión), de las relaciones entre agente, ambiente y huésped (triada ecológica) y de diferentes variables que caracterizan a los enfermos y a los no enfermos. La información la presentamos en forma de tablas y gráficos. Con los datos obtenidos construimos medidas de resumen y medidas de dispersión que nos permitan describir con facilidad nuestros hallazgos.

Los valores de las observaciones tienden a agruparse alrededor de un punto central, la media o la mediana. La representación de los datos es simétrica a ambos lados de la media. La curva construida en consecuencia se denomina curva de distribución normal o de Gauss y es asintótica. Las desviaciones estándar expresan la variabilidad de los individuos de la muestra y esta será menor si aumentamos el tamaño de la muestra. Así, con el promedio y el desvío estándar podemos describir y caracterizar una muestra.

En los estudios epidemiológicos descriptivos, la información de enfermedad (casos y tasas) y la información de factores de riesgo los obtenemos en el mismo momento, por lo que no podemos establecer si hay asociación causal entre ellos. En los estudios longitudinales, retrospectivos o prospectivos, por el contrario, podemos establecer asociación causal, poniendo a prueba las hipótesis planteadas.

Debemos prestar atención al tamaño de la muestra (definido con base en el nivel de confianza, el margen de error y la prevalencia esperada) y a la forma de seleccionar a los individuos a estudiar (muestreo aleatorio simple, por ejemplo).

---

## **1. 15. Interpretación de pruebas diagnósticas**

Cuando hacemos pruebas serológicas o para diagnosticar un caso clínico, o cuando desarrollamos estudios poblacionales de prevalencia –de acuerdo con el tipo de prueba empleada–, nos encontraremos con un resultado directo positivo o negativo, o con una prueba en que el laboratorio nos informa que hay un valor de corte por sobre el cual se considera positivo y por debajo del cual se considera negativo.

En ambas situaciones, ¿un resultado positivo es sinónimo de enfermedad?, ¿un resultado negativo es sinónimo de ausencia de enfermedad? En realidad, no, porque todas las pruebas diagnósticas pueden presentar falsos positivos o falsos negativos.

### **1. 15. 1. Sensibilidad y especificidad**

Hay dos parámetros empleados para medir la capacidad de una prueba para diferenciar entre los individuos que tienen la enfermedad y los que no la tienen.

- **Sensibilidad:** capacidad para identificar de manera exacta a los sujetos que tienen la enfermedad. Se estima mediante el cociente entre personas con la enfermedad clasificadas como positivas por la prueba de selección, dividido el total de personas con la enfermedad.

- Especificidad: capacidad para identificar con exactitud a quienes no tienen la enfermedad. Se estima mediante el cociente entre personas sin la enfermedad clasificadas como negativas por la prueba de selección dividido por el total de personas sin la enfermedad.

Para estimar la sensibilidad y la especificidad se comparan los resultados obtenidos con nuestra prueba con aquellos obtenidos por algún medio diagnóstico de certeza, reconocido por la ciencia y concluyente, conocido como *prueba patrón* o *Gold Standard* (del inglés), traducido como *prueba de oro*. El porcentaje en que nuestra prueba de selección concuerde con el obtenido por estos métodos concluyentes proporciona la medida de ambos parámetros.

Por lo general, las pruebas que arrojan resultados concluyentes son más invasoras (por ejemplo, se puede confirmar un diagnóstico de hidatidosis mediante cirugía) o más caros (por ejemplo, PCR).

La sensibilidad y la especificidad son inherentes a la técnica y no se modifican de acuerdo con la prevalencia de la enfermedad.

El valor predictivo de una prueba positiva es la proporción de pruebas positivas que son efectivamente positivas (también se puede estimar el valor predictivo de una prueba negativa, aunque este parámetro es mucho menos utilizado), su estimación se logra mediante el cociente entre personas con la enfermedad clasificadas como positivas por la prueba de selección dividido el total de personas que resultaron positivas a la prueba de selección. Así, el valor predictivo (+) define cuál es la probabilidad de que un sujeto clasificado como positivo por la prueba de selección sea realmente positivo.

El valor predictivo depende de la sensibilidad, la especificidad y la prevalencia de la enfermedad. Cuanto menor sea la prevalencia, menor será el valor predictivo positivo, en tanto es mayor la probabilidad de detectar falsos positivos.

De acuerdo a lo expuesto, la prevalencia de una enfermedad obtenida por medio de una encuesta serológica no refleja con exactitud la real prevalencia de la enfermedad en la población.

Si volcamos los datos en una tabla de cuatro casillas, como la tabla 1. 4, tendremos los casilleros a, b, c, d, que relacionarán el resultado de la prueba que estamos evaluando con el diagnóstico verdadero.

Tabla 1. 4. Tabla de cuatro casillas para relacionar los resultados de una prueba bajo estudio con el verdadero diagnóstico

Resultado de la prueba	Diagnóstico verdadero		
	Enfermos	Sanos	Total
Positiva	a	b	a + b
Negativa	c	d	c + d
<b>Total</b>	<b>a + c</b>	<b>b + d</b>	<b>a+b+c+d: n</b>

En donde:

- Sensibilidad:  $a/a+c \times 100$
- Especificidad:  $d/b+d \times 100$
- Valor predictivo +:  $b/a+b \times 100$
- Prevalencia real:  $a+c/n \times 100$
- Prevalencia serológica:  $a+b/n \times 100$

Por ejemplo, se efectúa un estudio para determinar la sensibilidad y la especificidad de dos pruebas serológicas (ELISA –Enzyme-linked immunosorbent assay– y DD5) en el diagnóstico de la hidatidosis humana.

Para ello se estudian serológicamente 499 habitantes de un área rural endémica, procesándose el material con ambas técnicas. 43 personas que presentaron ELISA reaccionante (título superior a 0s) fueron trasladadas a un centro de alta complejidad, siendo estudiados mediante radiología de tórax, ecografía de abdomen y tomografía computarizada, lo cual implicaba una buena seguridad de detectar todo quiste hidatídico existente y que a los efectos es nuestra prueba de oro. Todos los casos DD5 positivos presentaban título de ELISA  $\geq 8$  s.

Se seleccionó como grupo control un conjunto de 44 pobladores con ELISA no reactiva, tomándose el criterio de muestras pareadas por domicilio, edad y sexo. Este grupo también fue derivado para ser sometido a los mismos estudios por imágenes.

En forma sencilla podemos efectuar estos cálculos en Epidat. Seleccionamos en *Métodos, pruebas diagnósticas sencillas* y completamos los casilleros que nos pide el *software* con los resultados obtenidos con la prueba que estamos evaluando y con la prueba de oro. Para ELISA tendremos  $a=29$ ,  $b=2$ ,  $c=14$ ,  $d=45$ . Al clicar la calculadora, obtenemos los siguientes resultados:

Sensibilidad 67,4 IC95 % 52,7 82,61

Especificidad 95,7 IC95 % 88,9 100

Repetimos el esquema para estimar la sensibilidad y especificidad de DD5 y tendremos como resumen de nuestro estudio los valores que se presentan en la tabla 1. 5.

Tabla 1. 5. Sensibilidad y especificidad de ELISA y DD5 en el diagnóstico de la hidatidosis humana

Parámetro	DD5	ELISA
Sensibilidad (%)	31	67
Especificidad (%)	100	94

El siguiente paso es la estimación del valor predictivo, ajustado a la prevalencia, para lo cual introducimos en Epidat una prevalencia esperada del 1% con lo cual el valor predictivo positivo de ELISA resultará del 12%, mientras que, si definimos una prevalencia esperada del 10%, el valor predictivo será del 60%. Esto significa que, en los comienzos de un programa de control, cuando la prevalencia es elevada, la prueba podría ser utilizada con fines de tamizaje; pero cuando la prevalencia es baja, el valor predictivo positivo tan bajo resultante indica que la prueba es ineficiente y no debería ser utilizada.

Estos hallazgos permiten estimar las ventajas y limitaciones de cada prueba, también permiten interpretar con mejor criterio los resultados. Así, y en nuestro ejemplo: todo caso DD5 positivo necesariamente es portador de un quiste (especificidad 100%). Un resultado DD5 negativo no tiene utilidad clínica para descartar la presencia de un quiste (sensibilidad 31%). Un resultado ELISA reactivo > 8 s indica alta probabilidad de hidatidosis (especificidad 94%).

Dicho de otro modo, una prueba muy sensible tiene pocos resultados falsos negativos, una prueba muy específica tiene pocos resultados falsos positivos.

En este ejemplo hemos trabajado con una prueba que solo arroja resultados positivos y negativos (DD5) y otra en donde es necesario determinar un título diagnóstico de corte (ELISA,  $a > 8 s$ ). Si fijáramos un valor de corte más elevado (por ejemplo, 12 s), aumentaría la especificidad, pero con pérdida de sensibilidad. Por el contrario, si bajamos el título (por ejemplo, a 5 s), aumentaremos la sensibilidad, pero a costa de pérdida de especificidad (Larriue y otros, 1994).

Las decisiones a este respecto dependen de los objetivos de la técnica. Por ejemplo, en un banco de sangre será importante aplicar técnicas o títulos muy sensibles para evitar se transfunda sangre con chagas o sida. Por el contrario, si deseamos confirmar un diagnóstico clínico de esas

enfermedades precisamos pruebas muy específicas. Cuando se aplican pruebas para determinar prevalencia de la enfermedad en una población, se utiliza primero una prueba tamiz de alta sensibilidad y posteriormente confirmamos los positivos mediante el uso de una prueba de alta especificidad.

Recapitulando, el valor predictivo es una medida de extremo interés en epidemiología diagnóstica y en estudios de tamizaje para evaluar programas de control, en tanto, cuando mayor es la prevalencia mayor será el valor predictivo de la prueba y, viceversa, cuando menor sea la prevalencia menor será el valor predictivo a un punto tal que en algún momento el tamizaje será absolutamente improductivo, no detectará casos y no permitirá evaluar el comportamiento de la enfermedad.

### **1. 15. 2. Curvas ROC**

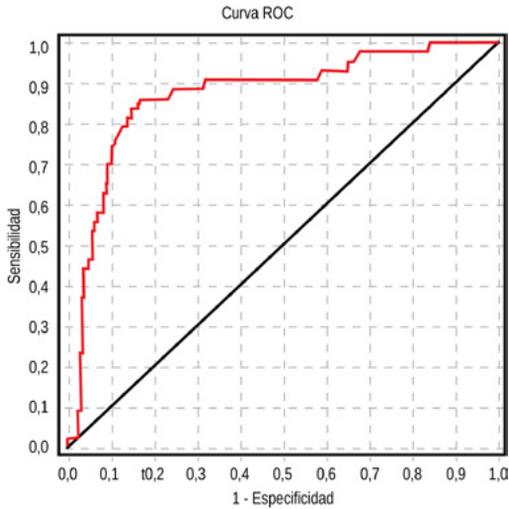
La curva ROC es un mecanismo para evaluar la eficacia diagnóstica de una prueba mediante una representación gráfica que muestra las respuestas de la prueba a las variaciones en el nivel de positividad; específicamente, en pruebas cuantitativas, como el ELISA, en que pueden establecerse distintos valores de sensibilidad y especificidad de acuerdo con el valor de corte elegido. Es decir que, si apostamos a un valor que nos dé una alta especificidad, probablemente se corresponda con una baja de la sensibilidad y viceversa.

Se construye graficando la sensibilidad con relación a la tasa de falsos positivos (o sea,  $1 - \text{especificidad}$ ), la curva resultante, cuanto más cercana al extremo superior izquierdo, mejor el rendimiento de la prueba siendo mayor el área bajo la curva.

El sistema de curvas ROC también es utilizado para encontrar el mejor punto que maximice sensibilidad y especificidad al momento de establecer el valor de corte de una prueba.

Por ejemplo, en la figura 1. 9 podemos ver una curva ROC estimada para el diagnóstico de hidatidosis mediante ELISA.

Figura 1. 9. Curva ROC para diagnóstico de hidatidosis mediante la técnica de ELISA



### 1. 15. 3. Intervalo de confianza

Si observamos los resultados que nos arrojó Epidat de sensibilidad y especificidad vemos que, además de los valores porcentuales, muestra un rango de resultados de IC 95 %. Se trata de un intervalo de confianza.

Como toda estimación se basa en el azar (estamos trabajando con muestras), tendremos variaciones en los resultados si repetimos el estudio, aun con similares diseños, seleccionando una nueva muestra.

Por ello, mejora enormemente la interpretación epidemiológica de los datos el presentar los resultados acompañados de un intervalo de confianza (IC), o sea, la determinación de los límites inferior y superior entre los que debería ubicarse el valor real de nuestra estimación, sea esta una tasa de prevalencia o, como en este caso, valores de sensibilidad y especificidad. Si estimamos el IC al 95 %, significa que 95 de cada 100 veces que efectuemos el mismo estudio, el valor hallado quedará comprendido dentro de esos límites. En nuestro ejemplo, la sensibilidad del 67 % en realidad es un valor que se puede ubicar entre 57 % y 82 %.

Un intervalo de confianza amplio será producto de un tamaño de muestra pequeño o, si lo estimamos para estudios de prevalencia, de una baja prevalencia del factor estudiado. Un intervalo de confianza pequeño le dará mayor confiabilidad a nuestro resultado. O sea, a mayor tamaño de la muestra, menor IC y, por ende, mayor confiabilidad en el resultado (la fórmula del IC, por ende, incluye el tamaño de la muestra

en el denominador, razón por la cual el IC es inversamente proporcional al tamaño de la muestra).

Para nuestros cálculos de sensibilidad y especificidad, Epidat genera el estimado automáticamente, pero, por ejemplo, si efectuamos un estudio de prevalencia en el que hallamos 30 casos en 1000 personas estudiadas, podemos pedirle a Epidat en *Métodos, Inferencia sobre Parámetros*, una población, proporción, que nos estime la prevalencia con su IC 95 %.

Para ello completamos los casilleros correspondientes a número de casos y tamaño de la muestra y, cliqueando en la calculadora, nos arroja como resultado una prevalencia del 3 % con un IC 95 % que va de 1,88 % a 4,1 %.

El intervalo de confianza es probablemente el estimador más importante en epidemiología por la gran cantidad de información que brinda, por ende, su uso es generalizado y debe procurarse incluirlo en toda presentación de datos que permita su cálculo.

#### **1. 15. 4. Otros conceptos en pruebas serológicas**

Exactitud y precisión son dos conceptos a tener en cuenta y se refieren casi exclusivamente al control de calidad del laboratorio estando influenciadas por las variaciones generadas por la técnica en sí, reactivos y operadores. Una prueba exacta da un resultado correcto con relación a lo que se está investigando (por ejemplo, los niveles de anticuerpos postvacunales), mientras que la precisión nos indica la capacidad de la prueba de darnos siempre el mismo resultado si la repetimos.

Una forma de mejorar los resultados de las pruebas diagnósticas es la ejecución de más de una prueba antes de definir si un individuo es sano o enfermo. Así, si se efectúa más de una prueba, estas pueden utilizarse en serie (una después de otra) o en paralelo. Si se efectúan en paralelo, una prueba será positiva si resulta positiva a cualquiera de las pruebas efectuadas. Por el contrario, para clasificar a un individuo como positivo al efectuarse pruebas en serie, el individuo debe ser positivo a todas las pruebas (por ejemplo, para clasificar a alguien como positivo a chagas, el individuo debe ser positivo a ELISA y a inmunofluorescencia).

Finalmente, existe un estimador para comparar los resultados obtenidos por diversos laboratorios para una misma muestra o para una misma técnica, o sea, nos da información de la validez de una prueba. Se denomina prueba de Kappa de Cohen y arroja resultados que van de  $-1$  a  $+1$ . Un resultado de Kappa mínimo aceptable sería 0,6. Por ejemplo, se efectuó un estudio entre 30 laboratorios que hacen diagnóstico de rabia en animales en América con un promedio de kappa de 0,56 con un rango de 0,02 a 1,00, mostrando una gran dispersión en la concordancia global de resultados (Clavijo y otros, 2017).

## 1. 15. 5. Algunas pruebas diagnósticas modernas disponibles

### 1. 15. 5. 1. PCR

Actualmente es una de las técnicas disponibles de mayor especificidad. Inventada por el bioquímico norteamericano Kary Mullis en 1985. Su nombre proviene de las siglas en inglés (*Polymerase Chain Reaction* o reacción en cadena de la polimerasa). Es aplicada en virología, bacteriología y parasitología. Este tipo de pruebas detectan la presencia del agente etiológico o de sus fracciones mediante la amplificación de pequeñas regiones específicas del ADN (o ARN en el caso de ciertos virus), de esa manera consigue que un pequeño segmento de ADN o ARN –que pasaría desapercibido en un análisis cualquiera– se multiplique millones de veces y así sea fácil de detectar.

Al trabajar sobre el secuenciamiento del genoma del agente etiológico, en general, la técnica de PCR es considerada muy específica. En lo que respecta a su sensibilidad, variará según el agente etiológico bajo estudio; al requerir de la presencia de cierta carga del agente, puede presentar resultados falsos negativos, sobre todo en el período prepatente o asintomático. También pueden resultar falsos negativos por contaminación cruzada en el procesamiento de la muestra (lo más común), porque la técnica no es suficientemente específica, porque la carga de agentes etiológicos puede disminuir con el transcurrir de la enfermedad o porque la muestra está mal tomada. Encontrar una PCR positiva, por otra parte, no implica que el individuo tenga agentes etiológicos completos o infectantes, dado que puede reaccionar ante fragmentos no infectantes.

Una limitación de la PCR es que presenta cierto grado de complejidad. Requiere personal entrenado y preparado para su correcta realización, equipamiento un tanto sofisticado y espacios físicos adecuados por la facilidad de contaminación del proceso. Los resultados tardan entre 4 a 6 horas y se expresan como *negativo* o *positivo*. Generalmente es utilizada como técnica de confirmación.

En la técnica de PCR, el Ct (Cycle threshold o umbral del ciclo) es el número de ciclos de replicación necesarios para producir una señal fluorescente (detectable). En COVID-19 en la mayoría de las personas con infección sintomática, por ejemplo, el ARN viral medido por el umbral del ciclo se detecta el primer día de los síntomas y alcanza su punto máximo en la primera semana de aparición de estos. Valores de Ct más bajos representan mayores cargas de ARN viral. Un valor Ct inferior a 40 se notifica clínicamente como PCR positivo. Esta positividad comienza a disminuir en la semana 3 y posteriormente se vuelve indetectable.

### 1. 15. 5. 2. Pruebas para identificación de anticuerpos

Generalmente se realizan a través de una muestra de sangre, aunque también pueden ser muestras de materia fecal o exudados nasofaríngeos, por ejemplo. Estas pruebas son capaces de detectar los anticuerpos producidos por el organismo contra el agente etiológico. Engloban a todas las pruebas serológicas, como inmunodifusión, ELISA, hemaglutinación, inmunofluorescencia, entre otras.

En general son pruebas rápidas en las que se busca la máxima sensibilidad para detectar la mayor cantidad posible de sospechosos; son muy útiles como estrategias de cribado, aunque en algunas enfermedades son usadas como pruebas de confirmación. Alternativamente pueden buscarse los antígenos del agente etiológico en sangre (antígenos circulantes) en lugar de anticuerpos.

### 1. 15. 5. 3. ELISA

Se denomina ELISA por las siglas en inglés de *enzyme-linked immunosorbent assays* o enzimoimmunoensayo. Es una de las pruebas más comunes actualmente en uso para la detección de anticuerpos. Hay varias estrategias para hacer un ELISA, una es la denominada *in house*, o sea, hacerla en forma manual a partir de un lector de ELISA y de la disponibilidad de antígenos específicos, y otra, a partir de sistemas automatizados mediante el uso de autoanalizadores y equipos comerciales.

Las muestras obtenidas son procesadas en laboratorio, donde el anticuerpo o antígeno objeto de estudio se vincula a una enzima específica. Si la sustancia a estudiar está presente en la muestra, la solución de la prueba se torna de un color diferente; los resultados generalmente se expresan en función de la densidad óptica (DO) determinada en el lector.

De acuerdo con el agente etiológico, alcanzan buena sensibilidad y especificidad. El marcador serológico más sensible y más temprano son los anticuerpos totales, aunque pueden desarrollarse ELISA específicos para ver la respuesta inicial del organismo (detección de IgM) o posterior (detección de IgG). Por ejemplo, en COVID-19 sus niveles comienzan a aumentar a partir de la segunda semana de inicio de los síntomas mientras que la seroconversión de IgM e IgG se produce entre la tercera y la cuarta semana de inicio de la enfermedad clínica. A partir de entonces IgM comienza a disminuir y alcanza niveles más bajos en la semana 5, y casi desaparece en la semana 7, mientras que IgG persiste más allá de las 7 semanas.

Además la prueba de ELISA tiene la ventaja de que –al procesar muchas muestras juntas en una placa– se puede procesar una gran cantidad

de sueros en muy poco tiempo, lo que constituye una gran ayuda cuando hay necesidad de efectuar estudios poblacionales o de cribado.

Estas pruebas no entregan un resultado negativo o positivo, sino que se establece un valor de corte a determinada densidad óptica. Ese valor de corte es definido en una curva ROC para identificar la mejor combinación de sensibilidad y especificidad, o mediante la determinación del promedio de la DO más 2 desvíos estándar.

#### 1. 15. 5. 4. Western blot

Western blot (WB), inmunoblot o electrotransferencia es una técnica importante en la actualidad por su gran especificidad. Utiliza una plataforma que tiene adheridas las proteínas del agente etiológico para detectar anticuerpos en muestras de sangre o tejidos. El método implica el uso de electroforesis en gel para separar las proteínas de la muestra. Las proteínas separadas se transfieren del gel a la superficie de una membrana. La membrana se expone a un anticuerpo específico contra la proteína en estudio. La unión del anticuerpo se detecta usando un marcador radiactivo o químico.

WB es un método semicuantitativo en donde los resultados se expresan en general como positivo o negativo, aunque pueden analizarse los resultados en función del número de bandas y bandas específicas identificadas en el proceso (de las cuales queda un registro gráfico). Una de sus limitaciones es el número de muestras que pueden analizarse.

### 1. 16. Concepto de prevención

*Prevención* son las medidas destinadas a evitar la aparición de la enfermedad mediante la reducción de factores de riesgo, detener su avance y atenuar sus consecuencias.

De tal manera, las actividades preventivas se pueden clasificar en tres niveles: prevención primaria, secundaria y terciaria, según sea el estado de salud del individuo, grupo o comunidad a las que están dirigidas.

La prevención primaria evita la adquisición de la enfermedad a través de medidas de educación para la salud y de protección específica (por ejemplo, vacunación como en los programas de control de rabia canina urbana, eliminación y control de riesgos como en los programas de descacharrado para evitar la proliferación de *Aedes aegypti* en el control de dengue, etcétera). El objetivo de las acciones de prevención primaria es disminuir la incidencia de la enfermedad. Previene la enfermedad o daño en personas sanas.

Desde el punto de vista de la historia natural de una enfermedad, la prevención primaria actúa antes que el agente etiológico ingrese al organismo, por lo que nos encontramos en el período prepatogénico de la enfermedad.

La prevención secundaria tiene como objetivo detectar la enfermedad previa a la aparición de signos o síntomas, es decir, cuando es asintomática, para poder realizar algún tipo de intervención para disminuir la morbimortalidad asociada. Está destinada al diagnóstico precoz de la enfermedad (cuando aún no hay manifestaciones clínicas) y significa la búsqueda en sujetos aparentemente sanos a los que se les pueda dar un tratamiento oportuno (por ejemplo, mediante tamizajes ecográficos en población aparentemente sana para detectar quistes hidatídicos que aún no han generado síntomas en el portador). Lo expuesto significa asimismo que los programas de búsqueda activa solo deben realizarse si se está en condiciones de brindar el tratamiento adecuado.

De tal forma, desde el punto de vista de la historia natural de la enfermedad, la prevención secundaria actúa en el período patogénico preclínico (el agente etiológico ingresó al organismo, pero aún no produjo síntomas en el hospedador).

La prevención terciaria comprende aquellas medidas dirigidas al tratamiento y a la rehabilitación de una enfermedad. Se refiere a acciones relativas a la recuperación de la enfermedad que ha presentado síntomas clínicos, mediante un correcto diagnóstico y tratamiento, y la rehabilitación física, psicológica y social en caso de invalidez o secuelas, buscando reducir de este modo las mismas. El objetivo es hacer más lenta la progresión de la enfermedad o eliminarla y, con ello, evitar la aparición o el agravamiento de complicaciones e intentando mejorar la calidad de vida de los pacientes (por ejemplo, extirpación quirúrgica de los quistes hidatídicos evitando su crecimiento).

Así, la prevención terciaria actúa en el período patogénico clínico. En esta situación, la enfermedad puede tener una rápida evolución (enfermedad aguda, como rabia o síndrome pulmonar por hantavirus) o mantenerse por mucho tiempo, incluso años (enfermedad crónica, como tuberculosis o equinocosis).

Por ejemplo, en la tabla 1.6 se presentan todas las medidas de prevención en el control de la equinocosis quística o hidatidosis y su relación con el estado de la enfermedad.

Tabla 1. 6. Niveles de prevención en hidatidosis

Tipo de prevención	Actor responsable	Medida estratégica	Horizonte
Primaria	Agente sanitario y docentes Médico veterinario	Educación sanitaria  Desparasitación de perros con PZQ Vacunación de ovinos con EG95	Prepatogénico
Secundaria	Médico generalista entrenado	Tamizajes con ultrasonografía para detectar asintomáticos	Patogénico subclínico
Terciaria	Médico generalista  Médico cirujano	Tratamiento con albendazol Extirpación del quiste	Patogénico clínico

Las actividades de prevención están asociadas con los niveles de atención a las personas en los sistemas de salud, niveles que buscan ordenar y organizar los recursos existentes en la sociedad para satisfacer las demandas y necesidades de la población, con base en el tipo de problema de salud que resuelven.

El primer nivel de atención es el primer contacto del sistema de salud con la población. En este nivel se resuelven los problemas más frecuentes y sencillos, que pueden ser resueltos por actividades de promoción de salud y prevención de la enfermedad, como asimismo por acciones de recuperación y rehabilitación de la salud con actividades de baja complejidad. El objetivo principal en este nivel es garantizar a la población la accesibilidad a la atención de la salud.

El segundo nivel de atención incluye a los hospitales donde se brindan servicios de atención médica (pediatría, ginecología, cirugía general), mientras que el tercer nivel de atención resuelve problemas de salud que requieren alta complejidad y alta tecnología, y que son, usualmente, de baja prevalencia, tal como cirugía cardiovascular, neurocirugía, oncología, entre otros.

En el primer nivel de atención (PNA) encontramos una organización sanitaria basada en centros de atención primaria en salud o CAPS (antes denominados salas de primeros auxilios) responsables de todas las actividades sanitarias sobre la población que vive en su área de influencia urbana o rural. Su personal puede ir desde solo un agente sanitario ocupado en actividades de visita domiciliaria o una enfermera, con atención médica ocasional (habitual en áreas rurales dispersas), a una

mayor complejidad con atención médica diaria (habitualmente, médico especialista en medicina general), odontología, pediatría.

En estos centros de salud existe una fuerte interrelación de la población –con frecuencia individualizada o nominalizada– con el personal de salud. Además, desde ellos se instrumentan desde acciones de educación sanitaria y prácticas saludables comunitarias, a campañas de vacunación, identificación precoz de enfermedades endémicas como tuberculosis, atención prioritaria de la madre y el niño, seguimiento de personas con enfermedad crónica no transmisible (como diabetes) y control de zoonosis y del medio ambiente. Obviamente, incluyen la atención médica de patologías frecuentes.

En general, los CAPS están organizados en una red de atención dependiente de un hospital de mayor complejidad y agrupados en un departamento de actividades para el área (DAPA) responsable de coordinar todas las actividades del PNA.

En este marco y modelo organizativo encuentra su ámbito de desarrollo y trabajo la salud pública veterinaria (SPVET) como parte del equipo de salud, junto a médicos, enfermeros, agentes sanitarios, bioquímicos, licenciados en salud ambiental y otros técnicos y profesionales de la salud aplicando sus saberes específicos con especial referencia al control de zoonosis, solución de problemas ambientales como los relacionados a la calidad del agua de consumo, inocuidad de alimentos, investigación epidemiológica.

El PNA se encuentra fuertemente influenciado y organizado por lo que se denomina la atención primaria de la salud (APS). Este concepto fue definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1978, en la histórica conferencia de Alma Atta en la entonces URSS, donde se estableció la importancia de desarrollar modelos sanitarios basados en la promoción de salud y la prevención de la enfermedad.

La APS fue entonces definida como la asistencia sanitaria esencial, basada en métodos y tecnologías prácticos científicamente fundados y socialmente aceptables, puesta al alcance de todos los individuos de la comunidad, mediante su plena participación y a un costo que la comunidad y el país puedan soportar en todas y cada una de las etapas de su desarrollo, con espíritu de autorresponsabilidad y autodeterminación.

## **1. 17. Demografía básica**

La demografía es una herramienta imprescindible dentro del análisis epidemiológico. Baste recordar que los denominadores de las tasas poblacionales de incidencia están constituidos por números poblacionales surgidos de censos y analizados inicialmente por la demografía.

La estructura demográfica incluye el análisis del tamaño de la población, su composición, su distribución territorial y la densidad demográfica. Todos estos datos son insumos básicos en los estudios de población y en el desarrollo de programas de control de una enfermedad.

El análisis de la distribución espacial es un elemento sustantivo, particularmente para la construcción de modelos y de sistemas de información geográficos, y para entender la dinámica de transmisión de enfermedades. En tal sentido, conocer la distribución de la población a pequeña escala (por ejemplo, población en los radios censales definidos para ejecutar un censo poblacional o población dependiente o atendida por CAPS) permite mejorar el análisis epidemiológico con relación a análisis efectuados a escala mayor, como, por ejemplo, departamentos o provincias.

Generalmente, las poblaciones se representan gráficamente por medio de pirámides poblacionales en donde cada estrato etario se puede dividir según sexo, siendo el ancho del estrato proporcional al número de individuos. De tal manera, las pirámides de tipo expansivas se caracterizan por una base ancha con disminución marcada en los estratos siguientes, finalizando en los estratos de mayor edad con muy poca población (característica de países con alta natalidad, con predominio de población joven); las pirámides en retracción se caracterizan por su forma de tonel, en donde se visualiza la disminución de la natalidad y el inicio de procesos de envejecimiento; finalmente, la pirámide de tipo estacionaria se caracteriza por escaso o nulo crecimiento poblacional, en donde cada estrato tiene, aproximadamente, el mismo ancho, característica de poblaciones envejecidas como la de muchos de los países desarrollados (Arcia Arcia, 2009).

La dinámica poblacional incluye el análisis de la natalidad, la mortalidad y de las migraciones (incluyendo las migraciones desde territorios externos o las migraciones internas generadas, por ejemplo, por procesos de urbanización de la población) que en conjunto explican las modificaciones en el tamaño de la población.

En el campo de la SPVET, el manejo de la demografía es esencial para entender algunos aspectos epidemiológicos vinculados a programas de control.

Por ejemplo, si se quiere organizar una campaña de control de poblaciones caninas mediante estrategias de esterilización, debemos conocer aspectos de la constitución y dinámica de la población de perros y su asociación con la dinámica de la población humana. Así, por ejemplo, en la ciudad de General Pico, en la Argentina, se siguió mediante tres estudios transversales efectuados durante cuatro años la evolución de la población canina en un ambiente carente de políticas públicas de control de esa población (Larriue y otros, 1990). En ese período el número

de perros por domicilio se mantuvo estable (0,9; 0,7 y 0,7) al igual que el número de personas por perro (3,7; 5,4 y 4,5). No se observaron diferencias entre el inicio y el final del estudio en el porcentaje de hembras castradas (9,2%, 10,2%), disminuyendo el porcentaje de hembras preñadas (5,3%, 2,4%) y el de hembras paridas (25,8%, 15,6%). De tal manera, por ejemplo, conocer el porcentaje de hembras que paren y que se preñan permite estimar el número de esterilizaciones que deberían efectuarse para controlar la población.

Un aspecto de interés es que las poblaciones caninas suelen conformar pirámides poblacionales muy similares a las de los humanos en el mismo ámbito geográfico. Por ejemplo, en General Pico—ciudad de buen desarrollo social— la población canina presenta una forma intermedia entre la forma de barril de áreas desarrolladas, con alta proporción de población envejecida y baja proporción de población infantil (por ejemplo, partido de San Martín) y áreas con poco desarrollo, tal como Guatemala, con una pirámide poblacional de forma triangular de base ancha (Larrieu y otros, 1990).

---

#### **Puntos destacados 4**

---

El hecho que una prueba diagnóstica empleada arroje resultado positivo o negativo no asegura que efectivamente la persona o animal sea sana o enferma.

La sensibilidad es la capacidad para identificar de manera exacta a los sujetos que tienen la enfermedad y la especificidad es la capacidad para identificar con exactitud a quienes no tienen la enfermedad. Ambas son inherentes a la prueba diagnóstica y se calculan relacionándolas con una prueba concluyente o prueba de oro.

A la efectividad de la prueba la denominamos valor predictivo (de una prueba positiva) y es la proporción de pruebas positivas que son efectivamente positivas. El valor predictivo depende de la prevalencia esperada. La presentación de los datos de  $Se$  y  $Es$  incluye el intervalo de confianza. Las estimaciones pueden efectuarse con Epidat 3.1.

La prevención primaria evita la adquisición de la enfermedad a través de medidas de educación para la salud y de protección específica (por ejemplo, vacunación). La prevención secundaria tiene como objetivo detectar la enfermedad previa a la aparición de signos o síntomas, o sea, cuando es asintomática (por ejemplo, mediante tamizajes ecográficos en población aparentemente sana). La prevención terciaria comprende aquellas medidas dirigidas al tratamiento y a la rehabilitación de una enfermedad (por ejemplo, extirpación quirúrgica de los quistes hidatídicos para evitar su crecimiento).

---

## **Epidemiología aplicada**

### **2.1. Estudios descriptivos**

Ya se ha señalado que los estudios descriptivos responden a preguntas como: ¿qué ocurrió?, ¿quiénes son los afectados?, ¿dónde ocurrió? y ¿cuándo ocurrió? Son los estudios más sencillos, baratos y fáciles de realizar.

Incluyen diversas modalidades, como estudios de prevalencia y transversales (cuando la unidad de estudio son los casos) o estudios ecológicos (cuando la unidad de estudio es la población).

Pueden incluir todas o algunas de las siguientes actividades:

#### **2.1.1. Tamizaje**

Habitualmente conocido como *screening*, se practica a un grupo de población aparentemente sana (encuesta de campo) para determinar la ocurrencia de la enfermedad, por ejemplo, por medio de métodos serológicos o de imágenes que nos permitirán obtener cifras de prevalencia. En un tamizaje obtenemos una determinada cantidad de muestras (por ejemplo, de sangre) a las que les aplicamos una prueba diagnóstica para identificar los portadores de la enfermedad. Es necesario planificar adecuadamente quiénes serán estudiados. Pueden ser grupos de riesgo definidos (por ejemplo, para un estudio de brucelosis, trabajadores de salas de faena) o a población general (por ejemplo, en un estudio de hidatidosis podríamos evaluar a todos los chicos aparentemente sanos en edad escolar).

#### **2.1.2. Identificación**

Se trata de la identificación de los casos notificados al sistema de salud en forma previa a nuestro estudio, en un determinado periodo de tiempo y revisión de otras fuentes de información (especialmente sistemas de registros) relacionados con la enfermedad bajo estudio.

#### **2.1.3. Cuestionarios y observaciones de campo**

Estos permiten obtener información sobre factores de riesgo presentes o ausentes, o sobre las características de los enfermos (edad, sexo, ocupación, domicilio, entre otros) y sobre variables asociadas al riesgo de

enfermar (por ejemplo, en síndrome urémico hemolítico, ingestión de jugos de carne o carne picada mal cocida, padre trabajador de matadero, etcétera). Siempre el análisis y recopilación de la información debe hacerse identificando los eslabones conocidos de la cadena epidemiológica y sobre los aspectos ecológicos que incluyen agente, huésped y ambiente.

Un estudio descriptivo relacionado a hidatidosis en niños partiría de la identificación de casos (por ejemplo, del sistema de notificación médica o de egresos hospitalarios) o de un tamizaje con ecografía o serología en escuelas, para luego obtener información de variables o factores de riesgo mediante un cuestionario que podría ser aplicado a los padres de los niños, incluyendo preguntas sobre:

- Antecedentes familiares de hidatidosis (casos de hidatidosis ocurridos en la familia).
- Condición socioeconómica (clasificándose como de condición socioeconómica baja a las familias que reciben asistencia social y alimentaria del Estado).
- Nivel educativo paterno.
- Prácticas vinculadas al trabajo paterno (asociación con producción ovina) y a la costumbre de faenar ovejas para consumo familiar.
- Relación del niño y del núcleo familiar con el huésped definitivo (perro) incluyendo prácticas vinculadas a la tenencia del perro (accesibilidad del perro al domicilio).
- Alimentación del perro (uso y destino de vísceras ovinas en la manzana domiciliaria) y forma de vinculación con el perro (juegos del niño con su perro o con perros de terceras personas), incluyendo el tipo de relación del perro con el medio rural (medido en promedio de días en los que el perro es trasladado a ámbitos rurales).
- Relación del niño y del núcleo familiar con el ambiente, tal como relación del niño con el medio rural (medido en términos de períodos de tiempo en que el niño vive o concurre al medio rural).
- Prácticas relacionadas al consumo de verduras (verduras provenientes de huerta personal).
- Higiene personal y características del abastecimiento de agua.
- Relación del núcleo familiar con el programa de control, medido en términos de recepción de la asistencia brindada por los agentes sanitarios del Estado responsables de la desparasitación del perro y cumplimiento de sus actividades (incluyendo aspectos de la forma de desparasitación del perro y a la dosis de antiparasitario aplicada al perro en función de su tamaño o peso) (Larrieu y otros, 2002).

En síntesis, una amplia gama de variables a ser cuantificadas y que surgen del conocimiento científico existente sobre los mecanismos de transmisión de esta enfermedad.

#### 2.1.4. Georreferenciación

Es la ubicación espacial, en términos de latitud y longitud, de los casos identificados para construir patrones geográficos de distribución o casos asociados en tiempo y espacio (clúster).

O sea, en un mismo momento determinamos la ocurrencia de enfermedad (estimamos prevalencia) y las características de los grupos enfermos e identificamos la presencia de factores de riesgo que puedan haber causado la enfermedad.

Sin embargo, al ser obtenidos ambos simultáneamente, no es posible probar que exista relación temporal o asociación causal entre ellos por lo que, apoyados por el conocimiento científico, solo podemos plantear hipótesis sobre su existencia o ausencia a los efectos de explicar la situación descripta. Los estudios epidemiológicos analíticos posteriores nos permitirán comprobar estas hipótesis.

El diseño y ejecución de estudios poblacionales transversales requiere de algunas precauciones elementales que aseguren la confiabilidad y validez del resultado:

- Deben ser llevados a cabo en un corto período de tiempo para evitar variaciones en la situación epidemiológica estudiada (por ejemplo, por la ocurrencia de brotes).
- La muestra debe ser diseñada en términos estadísticos y de eliminación de sesgos (aunque esto no es posible en todas las ocasiones).
- Los cuestionarios deben ser comprensibles y adecuados para las personas que van a ser entrevistadas, sin dejar lugar a dudas sobre lo que se está preguntando. En general se sugiere que los formularios de encuestas sean previamente probados en lo que denominamos *pretest* y que quienes los administren estén capacitados y no busquen influir en las respuestas.
- Es preciso definir previamente y con rigurosidad a quién se considerará caso, dado que esta definición puede ser variable (no es lo mismo un caso confirmado, por ejemplo, mediante aislamiento del patógeno que un caso positivo a una prueba serológica poco específica).

## 2. 2. Medición del riesgo

Hemos definido el concepto *incidencia* como sinónimo conceptual de *riesgo*. Así, la incidencia mide el riesgo absoluto que tiene un individuo de una comunidad de sufrir una determinada enfermedad (o morir de determinada causa). Es decir que expresa la probabilidad de que una enfermedad o muerte ocurran en un lapso de tiempo.

La medición y cuantificación del riesgo en epidemiología es una actividad fundamental. Es necesario, ante la existencia de un gran número de factores de riesgo (muticausalidad), que podamos identificarlos en orden de importancia. Ese orden será determinante a la hora de identificar las estrategias de control que podamos aplicar sobre los factores que tienen mayor peso en la transmisión de la enfermedad (o que aparezcan como más vulnerables ante acciones de prevención).

Para esta cuantificación disponemos de medidas de asociación entre cada factor de riesgo y la enfermedad: riesgo relativo, riesgo atribuible y *Odds ratio*.

### 2. 2. 1. Riesgo relativo, *Odds ratio*, riesgo atribuible

Para la estimación del riesgo, completamos la tabla de cuatro casillas y estimamos las tasas de incidencia y las tasas de exposición, como muestra la tabla 2. 1.

Tabla 2. 1. Estimación de las tasas de incidencia y de exposición para la determinación del riesgo

Causa	Efecto		Total	Tasa de incidencia
	Enfermos	Sanos		
Exposición a un factor	a	b	a + b	Expuestos a/a+b
No exposición a un factor	c	d	c + d	No expuestos c/c+d
<b>Total</b>	<b>a + c</b>	<b>b + d</b>	<b>a+b+c+d</b>	
Tasa de exposición	En enfermos a/a+c	En sanos b/b+d		

#### 2. 2. 1. 1. Riesgo relativo (RR)

Expresa el cociente entre la tasa de incidencia del grupo con exposición al factor de riesgo y la tasa de incidencia del grupo no expuesto a dicho

factor. Mide, así, la fuerza de la asociación entre el factor de riesgo y la ocurrencia de enfermedad.

$$RR = \frac{\text{tasa de incidencia población expuesta o a/a+b}}{\text{tasa de incidencia población no expuesta o c/c+d}}$$

Así, el riesgo relativo no es una tasa sino un cociente. Expresa en qué medida está aumentado el riesgo de enfermar en alguien (por ejemplo, un trabajador de la carne) expuesto a un factor (brucelosis) en comparación con alguien que no desarrolla esta actividad.

Por ejemplo, en un estudio efectuado entre 2004 y 2015 para analizar la relación entre cáncer y sida, la incidencia de cáncer fue del doble en los hombres con VIH en relación con la población general (riesgo relativo para el linfoma de Hodgkin en hombres: RR 8,37, IC 95 % 5,13-14,17; en mujeres: RR 21,83, IC 95 % 2,66-47,79). Esto significa que los pacientes con sida varones tienen 8,37 veces más riesgo de sufrir este tipo de cáncer y las pacientes mujeres más de 21,83 veces que las personas sin sida (García-Abellán y otros, 2019), con los límites fijados por el intervalo de confianza.

Al medir la fuerza de una relación, el riesgo relativo sugiere etiología o causalidad, también expresará el beneficio que se podría obtener para el paciente si se eliminara el factor.

Cuando el RR hallado es menor a 1, el factor analizado debe ser entendido como un factor de protección. Por ejemplo, después de una mediana de seguimiento de 10,4 años, la población que lleva una vida saludable (en términos de no fumar, no beber, actividad deportiva, entre otras condiciones) mostró una reducción relativa significativa del 78 % en el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular en comparación con la población que se encuentra en la categoría más baja en lo que se refiere a hábitos saludables (RR 0,22; IC 95 % 0,11-0,46) (Díaz Gutiérrez y otros, 2018).

El RR puede ser estimado solo en estudios epidemiológicos longitudinales prospectivos (cohortes), en los que es posible la determinación de la tasa de incidencia. Como este tipo de estudios no es el más frecuente por su complejidad, en la mayor parte de los estudios se requiere una estimación alternativa al RR.

### 2. 2. 1. 2. *Odds ratio* (OR)

Así, en los estudios epidemiológicos longitudinales retrospectivos (casos y controles) no es posible la estimación del riesgo relativo debido a que no puede estimarse la tasa de incidencia, pues no se conoce la población expuesta al riesgo ni los casos son representativos de una población.

En estos casos se utiliza la desigualdad relativa u *Odds ratio* (OR), de acuerdo con la siguiente fórmula extraída de la misma tabla tetracórica:

$$\text{OR: } (a * d) \ / \ (b * c)$$

Desde un punto de vista de interpretación de resultados, el OR se comporta en forma similar al RR. Cuando la OR tiene un valor de 1, el comportamiento del factor es indiferente; si el valor es superior a 1, el factor puede considerarse como de riesgo, y si es inferior a 1 es valorado como factor protector.

Por ejemplo, se realizó un estudio de casos y controles con el objetivo de describir el patrón clínico de brucelosis humana durante 2015 en la región de Gafsa (suroeste de Túnez) e investigar los principales factores de riesgo involucrados en la aparición de la enfermedad. Previamente, se estimó la incidencia de brucelosis en 30,8 por cada 100 000 habitantes con una seropositividad animal general a *Brucella* spp. de 21 %, siendo determinados los siguientes OR: seropositividad animal general (OR 65,2; IC 95 % 13,3-318,7); manejo de hembras abortadas (OR 43,1; IC 95 % 8,3-222,7); ser dueño de cabras seropositivas (OR 18,3; IC 95 % 2,4-137,6). Es decir que ser propietario de animales con brucelosis nos da un riesgo de tener brucelosis 65 veces mayor a quien tiene animales sin brucelosis (Khamassi Khbou y otros, 2017).

El OR también puede ser estimado en estudios descriptivos transversales cuando tenemos información de casos de una enfermedad, información de quienes no enfermaron, y de la presencia o ausencia asociada de factores de riesgo obtenidos mediante una encuesta en ambos grupos. Al no estar estructurado como un estudio de casos y controles reglado, los resultados deben interpretarse con precaución, aunque en forma similar al RR. Por ejemplo, en Ecuador se realizó un estudio transversal para determinar la seroprevalencia y los factores de riesgo asociados para la infección por *Brucella* en rebaños de vacas lecheras y mixtas, la seroprevalencia alcanzó el 17,0% (IC 95 % 15,6-18,4%). Siendo determinados los siguientes OR para algunas variables: sexo (OR 2,03; IC 95 % 1,32-3,13), tipo de rebaño (lácteos) (OR 1,79; IC 95 % 1,11-2,87), instalaciones cerradas en la granja (OR 1,80; IC 95 % 1,19-2,74). De manera que las vacas lecheras tienen casi el doble de riesgo de tener brucelosis que las vacas de producción mixta (Carbonero y otros, 2018).

Dado que los estudios transversales y los de casos y controles son los tipos de estudio utilizados con mayor frecuencia en los servicios de salud, en consecuencia, el OR es la estimación del riesgo más aplicada.

Existen también medidas de riesgo potencial que nos permiten evaluar qué proporción de la enfermedad se puede atribuir a la variable bajo estudio, de ellas la más utilizada es el riesgo atribuible.

### 2. 2. 1. 3. Riesgo atribuible (RA)

Mide la proporción de incidencia de enfermedad (riesgo) que puede ser atribuida a la exposición específica a un factor, o sea, el exceso de enfermedad generado por un factor de riesgo. Se calcula restando la tasa de incidencia del grupo no expuesto a la tasa de incidencia del grupo expuesto al factor.

RA = tasa de incidencia población expuesta – tasa de incidencia población no expuesta.

Es decir, plantea la incidencia que es atribuible exclusivamente a la exposición a la causa. Los valores pueden ajustarse para estimar el riesgo atribuible poblacional (RAP) como la diferencia de la incidencia de la enfermedad entre la población general y los no expuestos al factor de riesgo. También puede calcularse multiplicando el riesgo atribuible (RA) por la prevalencia del factor de riesgo en la población general.

Por ejemplo, el conocimiento sobre la importancia relativa de las fuentes alternativas de campilobacteriosis humana es importante para implementar medidas efectivas de prevención. Por ello, en un estudio de casos y controles se estudiaron tres vías de exposición (viajar al extranjero, carne de aves, contacto con mascotas) para diferentes grupos de edad de pacientes en Suiza. Los valores medios para el riesgo atribuible poblacional en todos los grupos de edad fueron 27% (IC 95% 17-39) para el consumo de aves de corral, 27% (IC 95% 22-32) para viajar al extranjero, 8% (IC 95% 6-9) para contacto con mascotas y 39% (IC 95% 25-50) para otros riesgos. O sea que no comer aves de corral disminuiría el 27% de los casos de *Campylobacter* spp. en esa población.

Esta medida es invaluable para quienes tienen que tomar decisiones ejecutivas en salud, pues claramente nos indica la mejora que puede esperarse al eliminar un factor de riesgo de una enfermedad, o sea, mide el beneficio potencial que generaría en la salud de la comunidad la eliminación de un factor de riesgo. Así, cuanto mayor sea el riesgo atribuible poblacional, mayor será la justificación para la instrumentación de medidas y, por el contrario, cuando este sea muy bajo no sería aconsejable invertir recursos en eliminarlo. De igual forma, si el factor de riesgo que estamos evaluando tiene un RR (o un OR) alto y una prevalencia de expuestos alta, si eliminamos ese factor, la reducción del riesgo de enfermar será de alto impacto sanitario. Por el contrario, si el RR (u OR) es bajo y la prevalencia también es baja, la eliminación del factor de riesgo no es una prioridad en salud pública, ya que su impacto en la población será irrelevante.

Como se habrá observado en los ejemplos, tanto para el riesgo relativo como para el *Odds ratio* y para el riesgo atribuible, al valor absoluto estimado se le incorpora el cálculo del intervalo de confianza.

Un intervalo de confianza amplio implicará la posible existencia de sesgos en la investigación, que el tamaño de la muestra es insuficiente o una combinación de estos factores.

Un intervalo de confianza estrecho será indicativo de un tamaño de la muestra adecuado y/o de una fuerte asociación entre el factor de riesgo y la enfermedad.

Todas las estimaciones de riesgo y de sus intervalos de confianza son automáticamente estimados con diversos programas, como Epidat o Epiinfo.

### **2. 3. Determinación de asociación estadística, test de hipótesis**

La estimación del riesgo (RR y OR) y muy especialmente de sus intervalos de confianza es estadísticamente suficiente para el análisis e interpretación de los resultados de un estudio epidemiológico.

Sin embargo, podemos incorporar a nuestro análisis pruebas de significación estadística para determinar si nuestro estudio poblacional es concluyente en indicar la existencia de asociación causal entre la exposición al riesgo y la presencia de enfermedad (o entre la exposición a un tratamiento y la desaparición de la enfermedad).

Así, el uso habitual de los test de hipótesis en epidemiología es aplicarlos como un método para comparar los resultados entre dos procedimientos.

Los test de hipótesis están asociados al concepto de inferencia estadística, o sea, el proceso de sacar conclusiones a partir de los resultados de un estudio efectuado con una parte de la población, a la que denominamos muestra, y que pretendemos generalizar como conclusión válida para toda la población.

Debe entenderse que las pruebas de significación no son más que fórmulas estadísticas que incluyen la definición de límites impuestos arbitrariamente para la aceptación o el rechazo de las hipótesis de trabajo. No siendo capaces tampoco de analizar la plausibilidad biológica o la verosimilitud de las conclusiones a las que hemos arribado. Siempre, en definitiva, quien interpreta y toma decisiones sanitarias es el epidemiólogo y no un instrumento estadístico.

En las pruebas de hipótesis, el punto de 2 errores estándar (*EE*), definido como el desvío estándar (*s*) dividido la raíz cuadrada del tamaño de la muestra, representa el límite arbitrario usualmente definido como límite de significación y es igual a una probabilidad del 5% de que las diferencias entre las dos muestras se deban al azar ( $p = 0,05$ ). El punto correspondiente al 99%, por su parte, representa una probabilidad del

1% ( $p = 0,01$ ). El punto de 3 *EE* (99,7%) representa el límite arbitrario usualmente definido como límite superior de la significación ( $p = 0,001$ ).

De hecho, de acuerdo a la seguridad que busquemos en nuestro estudio, fijaremos el límite de significación en uno u otro punto. Usualmente el valor elegido es 0,05 y a esto lo llamamos *valor alfa*.

Un resultado es estadísticamente significativo cuando, con la prueba usada (*t*, *Z*, *F*, Ji cuadrado, etcétera), el resultado es menor (<) que el nivel de significación o valor alfa que hemos elegido (por ejemplo, un resultado de  $p = 0,03$  será estadísticamente significativo si nuestro valor alfa es 0,05), lo que indicará que hay diferencias entre los dos grupos comparados.

Esta idea aparece asociada al concepto de *hipótesis nula*, utilizado cuando se trabaja en la comparación de dos grupos. La hipótesis nula enuncia que no hay diferencias entre los grupos de expuestos y de no expuestos al riesgo, esto es que las diferencias se deben al azar. La hipótesis alternativa, en consecuencia, expresa lo opuesto. Para decidir si se debe aceptar o rechazar esta hipótesis se efectúa una prueba estadística para determinar posteriormente el valor de *p* (probabilidad) y determinar si este es mayor o menor que el valor alfa elegido.

Si es menor al valor alfa ( $p < 0,05$ ) se rechaza la hipótesis nula y se declara a la diferencia como estadísticamente significativa. Se aprueba la hipótesis alternativa. Si, por el contrario, el valor de *p* es mayor que el valor alfa ( $p > 0,05$ ) se acepta la hipótesis nula y se declara que no hay diferencias estadísticas significativas entre los grupos de comparación.

Toda decisión de rechazar la hipótesis nula entraña cierto riesgo de equivocarse. La tabla 2. 2 muestra las opciones posibles:

Tabla 2. 2. Resultados posibles de las pruebas estadísticas y la hipótesis nula

Situación real indica que la hipótesis nula es:			
Prueba estadística indica que hipótesis nula es	Verdadera		Falsa
	Aceptada	Decisión correcta	Error tipo II o Error beta
Rechazada	Error tipo I o Error alfa	Decisión correcta	

Así, el nivel de significación del 5% limita la posibilidad de que se dé un error de tipo I (aceptar una asociación cuando no existe). Si usamos, por el contrario, valores del 10% o 20% restringimos la posibilidad que se dé un error de tipo II (rechazar una asociación que existe).

Por ejemplo, en un consultorio de pequeños animales se han utilizado dos tipos de tratamiento en cachorros con parvovirus, si el profesional actuante estima que uno de ellos ha tenido mejor respuesta, su

interrogante será si la diferencia observada es real o sencillamente se trata de un error de muestreo o una diferencia dada por el azar. Esta valoración se puede hacer con una prueba estadística en donde un nivel de significación del 5% implicará asumir un 5% de probabilidad de rechazar la hipótesis nula, aunque sea verdadera.

### 2.3.1. Test de hipótesis para variables cualitativas

Existen muchas pruebas estadísticas para efectuar este análisis, siendo la más empleada en variables cualitativas la prueba de Ji cuadrado (o Chi cuadrado). No analiza un parámetro poblacional (es no paramétrica). Analiza si se relacionan dos categorías (análisis de independencia).

Los datos son recuentos de eventos que pueden ser presentados en una tabla de  $r$  filas y  $c$  columnas, aunque, usualmente, el más utilizado es el modelo de  $2 \times 2$  o tabla de cuatro casillas. Las limitaciones incluyen que los 4 valores sean de al menos = 1 y que el 80% de los valores de cada celda sean al menos = 5.

De tal forma las cuatro categorías para la tabla son:

- a) Enfermos expuestos.
- b) Sanos expuestos.
- c) Enfermos no expuestos.
- d) Sanos no expuestos.

Veamos un ejemplo de análisis de riesgos con sus componentes de OR, IC 95% y Ji cuadrado para entender más claramente la aplicación de los conceptos:

En la tabla 2.3 vemos un ejemplo de estimación para variables cualitativas. Un grupo de personas sufre una intoxicación alimentaria, supuestamente por ingestión de pastel de carne contaminado con *Salmonella* spp.

Tabla 2.3. Presentación de datos para estimación de la significación en una variable cualitativa

Variable independiente (causa)	Variable dependiente (efecto)		
	Enfermos	Sanos	Total
Exposición a un factor (comer)	a) 44	b) 30	74
No exposición a un factor (no comer)	c) 6	d) 47	53
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>77</b>	<b>127</b>

En este caso, en Epidat, desde *Métodos*, seleccionamos *Tablas de contingencia, 2x2, simples*. Epidat nos pide elegir entre estudio transversal, de cohortes, y de caso y control. Si seleccionamos el primero, nos presenta las 4 casillas (a, b, c y d) que completamos con nuestros datos del factor de riesgo bajo estudio y obtendremos los siguientes resultados:

- OR: 6,6 IC 95 % 2,4 17,9
- Ji cuadrado valor de  $p$ : 0,0001
- Ji cuadrado corrección de Yates, valor de  $p$ : 0,0002
- Prueba exacta de Fisher, valor de  $p$ : 0,0001

En los tres casos nos da además los valores del estadístico utilizado, lo que no es de nuestro interés primario para la interpretación de resultados.

De tal forma, los expuestos a este factor de riesgo (comer pastel de carne) tuvieron 6,6 veces más riesgo de enfermar que quienes no estuvieron expuestos. En el peor de los casos (límite inferior del intervalo de confianza) tuvieron 2,4 veces más riesgo de enfermar, lo cual es un riesgo elevado.

Asimismo, Epidat nos dio también para un OR 6,6, el valor de  $p$  (0,0001), ya sea con la prueba de Ji cuadrado o con la exacta de Fisher, es menor al valor alfa ( $p < 0,05$ ) razón por la cual las diferencias son estadísticamente significativas. Tenemos asociación estadística.

Si dicha asociación no se debe a sesgos, y si existe asociación temporal y plausibilidad biológica, diremos que estamos en presencia de una asociación causal. Es decir que en este caso la intoxicación está causada por la ingestión de pastel contaminado con *Salmonella* spp. (rechazamos hipótesis nula).

Si nuestra prueba, por el contrario, hubiera arrojado como resultado un valor de  $p > 0,05$  (por ejemplo, 0,8) para el análisis de la ingestión de ensalada, diríamos que no hallamos asociación estadística, en cuyo caso las diferencias serían no significativas y, por lo tanto, no sería la ensalada el causante de la intoxicación (aceptamos hipótesis nula).

Existen variados ajustes a la prueba de Ji cuadrado y otras pruebas que pueden ser aplicadas a variables cualitativas en diversas circunstancias. La mayor parte de ellas son automáticamente estimadas con todos los *software* estadísticos.

Las más usuales son:

- Ji cuadrado corregido de Yates y el test exacto de Fisher, aplicados cuando algunos de los valores de los casilleros de la tabla son menores a 5.
- Test de MacNemar, aplicable cuando se trabajan diseños en parejas.
- Ji cuadrado de Mantel Haenzel, aplicable en el caso de dos variables independientes.

- Prueba de contraste de hipótesis, se usa para determinar la probabilidad de que una diferencia sea atribuible a un error de muestreo y no a diferencias poblacionales reales. También puede ser utilizada para comparar los resultados hallados en un estudio transversal con una prevalencia poblacional conocida (llamadas pruebas Z).

### 2.3.2. Test de hipótesis para variables cuantitativas

Cuando lo que estamos comparando son resultados de variables cuantitativas, el test de mayor uso es el de Student o test de  $t$ .

La estimación de  $t$  se basa en una fórmula que incluye la diferencia entre las medias de las dos muestras que se están comparando en el numerador y la suma de los errores estándar en el denominador.

La interpretación de la prueba de Student, en términos de probabilidad, es similar a las pruebas cualitativas. O sea, tendremos un valor alfa, usualmente = 0,05. Resultados de  $p$  por arriba o por debajo de ese valor indicarán si hay o no diferencias entre los dos grupos de comparación.

Si recordamos el ejemplo de la densidad óptica del suero de ovejas vacunadas contra la hidatidosis, cuando estimamos su valor promedio y su desvío estándar (sección 1.11.1), ahora también con planilla de cálculo podemos comparar esa densidad óptica, que es una variable cuantitativa, con las densidades ópticas de ovejas que no han sido vacunadas. Si en el *software* estadístico seleccionamos la función *Prueba T* y seleccionamos las casillas con los datos de las ovejas vacunadas (o matriz 1) y las ovejas no vacunadas (o matriz 2), nos devuelve como resultado 0,0059. Interpretamos que este valor es menor al valor alfa ( $p < 0,05$ ), por lo que concluimos que hay diferencias estadísticas significativas entre las densidades ópticas de los sueros de ovejas vacunadas y no vacunadas (inmunológicamente, diríamos que la vacuna produjo una respuesta humoral estadísticamente significativa).

Cuando nos enfrentamos al problema de tener que comparar varias muestras de variables cuantitativas –por ejemplo, si tuviéramos que comparar las densidades ópticas de sueros de ovejas vacunadas con distintas dosis o con varias vacunas distintas–, aplicamos las pruebas  $F$  o test de ANOVA (Nordness, 2006). Por ejemplo, y utilizando el ejemplo de diagnóstico serológico de equinocosis quística en ovejas, si queremos comparar la densidad óptica de ovejas portadoras de distintos parásitos para determinar si difieren entre sí –podemos tener ovinos con quistes hidatídicos, ovinos con cisticercos de *Tenia hydatigena*, ovinos con cisticercos de *Tenia ovis*, ovinos con tenias intestinales y ovinos sin parásitos–, en un *software* que estime ANOVA, como Minitab, colocaremos en una planilla de cálculo los valores de densidad óptica para cada categoría

en sendas columnas. El *software* nos arrojará los resultados de la media y la varianza de cada grupo, y consolidará la información en una tabla de ANOVA. Como la tabla 2. 4, en donde los elementos que debemos resaltar son el valor del estadístico *F* y, especialmente, el valor de *p*. En este caso es  $< 0,0001$  por lo cual hay diferencias estadísticas significativas entre los grupos tomados en su conjunto. Distintas pruebas estadísticas efectuadas *a posteriori* nos permitirán, a su vez, observar las diferencias entre cada uno de los grupos (test de Bonferoni, Tukey, Scheffe o DMS).

Tabla 2. 4. Tabla de ANOVA con resultados de la densidad óptica de 5 grupos de ovinos con diferentes parásitos

Fuente de variación	Suma cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	<i>F</i>	<i>p</i>
Entre	1,117849007	4	0,279462252	17,1000	0,0000
Dentro	1,340108579	82	0,016342788		
<b>Total</b>	<b>2,457957586</b>	<b>86</b>			

Nota: En la tabla, la fila *entre* corresponde al análisis de diferencias entre cada grupo y la fila *dentro* corresponde a las variaciones debidas al azar adentro de los grupos.

### 2. 3. 3. Análisis multivariados

En los estudios de casos y controles, el proceso de análisis incluye una gran cantidad de tablas tetracóricas, pues cada factor de riesgo es analizado en forma individual. Además, si el análisis es efectuado en forma apareada, pueden construirse muchas tablas para distintas combinaciones de variables.

En cualquier caso, si la enfermedad es poco frecuente, los intervalos de confianza pueden resultar muy amplios y el valor de *p*, poco significativo. Para superar estos problemas, ajustar los análisis a una visión de multicausalidad y, especialmente, evaluar distintos modelos para identificar las variables que mejor expliquen los fenómenos encontrados y eliminar los que, en realidad, son factores de confusión, se puede apelar a técnicas multivariadas que incluyen el análisis simultáneo de una gran cantidad de factores de riesgo para definir cuál es el modelo que mejor se ajusta.

Este tipo de análisis se ha generalizado con la disponibilidad de *software* estadísticos necesarios para su estimación. Los métodos incluyen modelos logísticos para variables discretas continuas y modelos logarítmicos lineales para variables discretas agrupadas.

Aunque hay muchas estrategias, normalmente, en la secuencia analítica primero se efectúa un análisis bivariado y luego se seleccionan las variables, por ejemplo, que presentaron  $p < 0.25$  y se efectúa el análisis multivariado con ellas. Estos análisis permitirán descartar algunos factores de riesgo con valor alfa  $< 0.05$  en el análisis bivariado y confirmarán otros como de mayor valor epidemiológico. Dado que la selección de aquellas variables que tienen una  $p < 0.25$  puede presentar algún sesgo en situaciones en que haya otras que puedan estar correlacionadas, hay estrategias diferentes para la selección de las variables a introducir en el análisis multivariado, sin embargo, este método permite incluir posibles variables de confusión.

Normalmente, si el valor  $p$  no es significativo en el análisis bivariado, no se procede con su inclusión en el modelo multivariado, a menos que se sospeche una interacción específica –basada en una plausibilidad biológica conocida– con otras variables del modelo. Como siempre en epidemiología, la decisión dependerá del epidemiólogo con conocimientos técnicos de la enfermedad bajo estudio.

Si bien excede el marco de este texto y es patrimonio de la epidemiología avanzada, cualquier alumno o profesional debe poder leer un trabajo científico en donde se han aplicado análisis multivariados. Por ejemplo, en la investigación planteada en el punto 2.1, el análisis multivariado en el modelo de regresión logística condicional confirmó al número de perros en los primeros años de vida del niño como uno de los principales factores de riesgo para enfermar de hidatidosis (OR: 2,6), e incorporó el tener familiares con hidatidosis como un factor de riesgo primordial (OR: 4,7). La fuente de agua potable, asimismo, se confirmó como factor absoluto de protección (OR: 0,17) (Larrieu y otros, 2002).

---

### **Puntos destacados 5**

---

Los estudios descriptivos responden a las preguntas: ¿qué ocurrió?, ¿quiénes son los afectados?, ¿dónde ocurrió? y ¿cuándo ocurrió? Entre las actividades se pueden incluir tamizajes de un grupo de población aparentemente sana (encuesta de campo), para determinar la ocurrencia de la enfermedad; identificación de los casos notificados al sistema de salud; cuestionarios y observaciones de campo que permitan obtener información sobre factores de riesgo presente o ausente, o sobre las características de los enfermos; georreferenciación. O sea, en un mismo momento determinamos la ocurrencia de enfermedad (estimamos prevalencia) y las características de los grupos enfermos, e identificamos la presencia de factores de riesgo que puedan haber causado la enfermedad.

Para la cuantificación del riesgo disponemos de medidas de asociación entre cada factor de riesgo y la enfermedad: riesgo relativo (RR), riesgo atribuible y *Odds ratio* (OR).

Riesgo relativo es el cociente entre la incidencia de los expuestos al riesgo y los no expuestos, e implica cuantas veces está aumentado el riesgo de enfermar en aquellos que están expuestos a ese factor con relación a los que no lo están. Se puede estimar en estudios de poblacionales de cohortes. En estudios poblacionales transversales o de casos y controles en los que no disponemos del dato de incidencia podemos estimar el *Odds ratio* cuya interpretación es similar al RR. Estas estimaciones podemos efectuarlas fácilmente con Epidat que, además de los valores de RR u OR, nos entregará los valores de sus intervalos de confianza (IC 95%) a los que debemos prestar especial atención sobre todo en relación al límite inferior del intervalo, que deberá ser superior a 1 para que el factor de riesgo sea realmente considerado como tal.

Podemos concluir nuestro análisis estimando –en variables cuantitativas, como enfermar o morir– la fuerza de la asociación, para lo cual utilizamos algunas de las variaciones de la prueba de Ji cuadrado y observamos si nuestro resultado es superior o inferior al valor alfa, usualmente = 0,05. Si es menor, definimos que hay diferencias estadísticas significativas entre estar o no estar expuestos a ese factor de riesgo. Si las variables bajo estudio son cuantitativas, las pruebas usualmente utilizadas son el test de Student o ANOVA.

---

## 2. 4. Explicación de los hechos

### 2. 4. 1. Hipótesis

Una hipótesis es un enunciado que se realiza de manera previa al desarrollo de una determinada investigación. La hipótesis es una suposición que se erige como una de las bases elementales de dicho estudio. De tal forma, es algo que se supone y a lo que se le otorga un cierto grado de posibilidad para extraer de ello un efecto o una consecuencia.

Las hipótesis se caracterizan por ser enunciados simples y fáciles de comprender, que evitan la multiplicidad de interpretaciones y deben ser sustentadas por teorías previas.

En epidemiología utilizamos los estudios transversales como fuente de hipótesis a las que sometemos a prueba mediante estudios longitudinales o experimentales.

## 2. 5. Diseño de estudios de casos y controles

La estructura básica del diseño consiste en escoger un grupo de individuos que presentan la enfermedad, a los que denominamos *casos* (por ejemplo, enfermos de hidatidosis) y otro constituido por individuos que no presentan la enfermedad, a los que denominamos *controles*, que serán utilizados como elemento de comparación. Es decir que el primer paso del estudio es la selección de los casos.

El principal elemento a considerar para seleccionar los casos es un criterio diagnóstico preciso para la definición de la enfermedad. Los criterios para la definición de caso deben ser claros, específicos, reproducibles y deben minimizar errores diagnósticos (para evitar incluir como caso a quien no lo es). Por ejemplo, para un estudio de casos y controles vinculado a brucelosis humana, la definición de caso puede ser exclusivamente sintomatología clínica presente (definiendo con claridad los síntomas que se admitirán como necesarios para ser caso), o sintomatología clínica presente con diagnóstico serológico positivo, o sintomatología clínica presente con serología positiva y bacteriología positiva. De tal forma, a mayor especificidad del diagnóstico menor posibilidad de categorizar erróneamente al caso, aunque esto tendrá como consecuencia una cierta pérdida de sensibilidad por lo que algunos casos reales quedarán fuera del estudio (lo cual constituiría un problema si tenemos pocos casos para nuestro estudio).

Los casos pueden ser seleccionados de historias clínicas u otro sistema de registro, o mediante encuestas en población aparentemente sana para detectar portadores no sintomáticos.

El segundo paso del estudio es la selección de los controles. El principal elemento a considerar para la selección de los controles es que, a excepción de estar libres de la enfermedad, tengan características similares a los casos. Así, deben ser preferentemente equiparados en edad y sexo, y en cualquier otra característica que, de una forma u otra, pueda incidir en los resultados (nivel socioeconómico, hábitat, costumbres, entre otras). Es vital en el estudio la seguridad de que nuestros controles estén efectivamente libres de la enfermedad.

Los controles pueden ser extraídos de muy diversa manera, respetando el concepto de aleatorización. Por ejemplo, de un área geográfica determinada (vecinos de los casos) o de historias clínicas (consultantes por otra causa).

Lo ideal es que el grupo de controles constituya una muestra apareada, de forma tal que elimine el mayor número posible de sesgos y se asegure la comparabilidad de los resultados. Normalmente, se seleccionan entre uno y cuatro controles por caso. Si la asociación causal es fuerte

bastarán uno o dos controles, pero si la asociación causal no es tan fuerte, o el número de casos es pequeño, podrían requerirse tres o cuatro controles para que logremos una expresión estadística de la asociación.

El tercer paso del estudio es obtener información de los factores de riesgo que pueden estar asociados a los casos. Para ello utilizamos cuestionarios, entrevista personal, análisis de historias clínicas u otra documentación escrita que nos dé información de la asociación de cada caso con los factores de riesgo que van a ser estudiados.

El último paso será establecer la proporción de casos y de controles que estuvieron en contacto con cada uno de los factores de riesgo que –suponemos (hipótesis de multicausalidad)– favorecen la aparición de la enfermedad. Por ejemplo, suponemos que la ocurrencia de casos de hidatidosis se ve favorecida por tener un alto número de perros, consumir agua no potable, consumir verduras crudas y tener un nivel socioeconómico bajo. El cuestionario, así, será aplicado a todos los casos y a todos los controles. Los valores resultantes serán trasladados a la tabla tetracórica para estimar los OR, los IC 95% y los valores de  $p$  para cada factor de riesgo, a los efectos de determinar si, efectivamente, la exposición a cada factor genera mayor número de enfermos que la no exposición.

Una tabla con los factores de riesgo ordenados de mayor a menor OR, con su intervalo de confianza 95% y el valor de  $p$ , nos dará una visualización perfecta de los resultados del estudio.

El tamaño óptimo de la muestra de un estudio de casos y controles implicará definir el nivel de significación (error de tipo I aceptado), la potencia del test (error de tipo II aceptado) y el valor del riesgo que esperamos que sea capaz de detectar nuestro estudio. Sin embargo, muchas veces el investigador debe contentarse con un tamaño de muestra que es el único existente, conformado por los casos ocurridos de una enfermedad en un territorio dado. Los que hay, por ejemplo, en estudios de hantavirus, donde los casos suelen ser muy acotados.

Si se utilizan cuestionarios para determinar factores de riesgo, estos deben ser preferentemente cerrados, de preguntas precisas, y ser aplicados por la menor cantidad posible de entrevistadores, para evitar inducir respuestas al entrevistado.

Así, el diseño de estudios analíticos debe comprender un análisis detallado que posibilite disminuir sesgos de selección, sesgos de clasificación (o *misclassification*) y de la interferencia dada por la existencia de variables de confusión (*confounding*).

### **2. 5. 1. Sesgo de selección**

Incluye la posibilidad de que existan diferencias entre nuestra muestra de casos y controles y la población de la que se han extraído. Se controla mediante una correcta aleatorización en la selección de los individuos que participarán del estudio. Este tipo de sesgos puede ser grande y afectar la validez interna del estudio. Puede producirse en el momento de establecer los criterios de inclusión y de exclusión de los sujetos que serán casos y controles si se plantean diferencias entre ellos.

### **2. 5. 2. Sesgo de clasificación**

Ocurre cuando individuos sanos son clasificados como enfermos o cuando individuos enfermos son clasificados como sanos. Se controla utilizando pruebas diagnósticas sensibles y específicas. Este tipo de sesgo puede ser introducido cuando no es fiable la fuente de información que lleva a colocar a un sujeto como expuesto o no expuesto a un factor. Por ejemplo, si quien informa antecedentes de exposición no es el mismo caso sino un informante clave, como en muchos estudios sobre hantavirus que deben obtener la información de exposición de un amigo o pariente porque el caso está en terapia intensiva o ha fallecido, siendo que el informante puede no conocer todas las actividades y lugares visitados por el caso.

### **2. 5. 3. Variables de confusión**

Son variables que están correlacionadas con la enfermedad y con el factor de riesgo bajo estudio y, por ende, pueden llevar a errores de interpretación, particularmente, si su frecuencia es distinta en cada grupo. Por ejemplo, si se analiza para hidatidosis humana la variable *no contar con agua potable*, la misma está asociada a vivir en un medio rural, que también es un factor de riesgo para sufrir la enfermedad. Se controlan mediante un procesamiento de datos apareados o mediante un análisis estratificado, o sea, midiendo la fuerza de las asociaciones en categorías bien definidas de la variable de confusión. Las variables de confusión –o, simplemente, la confusión– en casi todos los estudios están muy presentes pues, aunque pretendamos estudiar la asociación entre un factor de riesgo y la enfermedad, sabemos que normalmente la enfermedad es producto de muchos factores de riesgo y que estos suelen estar encadenados.

## 2.6. Epidemiología de las zoonosis

Las zoonosis son, por supuesto, la puerta de entrada de la salud pública veterinaria a los servicios de salud. Como hemos visto, el conjunto de las zoonosis incluye enfermedades de alta incidencia y/o alta mortalidad que han afectado a las poblaciones humanas durante siglos.

Su importancia es tal que algunos preceptos y leyes religiosas tienen su base en la existencia de zoonosis. Muchas de las leyes que figuran en el Tanaj o antiguo testamento, particularmente aquellas en la Torá (pentateuco), son formalizaciones del conocimiento general que existía en los pueblos del Medio Oriente. Uno de esos conocimientos fue haber observado que alimentarse de ciertos animales podía causar enfermedades. Así, tanto el Éxodo (la Biblia) como el Talmud hablan de pestes que afectan a los animales y al hombre.

Estos animales, por tanto, fueron considerados sucios y no aptos para ser consumidos. Además del cerdo incluye, por ejemplo, los mariscos. Así, las personas que escribieron los libros sagrados podrían no saber sobre la triquinosis, pero sí observaban que personas que comían determinados animales podían enfermarse más fácil, en una época en que las enfermedades eran atribuidas a castigos divinos. De allí la prohibición de comer carne de cerdo en algunas religiones.

La palabra *zoonosis* significa enfermedades de los animales (del latín *zoon*: 'animal' y *gnosis*: 'enfermedad'). Rudolf Ludwig Karl Virchow, un médico alemán considerado como el padre de la patología moderna, fue el primero en utilizar el término *zoonosis* en 1855, a partir de analizar la relación del cerdo con la triquinosis humana.

Las zoonosis causan pérdida de salud e incapacidad en el hombre, generan costos de atención médica en las personas, pérdidas a la producción animal, disminución de calidad y cantidad de alimentos, y restricciones al turismo en las áreas afectadas.

La Organización Mundial de la Salud las define como: «Aquellas enfermedades e infecciones que se transmiten de forma natural entre los animales vertebrados y el hombre y viceversa» (Acha y Sysfres, 2003).

La clasificación más importante en términos epidemiológicos es la que surge a partir de la fuente de infección principal.

Así, las antropozoonosis son aquellas enfermedades transmisibles de los animales al hombre, en las cuales el agente causal se encuentra adaptado a una especie animal (estenoxénico, de muy difícil transmisión al hombre) o a varias (eurixénico, con mayor facilidad para infectar al hombre dada su baja especificidad de especie). En las antropozoonosis el hombre es solo ocasionalmente infectado y, generalmente, corta la cadena de transmisión. Son ejemplos el virus *hanta* –transmitido por

roedores (*Oligoryzomys* spp.)–, aunque la variedad *Andes* puede generar cadenas de transmisión interhumana, y el virus de la rabia, variante 4, transmitido por murciélagos insectívoros.

Zooantroponosis, por su parte, son aquellas enfermedades en las cuales el agente causal se ha adaptado al ser humano durante su ciclo evolutivo, aunque puede causar infecciones en los animales y estos pueden actuar como reservorio de la enfermedad. Por ejemplo, la tuberculosis, causada por *M. tuberculosis*.

Las saproozonosis se caracterizan por tener un reservorio no animal e incluso pueden también multiplicarse y desarrollarse fuera del organismo animal (suelo, plantas, etcétera). La leptospirosis es probablemente el más importante agente causal de este grupo.

En las amfixenosis, finalmente, tanto el hombre como los animales pueden ser reservorio natural del agente causal sin que podamos determinar cuál es el más importante. Algunas enfermedades bacterianas como *Salmonella* spp. (aunque algunas son bastantes específicas de especie) y *Escherichia coli* son un buen ejemplo de amfixenosis.

Las zoonosis pueden afectar a toda la población, pero determinados grupos de riesgo, por sus actividades, están más expuestos a infecciones. Por ejemplo, veterinarios (brucelosis, rabia), agricultores (fiebre hemorrágica argentina, hantavirus), ganaderos (brucelosis, hidatidosis), manufactureros de productos animales y trabajadores de mataderos (fiebre Q, brucelosis); de igual manera ciertos contextos: silvicultura y campo (hantavirus, leptospirosis), recreo (hantavirus, fiebre amarilla), clínica y laboratorio (salmonelosis) y catástrofes (leptospirosis, rabia).

Según el tipo de cadena de transmisión, las zoonosis pueden ser clasificadas en:

- Zoonosis de transmisión directa, por ejemplo, la rabia canina transmitida por mordedura del perro.
- Ciclozoonosis, en las que participa más de un vertebrado y ningún invertebrado, por ejemplo, la equinococosis quística en donde el *Echinococcus granulosus* cumple parte de su vida como verme adulto en el intestino del perro y parte como etapa larval o quiste hidatídico en el hígado y pulmón de rumiantes –como ovinos y caprinos, principalmente.
- Metazoonosis, donde intervienen vectores en el ciclo de transmisión, por ejemplo, encefalitis equina, enfermedad de Chagas o dengue.

Un aspecto de especial interés para entender el comportamiento epidemiológico de las zoonosis es el de los escenarios donde se desarrolla naturalmente el ciclo animal. La aparición de casos y brotes de este tipo

de enfermedades suele estar asociada a cambios en el ecosistema. Así, tenemos zoonosis vinculadas al ámbito silvestre, al ámbito rural productivo, al ámbito urbano y, finalmente, áreas o zonas de transición entre los anteriores.

Un ejemplo muy claro es el hantavirus variedad *Andes*, presente en la cordillera patagónica, en donde el agente etiológico estuvo limitado durante años al ámbito silvestre de los bosques andino-patagónicos y de zonas arbustivas colindantes. El avance en los procesos de urbanización de áreas silvestres, con ocupación territorial por parte del hombre, permitió que el reservorio (*Oligoryzomys longicaudatus*) invada domicilios, transformándose en una zoonosis de ámbito urbano o periurbano, en las zonas de transición o interfases entre el ámbito urbano y el silvestre, y entre el ámbito urbano y las zonas de producción. En ese contexto –en el que el hombre invade territorios silvestres, y genera cambios en la naturaleza, transformándolos en ambientes antropogénicos–, 24 de los casos ocurridos en la zona de Bariloche y El Bolsón (75 %) tuvieron como sitio de exposición ambientes modificados por el hombre o interface, y 8 casos, a áreas poco modificadas por el hombre (25 %) (Talmon y otros, 2014).

Otro aspecto de interés epidemiológico que estará muy ligado a las eventuales estrategias de control es el tipo de foco con que nos podemos encontrar. De tal manera, tenemos:

- Foco endémico primario, al que caracterizamos como el ámbito natural de ocurrencia de una zoonosis en donde se presentan las condiciones epidemiológicas ideales para que esta se establezca.
- Foco endémico secundario o foco aberrante, no natural, que se desprende del foco primario para generar casos o brotes en áreas donde no se presentan las condiciones ideales o típicas de transmisión (Guarnera, 2013).

Por ejemplo, la equinocosis quística encuentra su foco endémico primario en zonas rurales marginales de producción ovina en donde coexisten ovejas, perros y hábitos del hombre como faenar ovejas viejas y alimentar a los perros con sus vísceras. Cuando algunas ovejas viejas (que no pueden seguir siendo alimentadas con los pastos duros de esas zonas) son vendidas a áreas de granjas y chacras (muchas veces periurbanas, en donde en pasturas bajo riego se prolonga su vida productiva útil), en algún momento generan un foco endémico secundario. Las estrategias de control en ambos casos pueden ser muy distintas (Guarnera, 2013).

El comportamiento epidemiológico de las zoonosis puede ser muy diverso. Algunas presentan principalmente un ciclo urbano o zoonosis sinantrópicas, mientras que otras se desarrollan en un ciclo rural o zoonosis exantrópicas.

Las zoonosis urbanas se presentan generalmente en forma de microfocos, son enzoóticas y principalmente asociadas a animales de pequeño porte, mascotas y animales sinantrópicos, son consideradas enfermedades no profesionales (a excepción de los veterinarios); generan daños a la salud, pero con pérdidas económicas indirectas ya que no inciden sobre la producción animal o de alimentos (Guarnera, 2013). Son ejemplos las colonias de murciélagos insectívoros infectadas por virus rábico variante 4, palomares con histoplasmosis o con vinchucas, virosis transmitidas por roedores como el síndrome renal por hantavirus, la fiebre por arañazo del gato o brotes familiares de psitacosis.

Las zoonosis rurales, por su parte, se presentan generalmente como macrofocos de amplia distribución geográfica. Son epidémicos y, generalmente, asociados a animales de interés ganadero. Suelen ser enfermedades profesionales, pues afectan a ganaderos, agricultores y veterinarios, y generan daño en la salud de los rebaños por lo que producen pérdidas económicas directas. Son ejemplos la brucelosis, equinococosis, encefalitis equina y triquinosis.

Por supuesto, determinadas interfaces pueden generar la aparición de una zoonosis típicamente rural en áreas urbanas, por ejemplo, tal como brucelosis en trabajadores de salas de faena y síndrome urémico hemolítico en hijos de trabajadores de esas mismas salas de faena, o algunas zoonosis pueden desarrollarse casi indistintamente en áreas urbanas y rurales, como la enfermedad de Chagas.

Los cambios climáticos y ecológicos, de hábitos y costumbres sociales, y el desarrollo a gran escala de la capacidad de movilidad de las personas a través del mundo producen la emergencia (expansión en el número de casos o de territorios afectados) de algunas enfermedades –tal como ébola o fiebre del Nilo, antes limitadas a pequeños territorios– o su reemergencia (enfermedades controladas que reaparecen) –como el dengue en Sudamérica.

---

### **Puntos destacados 6**

---

En epidemiología utilizamos los estudios transversales como fuente de hipótesis a las que sometemos a prueba mediante estudios longitudinales o experimentales. Los más habituales son los de casos y controles. Para hacerlos, primero se debe escoger un grupo de individuos que han presentado la enfermedad –a los que denominamos *casos*– y otro constituido por individuos que no presentan la enfermedad –a los que denominamos *controles*–, que serán utilizados como elemento de comparación. Elegiremos dos o tres controles por caso e, idealmente, serán apareados por edad y sexo. Luego, mediante un cuestionario,

recogemos información de los factores de riesgo que queremos estudiar, tanto en los casos como en los controles. La información es trasladada a la tabla de cuatro casillas para estimar los OR, los IC 95 % y los valores de  $p$  para cada factor de riesgo. Construimos una tabla con los factores de riesgo ordenados de mayor a menor OR, con su intervalo de confianza 95 % y el valor de  $p$ , lo que nos dará una visualización perfecta de los resultados del estudio.

Las zoonosis son las enfermedades transmisibles de los animales al hombre. Ciertas zoonosis están adaptadas a huéspedes animales (antropozoonosis); otras, a huéspedes humanos (zooantroponosis); otras, a ambos tipos de huéspedes (amfixenosis); y otras tienen reservorio no animal (saprozoonosis). Algunas son de transmisión directa, otras son ciclozoonosis y otras tienen vectores en la cadena de transmisión (metazoonosis).

Las zoonosis urbanas y las rurales tienen distinta epidemiología. Las urbanas se comportan como microfocos, no generan pérdidas a la producción animal, están ligadas a mascotas y no son enfermedades profesionales. Las zoonosis rurales, por el contrario, son macrofocos, afectan al ganado y son enfermedades profesionales.

---



## Salud pública veterinaria

### 3.1. Vigilancia epidemiológica

La vigilancia epidemiológica es una actividad esencial en salud pública, incluyendo a la salud pública veterinaria. Puede definirse de forma sencilla como información para la acción. Esto es así en cuanto la vigilancia implica la recolección de información de eventos de salud y de factores de riesgo con la finalidad de establecer líneas específicas de acción.

Una definición más formal sería: «la observación y análisis rutinario de la ocurrencia y la distribución de las enfermedades y de sus factores condicionantes, para la instrumentación oportuna de acciones de prevención y control» (Gordis, 2005).

En términos prácticos, es conducida por los servicios de epidemiología de los sistemas de salud, a diferentes niveles. Desde el nivel local en un centro de salud u hospital de área programa; niveles de coordinación en zonas sanitarias o centros regionales; a nivel de los ministerios de salud de las provincias; a nivel nacional en el Ministerio de Salud; y a nivel internacional en la Organización Panamericana de la Salud (OPS) o la Organización Mundial de la Salud (OMS). Es decir, es un sistema integrado desde la producción local de la información básica (por ejemplo, casos) hasta el consolidado y análisis a nivel internacional.

Los sistemas de vigilancia tienen dos líneas de trabajo prioritarias, a saber:

- Vigilancia de las enfermedades de notificación obligatoria.
- Vigilancia de enfermedades que cuentan con un programa de control.

La vigilancia de las enfermedades de notificación obligatoria es una actividad regular que implica el registro y análisis de los casos de enfermedad informados especialmente por los médicos, de todas las patologías. Obviamente, los sistemas priorizarán sus enfermedades endémicas o epidémicas, como así también las que son esporádicas pero de alta letalidad, manteniendo bajo observación aquellas que no existen en sus territorios pero que podrían ser introducidas. Por ejemplo, el área de epidemiología de la provincia de Río Negro incluye en sus sistemas básicos a las enfermedades inmunoprevenibles y endémicas como equinocosis, tuberculosis, hantavirus y chagas, y enfermedades crónicas

no transmisibles, entre otras. En los últimos años, el concepto de enfermedad de notificación obligatoria ha cambiado de forma tal que ahora se habla de notificación obligatoria de eventos, lo que presupone una vigilancia más amplia que la sola observación de casos. Así, situaciones de riesgo relacionadas a una determinada enfermedad son consideradas *eventos*; por ejemplo, en equinocosis quística se incorpora la notificación de establecimientos ganaderos (definidos como unidad epidemiológica) con transmisión presente.

Sobre la vigilancia de enfermedades que cuentan con un programa de control, de hecho, todo programa o actividad de control que se desarrolle debe incluir a la vigilancia entre sus componentes para observar la respuesta de la enfermedad a las acciones implementadas; por ejemplo, enfermedad de Chagas.

Accesoriamente, los sistemas de vigilancia proveen información sobre usos de los servicios de salud, mejoran el conocimiento sobre la historia natural de la enfermedad, estudian las características de brotes y epidemias para establecer mecanismos de prevención y definen grupos de población de mayor exposición a ciertos riesgos, siempre con el objetivo de establecer patrones de prevención y control. La vigilancia epidemiológica es una actividad continua, sujeta a cambios provocados por la evolución de las condiciones ambientales y socioeconómicas, y por el resultado de las medidas de control.

La vigilancia epidemiológica incluye cinco etapas básicas de trabajo:

- Recolección de información.
- Consolidación.
- Análisis de la información.
- Producción de estrategias de intervención.
- Difusión o divulgación (y se reinicia el ciclo).

La recolección de datos es la actividad inicial, implica una revisión detallada de cuales enfermedades serán objeto de vigilancia, qué datos de ella serán recolectados y, especialmente, para qué han de ser obtenidos. Debe identificarse inicialmente a las personas y/o servicios que habrán de proveer la información solicitada y los mecanismos de transmisión de datos: diseño de formularios con sus respectivos instructivos, periodicidad del envío de la información, necesidades de capacitación del personal. La recolección de datos deberá proveer información confiable y a períodos definidos del comportamiento de la enfermedad objeto de vigilancia. Se requiere también de definiciones epidemiológicas básicas, tales como qué enfermo será considerado caso sospechoso (generalmente por síntomas y signos más frecuentes de la enfermedad, duración y secuencia de su manifestación), caso probable (por tener nexo

epidemiológico en términos de tiempo, lugar y persona) o caso confirmado (generalmente, por laboratorio, aislamiento del agente, pruebas serológicas), y los diagnósticos diferenciales con otras patologías. Es importante evitar organizar actividades de recolección de datos de una enfermedad sin considerar previamente la utilidad del material a obtenerse. Esto lleva a la acumulación de información innecesaria (con gasto de recursos y horas hombre) que luego es archivada sin procesamiento y, menos aún, sin transformarse en acción concreta. Se incluirán en el sistema opciones para reparos, es decir, la verificación de duplicaciones, omisiones o contradicciones en los datos y la revisión de la clasificación de acuerdo con los códigos vigentes.

En cuanto a la consolidación, la información obtenida será objeto de procesamiento para ser consolidada en tablas, gráficos y mapas de resumen de información, incluyendo las mediciones estadísticas básicas que hemos desarrollado en capítulos anteriores.

El análisis consiste en la evaluación de la información consolidada para establecer tendencias de la enfermedad, identificar factores asociados que expliquen aumentos o descensos en la frecuencia de la enfermedad y determinar puntos vulnerables que permitan generar actividades de control. En todos los casos los análisis, interpretaciones y comparaciones deberán involucrar aspectos de tiempo, lugar y persona y permitirán identificar: tendencias estacionales de la enfermedad, grupos de edad y sexo más afectados, ocupación y actividad que tienen mayor exposición al riesgo, factores de riesgo vinculados a la condición socioeconómica y a los hábitos de vida, factores de riesgo de origen animal y ambiental, etcétera. Generalmente, esta etapa incluye la producción de informes epidemiológicos específicos, por ejemplo, *Leishmaniasis. Informe Epidemiológico de las Américas*, 7 (Organización Panamericana de la Salud, 2019).

En cuanto a la toma de decisiones, con la información analizada es posible ingresar en la aplicación de las medidas de prevención o control más adecuadas a la situación, basadas en el conocimiento de la epidemiología de la enfermedad y en los antecedentes bibliográficos pertinentes (información científica validada). Por ejemplo, un sistema de vigilancia detecta virus rábico en un perro en un área libre, a partir de lo cual se instrumentan acciones de vacunación en anillo y sacrificio de contactos. Debe procurarse que el análisis primario de la información sea efectuado en sectores periféricos (locales) de los servicios, por ser más rápidas las acciones a tomar.

Finalmente, es necesario establecer mecanismos de divulgación de la información que permitan conocer al eslabón periférico (registrador) los resultados consolidados de su actividad, dar a conocer al público en general los resultados de los programas de control y las estrategias de

prevención personal, e informar a las autoridades políticas los resultados de la inversión en salud. La divulgación es esencial en cualquier sistema de vigilancia, e incluye la elaboración de informes de prensa entendibles para la población, informes consolidados para la autoridad política (que puede no tener experticia en el tema, pero debe tomar decisiones), informes técnicos para otros servicios de epidemiología, entre otros.

### 3.1.1. Fuentes de datos

Como la vigilancia es una actividad que parte de la recolección de información de casos, muertes, factores de riesgo, reservorios y vectores, ambiente y población expuesta, es primordial conocer las fuentes de datos. Lo hemos desarrollado en las secciones 1.3 (fuentes de datos), 1.4 (determinación de la ocurrencia de enfermedad) y 1.8 (identificación de factores de riesgo). Esas fuentes de datos incluyen, como hemos visto, registro, notificación, rumor, encuestas e investigaciones epidemiológicas.

Algunas cuestiones que pueden ser consideradas, en relación a las fuentes de datos con fines de vigilancia, son:

- Cobertura.
- Capacidad de establecer una tendencia.
- Oportunidad.
- Confiabilidad.

La cobertura es la amplitud de información que abarca la fuente. Por ejemplo, los datos del registro civil tienen una cobertura cercana al 100 %, mientras que los provenientes de servicios hospitalarios son inferiores al 50 %, dado que no todos los profesionales notifican o cumplen con la confección de registros obligatorios (como historias clínicas hospitalarias o planillas de decomiso en matadero). Los problemas de cobertura del sistema regular de notificación pueden producir lo que se denomina *fenómeno iceberg*, es decir que el sistema solo permite visualizar una parte pequeña de un problema que, en la profundidad, adquiere mucha mayor dimensión.

En cuanto a la capacidad de establecer una tendencia, si bien la cobertura puede ser limitada, e incluso presentar problemas de sensibilidad y especificidad, puede ser eficaz para mostrar tendencias en la evolución de una enfermedad, para lo cual el requisito es que dicha limitación sea constante a lo largo del tiempo. En definitiva, no siempre es posible establecer la prevalencia exacta de una enfermedad, pero –si estamos implementando acciones de control– puede bastarnos una indicación de tendencia para definir si estamos en el camino correcto.

La oportunidad se refiere a que la información debe ser enviada en los tiempos requeridos para permitir una respuesta adecuada y acorde a

la necesidad sanitaria. Por ejemplo, una notificación de un caso de hantavirus requiere de inmediatez para la instrumentación de acciones, una notificación de un caso de hidatidosis (enfermedad crónica) no requiere de acciones inmediatas de control de foco.

La confiabilidad se refiere a la existencia de elementos de juicio que aseguren que la información es válida. Por ejemplo, los datos de laboratorio son más confiables que los diagnósticos presuntivos de un consultorio externo. La notificación de casos, así, puede basarse en errores diagnósticos o pueden existir errores en la transcripción en las oficinas de estadística.

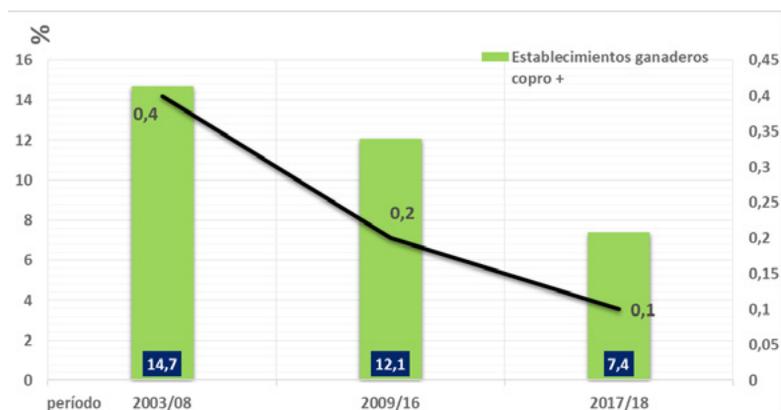
También hay dos formas de analizar las actividades de vigilancia epidemiológica. Hablamos de vigilancia activa cuando el equipo de trabajo se traslada al campo para realizar búsqueda de información del objeto de vigilancia, independientemente si la persona afectada acude o no al servicio de salud. De alguna forma, este tipo de vigilancia se asocia a encuestas, estudios transversales y observaciones de campo. Por su parte, la vigilancia pasiva se desarrolla cuando cada nivel de salud envía información en forma rutinaria y periódica sobre los eventos sujetos de vigilancia al nivel inmediato superior y se relaciona obviamente con la notificación y el registro.

Por ejemplo, un sistema de vigilancia epidemiológica de síndrome pulmonar por hantavirus podría recibir la notificación médica de un caso sospechoso o probable basado en síntomas clínicos parecidos a gripe, con antecedente de actividad en la cordillera 20 días antes. El servicio local de epidemiología del hospital informa vía Internet a la autoridad sanitaria provincial y nacional. El hospital interviniente remite muestras serológicas para estudios de confirmación en el laboratorio nacional de referencia. El laboratorio notifica los resultados al hospital y a los servicios nacionales de salud (caso confirmado). El hospital interviniente confecciona una ficha epidemiológica que incluye descripción de actividades del enfermo en el área de riesgo, características de la vivienda –si está domiciliado en el área– o de cabañas de alojamiento –si es turista– y de los sitios visitados en los últimos 20/40 días, con especial referencia a las actividades realizadas en el área endémica y los sitios visitados. Es necesario descartar contacto con otro caso de hantavirus. Los servicios de actividades para el área del hospital colocan bajo vigilancia y control a convivientes del caso para facilitar el diagnóstico precoz de eventuales casos entre contactos. Los servicios de salud ambiental evalúan sanitariamente vivienda y sitios probables de exposición para determinar presencia y densidad de roedores. Se procede a la captura de roedores para determinar especies presentes y su posible condición de reservorios (muestras serológicas son remitidas al laboratorio de referencia). Se procede a la desratización, de resultar pertinente. El hospital interviniente notifica a la autoridad sanitaria el desenlace de la enfermedad

(muerte o recuperación del caso y existencia de casos entre contactos). Se notifica a la prensa la ocurrencia de casos, el sitio de infección y se reiteran recomendaciones preventivas.

Otro ejemplo es el programa de control de la equinococosis basado en la desparasitación de perros con praziquantel, que mantiene un sistema de vigilancia para evaluar la eficacia de las acciones de control basado en la notificación médica de casos nuevos (determinación de incidencia), discriminado por grupos de edad y área geográfica de ocurrencia. También ejecuta estudios transversales en escolares con ultrasonografía para observar la evolución de la prevalencia y su distribución geográfica, lo que permite además el diagnóstico precoz y el tratamiento oportuno (prevención secundaria), y lo complementa con estudios transversales con coproELISA efectuado sobre materia fecal de perros para identificar establecimientos ganaderos con transmisión presente sobre los que se deben acentuar las tareas de desparasitación, estudios que son efectuados cada 5 años a partir de muestreos aleatorizados y estadísticamente significativos, tal como se presenta en la figura 3.1.

Figura 3. 1. Sistema de vigilancia de la equinococosis quística mediante encuestas con ultrasonografía en escolares y estudios ambientales en establecimientos ganaderos, Río Negro, 2003-2016



Fuente: Dirección de Salud Ambiental, Ministerio de Salud de Río Negro.

### 3. 1. 2. Variaciones temporales

Un aspecto de importancia que debe ser considerado en la vigilancia de las enfermedades lo constituyen las variaciones que presentan en función del tiempo: variaciones seculares y variaciones estacionales.

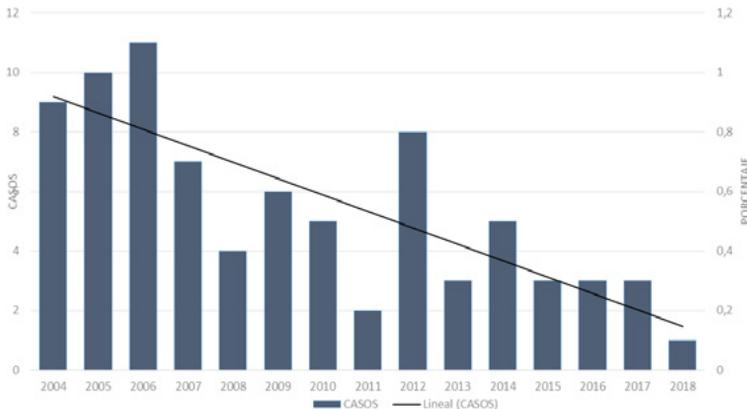
Las variaciones seculares son cambios que ocurren gradualmente en el transcurso de un largo período de tiempo. Nos muestran, en principio, la historia natural de una enfermedad, en tanto pueden abarcar un largo período de años.

La interpretación de las variaciones seculares, en todos los casos, deberá ser efectuada con precaución, en tanto podría ser debida no a una modificación en el comportamiento natural de la enfermedad (por ejemplo, aumento en el número de casos de hantavirus en la Argentina a partir de 1993), sino a cambios en los métodos diagnósticos (por ejemplo, la introducción del diagnóstico ultrasonográfico en hidatidosis humana permitió detectar un gran número de casos no sintomáticos que normalmente no eran notificados), en los sistemas de registro (por ejemplo, la introducción de la notificación de brotes de enfermedades de transmisión alimentaria) o en la composición de la población.

La expresión de la variación secular puede ser visualizada mediante gráficos sencillos que expresen el número de casos (o mejor, tasas) en función del tiempo (medido en años).

Por ejemplo, en la figura 3.2 se presenta la evolución del número de casos en niños menores de 15 años con equinococosis quística en Río Negro.

Figura 3. 2. Evolución del número de casos de equinococosis quística y línea de tendencia secular en niños menores de 15 años, Río Negro, 2004-2018



Las variaciones estacionales son aumentos en la incidencia que se observan en un período determinado del año. Son habituales en algunas enfermedades infecciosas que se encuentran muy influenciadas por el ambiente o por alguna actividad ligada a la epidemiología de la

enfermedad, por ejemplo, el aumento estacional de mosquitos se asocia al aumento de casos de encefalitis equina o dengue; los hábitos de faena casera de cerdos para la elaboración de embutidos se asocian a brotes de triquinosis en invierno, época más propicia para la actividad.

Las variaciones estacionales pueden ser detectadas en un sistema de vigilancia mediante la elaboración de un gráfico al que denominamos *corredor endémico*. Este expresa el nivel endémico habitual (NEHA) –o casos esperados de una enfermedad, en cada mes o semana del año– y, asimismo, el máximo de casos esperados en cada semana o mes –o sea el nivel máximo esperado (NME).

Existen dos métodos simples para su elaboración: el de media aritmética y desvío estándar o el de mediana y cuartiles.

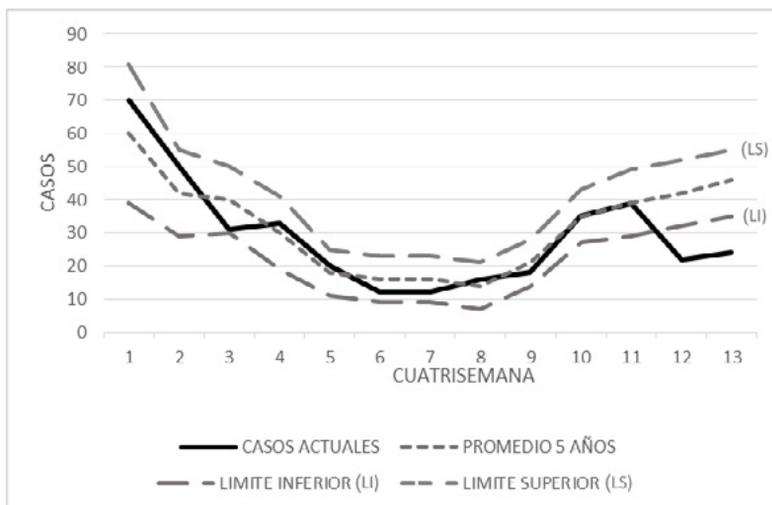
El método del límite de confianza es más ajustado y, actualmente, el de mayor uso gracias a las facilidades de las planillas de cálculo con que se construyen.

Para su elaboración, se recopilan las notificaciones efectuadas en cada una de las 52 semanas del año (o cada uno de los 12 meses) de 5 a 7 años y se estima el promedio (enfermedades de notificación obligatoria, según la Ley 15.465). Ese promedio de cada semana constituye el nivel endémico habitual (NEHA) o número de casos esperados por semana. El límite superior del corredor es estimado como dicha media más dos desvíos estándar, definiéndose así el nivel máximo esperado (NME) para cada una de las 52 semanas del año.

A partir de allí, cada semana del año en curso se compara el número de casos ocurridos con los valores del NEHA y el NME. Si se ubican por sobre el NME, definimos que hay un exceso sobre los casos esperables por lo que podríamos estar en presencia de un brote o epidemia. Si el valor está entre el NME y el NEHA, estamos en la zona de alerta debiendo extremarse la vigilancia o tomarse las precauciones correspondientes ante la posible y cercana aparición de un brote. Valores coincidentes con el NEHA estarán indicando que nos encontramos frente a la ocurrencia normal o esperada de la enfermedad. Finalmente, valores por debajo del NEHA nos colocan en zona de confianza y serán importantes en caso de existir programas de control, en tanto estarán indicando éxito en disminuir la ocurrencia de la enfermedad.

Su interpretación puede ser visualizada en la figura 3.3 que muestra el corredor endémico para síndrome urémico hemolítico en la Argentina, donde observamos que es una enfermedad estacional con ocurrencia mayor en los meses de verano.

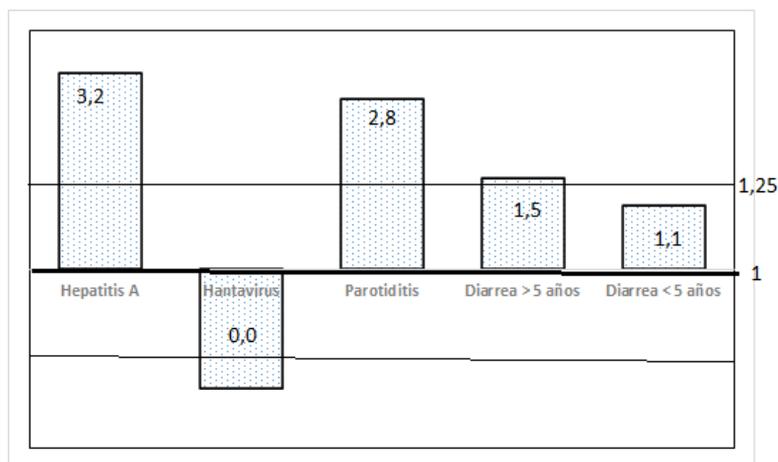
Figura 3. 3. Corredor endémico mensual para síndrome urémico hemolítico en la Argentina, año 2016



Finalmente, el *índice epidémico* es otro instrumento de vigilancia usado para comparar la frecuencia de eventos de una enfermedad en relación con años anteriores. Se construye dividiendo el número de casos notificados por la mediana de casos notificados en el quinquenio anterior. Al igual que en el corredor endémico se efectúa semana por semana. Si en ese período de tiempo el IE es  $< 0,75$ , existen menos casos de lo esperado; si está entre  $0,75$  y  $1,25$ , existe un número de casos próximo al esperado en situación endémica; si  $IE > 1,25$ , existen más casos de lo esperable en ese período de tiempo.

Una ventaja del índice epidémico es que podemos observar la situación de varias enfermedades en un solo gráfico. Por ejemplo, en la figura 3.4 podemos observar a hepatitis A que se encuentra con un aumento de casos por sobre lo esperado (la línea fina representa lo esperado); hantavirus muestra ausencia de casos, por debajo de lo esperado (representado por la línea fina); parotiditis muestra también un fuerte aumento de casos sobre lo esperado; mientras que tanto diarrea en menores de 5 años como diarrea en mayores de 5 años se encuentran muy cerca de lo esperado.

Figura 3. 4. Índice epidémico para diversas enfermedades, Río Negro



### 3.1.3. Sala de situación

La sala de situación es un instrumento que permite obtener indicadores oficiales sobre la situación de la salud –en el nivel local o en el país–, contribuyendo a la toma de decisiones y a intervenciones acertadas y oportunas. Es una herramienta indispensable de promoción del análisis de información a fin de generar conocimiento acerca de los problemas de salud poblacionales y para apoyar el proceso de gestión y gobierno en salud pública.

Es un área que concentra información epidemiológica de interés, en donde se la puede visualizar en forma ágil y rápida, en un espacio físico que permite la discusión técnico-política para definir estrategias basadas en información precisa. Las discusiones son efectuadas por equipos multidisciplinarios de salud, generalmente coordinados por un funcionario político.

Así, en el espacio físico o sala se analiza y evalúa de manera permanente y sistemática la información sanitaria generada en las diferentes áreas y niveles del sistema de salud, contando además con el soporte de una sala de situación virtual accesible mediante tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

La información es presentada en tablas, gráficos y mapas acompañados de informes técnicos y boletines, e incluye datos sociodemográficos y eventos de salud.

Sobre la base de una sala de situación única pueden construirse o sostenerse salas específicas –a las que llamamos salas de coyuntura– que se especializan en concentrar información sobre un evento específico de salud que resulta de especial interés para quienes deben tomar decisiones, por ejemplo, una sala de coyuntura para la vigilancia de dengue en momentos de aumento abrupto de casos.

Como ejemplo, se pueden observar la sala de situación de la Argentina (Ministerio de Salud, 2019) y la de información epidemiológica general de la provincia de San Luis (Ministerio de Salud de San Luis, 2016).

### 3.1.4. Vigilancia centinela

Otro concepto que forma parte de los sistemas de vigilancia es el de vigilancia centinela, que se basa en la recolección de información de una muestra y que, generalmente, se obtiene en un área geográfica puntual.

Dentro de la vigilancia centinela encontramos a la unidad centinela. Estas son unidades de atención de la salud, en general un hospital de alta complejidad, donde se realiza una actividad intensiva, llamada vigilancia intensificada, para obtener información de mayor calidad sobre eventos de salud seleccionados. El funcionamiento de una unidad centinela requiere concentrar recursos humanos formados en la enfermedad objeto de vigilancia. Por ejemplo, los hospitales de Santa Rosa y de Neuquén son unidades centinelas para el síndrome urémico hemolítico (SUH). Para ello cuentan con pediatras, nefrólogo pediatra, terapia, laboratorio, oficina de epidemiología, entre otros recursos. Es decir, todo lo requerido para brindar atención médica a casos de SUH acompañada de estudios epidemiológicos reglados. De esta forma se obtiene información de mayor calidad sobre todos los aspectos de la enfermedad y –al concentrar los casos regionales– pueden hacerse estudios comparativos entre estas unidades.

Los puestos centinela, por su parte, son puntos geográficos determinados de los que se quiere obtener información específica para identificar y monitorear, en el huésped o en los vectores, cambios que expliquen ciertos aspectos de la epidemiología de la enfermedad o cambios en su distribución geográfica. También pueden aportar información de las características del ambiente físico, biológico o social que participan en la transmisión de la enfermedad. Por ejemplo, en áreas endémicas para dengue se constituyen puestos centinelas basados en ovitrampas para monitorear el comportamiento de *Aedes aegypti*.

La vigilancia centinela también puede abarcar determinados eventos de salud que normalmente están incluidos dentro de la sala de situación. Por ejemplo, vigilancia intensificada de la mortalidad infantil o de las coberturas de vacunación en las enfermedades inmunoprevenibles.

---

## Puntos destacados 7

---

La vigilancia epidemiológica es información para la acción. Son actividades específicas que llevan adelante los servicios de salud desde el nivel local o centro de salud y hospital, pasando por el nivel provincial y nacional, y alcanzando el nivel internacional. Los servicios de salud prioritariamente realizan actividades de vigilancia sobre enfermedades de notificación obligatoria y sobre enfermedades que cuentan con programas de control.

La vigilancia epidemiológica incluye cinco etapas básicas de trabajo: *a)* recolección de información, *b)* análisis de la información, *c)* consolidación, *d)* producción de estrategias de intervención, *e)* difusión. Las fuentes de datos han sido descriptas anteriormente. Cuando la información proviene de servicios regulares hablamos de vigilancia pasiva y cuando es obtenida por el epidemiólogo, como estudios y transversales, hablamos de vigilancia activa. La información debe ser de cobertura amplia, oportuna, confiable y servir para establecer tendencias.

El análisis relacionado al tiempo incluye variaciones seculares, o cambios en la frecuencia de la enfermedad a través de los años, y variaciones estacionales que muestran el comportamiento de la enfermedad a lo largo de un año. Las variaciones estacionales se vigilan a través de la construcción de corredores endémicos o del índice epidémico.

En la sala de situación se concentra información y se analiza y evalúa, de manera permanente y sistemática, la información sanitaria generada en las diferentes áreas y niveles del sistema de salud, contando además con el soporte de una sala de situación virtual accesible mediante TIC.

Las unidades centinelas son unidades de atención de la salud, en general un hospital de alta complejidad, donde se realiza una actividad intensiva llamada vigilancia intensificada, para obtener información de mayor calidad sobre eventos de salud seleccionados.

---

### 3. 2. Investigación de brotes de enfermedades

La investigación de brotes de enfermedades es una práctica apasionante dentro de la salud pública veterinaria (SPVET). Los brotes o epidemias son identificados por los servicios de vigilancia o los servicios de campo, que pueden detectar la ocurrencia de un hecho totalmente inusual o un aumento en el número de casos de una enfermedad conocida.

Por ejemplo, en 1981 fue inusual la detección –por los servicios de vigilancia del CDC de EE. UU.– de un pequeño número de casos con una sintomatología no descripta hasta el momento y que inicialmente

afectaba a personas homosexuales, con alta letalidad, lo que generó investigaciones de campo que llevaron a la identificación del virus del sida. Similarmente, en la región de Four Corner en EE. UU., en 1993, se denuncia la ocurrencia de algunos casos de una enfermedad con sintomatología pulmonar grave, no descripta anteriormente y que finalmente se define como síndrome pulmonar por hantavirus (Childs y otros, 1993). Esta aparece luego en la región de la cordillera andino patagónica en la Argentina y en Chile, pero de forma inusual y novedosa, también con alta letalidad, conformando clústeres (casos agrupados por tiempo y espacio) que llevan a la identificación, en 1998, de la transmisión interhumana de la variedad *Andes* del síndrome pulmonar por hantavirus (Padula y otros, 1998).

Por el contrario, no es inusual la ocurrencia de un brote o epidemia de sífilis, cuya existencia es reconocida desde hace muchísimos años (siglos). Sin embargo, brotes en adolescentes de clase media en ciudades de Río Negro en 2011 dan lugar a investigaciones epidemiológicas para entender los factores de riesgo involucrados (lejos de las causas clásicas asociadas a la prostitución, por ejemplo) en una nueva epidemiología de la enfermedad que requiere también de nuevos abordajes y estrategias de intervención. Los recurrentes y reemergentes brotes de una enfermedad milenaria como triquinosis son otro buen ejemplo de viejas enfermedades y nuevas investigaciones.

En todas ellas participan equipos de SPVET o sus miembros, como parte integrante de un equipo multidisciplinario de investigación epidemiológica.

Los brotes de enfermedades (a excepción de las crónicas no transmisibles) tienen como característica común que afectan en un corto período de tiempo a varias personas que estuvieron expuestas a un mismo factor, por ejemplo, una comida. Con dos variantes –que son el primer aspecto a dilucidar–: a fuente única, en la que el agente etiológico actúa en solo una ocasión y, por lo tanto, mostrará un rápido incremento en el número de casos, seguido de un también rápido descenso, o sea una curva unimodal; o a fuente continua, en la que el agente etiológico se mantiene activo a través del tiempo y, como consecuencia, el número de casos se extenderá a través del tiempo hasta que se agoten los huéspedes susceptibles o cese la fuente de infección.

En el primer caso, son ejemplos característicos las enfermedades de transmisión alimentaria, donde un alimento contaminado afecta a un cierto y limitado número de personas; mientras que el segundo caso es característico de enfermedades transmitidas por el agua, donde la fuente de infección permanece activa (como, por ejemplo, por contaminación de las fuentes de agua potable con *Criptosporideos* spp.), o por el ambiente.

Por ejemplo, en San Carlos de Bariloche, en 2019, se produjeron más de 850 casos de una enfermedad gastroentérica que afectó principalmente a los estudiantes que viajaron con motivo de su egreso escolar. Los síntomas predominantes fueron náuseas, vómitos, diarrea y, en contados casos, fiebre. Inicialmente fue investigada como una enfermedad de transmisión alimentaria, sin que se pudiera determinar ni alimento ni fuente común, hasta el hallazgo laboratorial de *Norovirus*, famoso por generar grandes brotes de enfermedad gastroentérica en cruceros. Las medidas de saneamiento y desinfección de los alojamientos estudiantiles y ventilación diaria de los ambientes durante tres horas, entre otras, funcionaron como estrategias de control efectivas.

De tal forma, una investigación de un brote incluirá la identificación de la fuente de infección y/o el reservorio, la determinación del período de incubación, la construcción de la curva epidémica, el análisis de los signos y síntomas predominantes, y la definición de las características más importantes involucradas en la cadena epidemiológica (puertas de entrada y de salida, vectores involucrados, huéspedes susceptibles, características del agente) con el fin de identificar un punto de ataque para limitar el brote.

Como una premisa inicial en la investigación epidemiológica, podemos decir que es imprescindible tratar de que los hechos y las pruebas que se recolectan nos lleven a establecer una conclusión basada en evidencias y no cometer el error de tener una hipótesis explicativa inicial (lo cual no es en sí mismo un error) e intentar que las pruebas y hechos que se recolectan sirvan al solo efecto de tratar de demostrar nuestra hipótesis.

En el punto siguiente, analizaremos los brotes de enfermedades de transmisión alimentaria, como ejemplo de los pasos metodológicos a seguir en una investigación de brote de cualquier enfermedad.

### **3. 2. 1. Investigación de brotes de enfermedades de origen alimentario**

Las investigaciones de brotes de enfermedades de transmisión alimentaria (ETA) son una de las actividades que más asiduamente enfrentan servicios de SPVET.

La información sobre ocurrencia de casos de enfermedades de transmisión alimentaria llega a los servicios de vigilancia epidemiológica o de SPVET por notificación de los servicios de guardia o de clínica de los hospitales públicos o, menos frecuentemente, por médicos que atienden varios casos relacionados, por tiempo y lugar, con una enfermedad de origen alimentario. En muchas ocasiones, incluso, es el rumor o una publicación en un periódico la que provoca la alerta en el servicio de salud.

La sistematización y mejora de la notificación puede ampliarse mediante la capacitación y estímulo al personal médico hospitalario y de la actividad privada, conformando nodos locales de recepción de denuncias que puedan ser derivadas rápidamente al servicio de vigilancia epidemiológica para su investigación y al de SPVET para el control del foco. El objetivo de estos nodos es articular relaciones en red de forma tal que la ocurrencia de casos de ETA sea rápidamente captada por los servicios de salud (Programa de Salud Pública Veterinaria, 2008).

### 3. 2. 1. 1. Actividades

Al ser identificado como sospechoso de ETA, un caso actúa como disparador de la investigación epidemiológica. La actividad inicial, mediante entrevistas personales o telefónicas, es recopilar información de todos los afectados posibles que puedan estar relacionados por tiempo y espacio. Los casos de ETA pueden aparecer agrupados (miembros de una familia, asistentes a un evento social), o como casos aislados (común en casos de salmonelosis o shigelosis). Sin embargo, muchas veces al iniciarse la investigación, un caso aislado termina siendo un brote que afecta a varias personas (muchas personas no concurren a los servicios de salud, se automedican o son asistidos por médicos que, luego, no notifican).

Producida la notificación se deberá proceder a desarrollar los siguientes pasos:

#### 3. 2. 1. 1. 1. Encuesta a casos

Se entrevistará a todos los casos asociados al brote, aplicándose un formulario estandarizado que, mínimamente, debería incluir información de signos y síntomas, comidas ingeridas 72 horas antes de la manifestación de la enfermedad y horario de su ingestión, listado de otras personas que hayan compartido las comidas sospechosas. Existen formularios para brotes de ETA utilizados en brotes caracterizados por enfermedad gastroentérica, que son los de más frecuente investigación, y cuyos períodos normales de incubación se encuentran en un rango de 2 a 72 horas. Otras enfermedades transmitidas por alimentos requerirán de formularios específicos que permitan evaluar otros factores de riesgo, por ejemplo, para la investigación de casos de síndrome urémico hemolítico y de triquinelosis.

#### 3. 2. 1. 1. 2. Encuesta a controles

Las encuestas a casos se pueden complementar visitando personas relacionadas por tiempo o lugar con el brote, aun cuando no presenten sintomatología clínica, de manera que cumplan el rol de controles sanos.

Esta actividad permitirá integrar a la investigación casos que, por ejemplo, no concurren a atenderse en un hospital público o no fueron notificados, por lo que se perderían para la investigación. En ocasiones, por ejemplo, en brotes causados por *Trichinella spiralis*, la acción permitirá limitar el número de enfermos, ya sea por tratamiento médico oportuno durante la fase de multiplicación gástrica o por el decomiso oportuno de alimentos sospechosos aún no consumidos.

En brotes familiares o de pequeña envergadura se procurará entrevistar al 100% de los afectados, mientras que en brotes masivos se obtendrá información solo de una parte de ellos. En cualquier caso, el desarrollo de esta etapa de la investigación epidemiológica debe ser cumplido con celeridad y en forma inmediata a la notificación.

De resultar necesario se puede proceder a la recopilación de las historias clínicas de todos aquellos considerados casos.

### 3. 2. 1. 1. 3. Auditoria bromatológica

Si en la etapa de entrevistas se puede identificar un lugar o alimento sospechoso (por ejemplo, un restaurante o una heladería) se deberá proceder a su inmediata inspección, la que deberá ser efectuada no con sentido punitivo sino despertando interés en la cooperación. La inspección abarcará aspectos de higiene, procesamiento, manipulación y materias primas utilizadas. También se entrevistará al personal involucrado, abordando incluso aspectos de su estado de salud antes de la aparición del brote (infecciones cutáneas, trastornos gastroentéricos, trastornos respiratorios). Es importante el registro escrito detallado de lo observado, pues eventualmente el procedimiento puede tener implicancias judiciales futuras.

### 3. 2. 1. 1. 4. Toma de muestras

El laboratorio ocupa un lugar importante en la investigación, aunque debe considerarse que constituye un elemento de apoyo y no es, en sí mismo, la solución al problema. No siempre es posible contar con la infraestructura analítica necesaria para atender todos los requerimientos de una investigación. Los laboratorios pueden estar alejados del lugar de ocurrencia del brote o, incluso, inaccesibles. En cualquier caso, la investigación epidemiológica de campo debe producir el primer diagnóstico de lo ocurrido, que podrá ser corroborado por los laboratorios de apoyo. De existir laboratorios disponibles, la toma de muestras deberá estar enfocada a:

- Personas enfermas: dado que algunos patógenos solo permanecen en el tubo digestivo durante unos pocos días después del comienzo de la enfermedad las muestras clínicas deberían obtenerse al momento de la primera entrevista (muestras de vómito, materia fecal si cursa con diarrea, sangre si lo es con fiebre).

- Alimentos sospechosos: en caso de hallarse alimentos comunes a varios infectados se comenzará por ellos el análisis pertinente. Las muestras de alimentos de fácil descomposición que no estén congeladas se enfrían rápidamente a 4° C. No deben congelarse muestras de alimentos, pues ciertas bacterias (*Clostridium perfringers*) mueren rápidamente. Los alimentos congelados se mantendrán en ese estado. La toma de muestras debe incluir, de ser necesario, hisopados de mesadas y otras instalaciones utilizadas.
- Manipulador de alimentos: de ser necesario podrán tomarse muestras a los efectos de buscar concordancia entre los aislamientos que se produzcan en los alimentos y gérmenes que puedan hallarse en el manipulador.

### 3. 2. 1. 1. 5. Localización de la fuente de infección

Las fuentes de infección en brotes de ETA pueden ser múltiples. Los animales pueden estar infectados con *Salmonella* spp., *Clostridium perfringers*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y otros patógenos a partir de su sacrificio y elaboración. Esto es particularmente habitual en carnes crudas de aves y cerdos, como así también en huevos. Es también preciso evaluar las condiciones de higiene de los equipos y utensilios, considerando las ocasiones y posibilidades de contaminación cruzada. El personal también puede constituir una fuente de patógenos (es posible rastrear *Staphylococcus aureus* en la nariz del operario o *Salmonella* spp. y *Shigella* spp. a partir de su materia fecal). Así, rápidamente, partiendo de la observación de los hechos, podemos tener indicios sobre qué comida produjo el brote. Si lo que predomina son vómitos y dolor estomacal, hay que sospechar de alimentos ingeridos entre 2 y 12 h antes de la aparición de la enfermedad. Por el contrario, si predominan diarrea y fiebre habrá que sospechar de alimentos ingeridos en el plazo de 12 a 72 h. También tendremos indicios de si existen asociaciones de tiempo referidas al comienzo de síntomas en el término de pocas horas o días, asociaciones de lugar en términos de lugar de compra o consumo de alimentos y relaciones de persona que presuponen participar del mismo evento o pertenecer al mismo grupo de edad, sexo o raza.

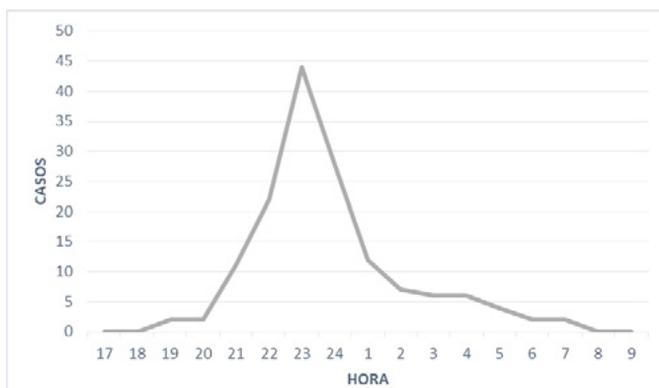
### 3. 2. 1. 1. 6. Análisis de datos

Los datos obtenidos en las entrevistas a personas enfermas y sanas asociadas en tiempo y lugar con el alimento sospechoso o en el brote se deben agrupar y procesar a los efectos de realizar los cálculos apropiados. Las tabulaciones comprenden el trazado de una curva epidémica, determinación de síntomas predominantes, cálculo de los períodos de incubación y cálculo de las tasas de ataque específico por alimento.

### 3. 2. 1. 1. 7. Trazado de la curva epidémica

La curva epidémica es un gráfico que presenta un tipo de variación instantánea en el número de casos de una enfermedad en función del tiempo. Así, graficaremos el número de casos ocurridos (en la ordenada) de acuerdo al horario en que se manifestaron los primeros síntomas de la enfermedad. Cada caso puede ser representado por un pequeño cuadrado, lo que facilitará la tabulación pertinente y el aprovechamiento de la capacidad de gráficos de las planillas de cálculo. La unidad de tiempo que se emplee en el gráfico dependerá del período abarcado por el brote. Por ejemplo, utilizaremos una escala de horas para un brote a *Staphylococcus aureus*. La forma que adquiera la curva nos ayudará a determinar si se trata de una fuente común (curva unimodal, ascenso brusco, descenso rápido –pero no tanto como el ascenso–, la duración del brote es similar a la duración del período de incubación de la enfermedad) o si se trata de transmisión persona a persona o una fuente común que se mantiene activa (curva multimodal, ascenso lento y progresivo, duración del brote similar a varios períodos de incubación). Por ejemplo, la figura 3. 5 muestra una curva epidémica de un brote ocurrido en un complejo turístico de San Carlos de Bariloche donde se notifican 138 casos en turistas de un grupo de 843 personas (tasa de ataque 16,4 %).

Figura 3. 5. Curva epidémica en un brote de ETA en San Carlos de Bariloche en 2002



### 3. 2. 1. 1. 8. Determinación de síntomas predominantes

Se calculan los porcentajes de ocurrencia de cada uno de los síntomas que presentaron los casos. Esto se realiza dividiendo el número de individuos que registraron un determinado síntoma por el de la totalidad de casos con alguna sintomatología y multiplicando por 100. Se elabora

una tabla colocando en orden decreciente los síntomas de los casos. Esta información permite identificar si el brote se debió a un agente que causa trastornos entéricos (a predominio de vómitos para identificar gérmenes de incubación corta o a predominio de diarrea, gérmenes de incubación larga), generalizados o neurológicos; o identificar si cursan o no con fiebre, pues solo algunos gérmenes lo hacen mientras que otros cursan con hipotermia. En la tabla 3. 1 vemos un ejemplo de tabla de frecuencia de síntomas.

Tabla 3. 1. Tabla de frecuencia de síntomas, brote de ETA, Bariloche, 2002

Síntomas	Número (%)
Cólico	40 (87 %)
Diarrea	36 (78 %)
Meteorismo	30 (65 %)
Nauseas	20 (43 %)
Escalofríos	19 (41 %)
Vómitos	15 (33 %)
Fiebre	12 (26 %)
Total	46 (100 %)

### 3. 2. 1. 1. 9. Cálculo del período de incubación

El período de incubación es el intervalo entre la ingestión de un alimento contaminado (o la recepción del microorganismo) y la manifestación del primer síntoma de enfermedad, o sea es el período de multiplicación del microorganismo hasta que el huésped se ve afectado. Aun en el caso de varias personas afectadas, el período de incubación variará entre ellas debido a la distinta cantidad de comida o de dosis infectante ingerida, distinta resistencia individual, desigual distribución del agente en la comida, etcétera. La medida que se utiliza para la estimación del período de incubación es la mediana, pues esta no es influenciada por períodos de incubación atípicos en alguno de los enfermos. Para ello, en nuestros protocolos de entrevista habremos incluido el horario de ingestión de cada comida (a la que consideramos fuente de infección), así como el horario de comienzo de síntomas. Una simple resta nos permite obtener el período de incubación de cada caso. Ordenados estos valores de menor a mayor obtendremos la mediana de nuestro grupo de enfermos. Para nuestro ejemplo: mediana = 12,5 horas.

El análisis combinado de los síntomas predominantes y de la mediana del período de incubación nos permitirá establecer una hipótesis tentativa sobre el agente etiológico involucrado, en función de las características que presenta biológicamente. En las tablas 3. 2 y 3. 3 se presenta un resumen de los principales agentes etiológicos que generan enfermedades transmitidas por alimentos.

Tabla 3. 2. Enfermedades gastroentéricas transmitidas por alimentos

Agente etiológico	Síntomas predominantes	Período de incubación	Fuente principal
<i>Salmonella</i> spp.	cólicos, diarrea, vómitos, fiebre, escalofríos	18/36 h	alimentos crudos de origen animal: pollos, leche, carne, huevos
<i>Shigella</i> spp.	cólicos, diarrea sanguinolenta, fiebre	24/72 h	agua, alimentos contaminados
endoenterotoxina de <i>Clostridium perfringens</i>	cólicos, diarreas	8/20 h	carnes rojas y blancas crudas, alimentos desecados, hortalizas
exoenterotoxinas A, B, C, D, E de <i>Staphylococcus aureus</i>	náuseas, vómitos, hipotermia	2/4 h	piel y nariz del ser humano, leche, quesos sin pasteurizar
exoenterotoxina y/o esporos de <i>Bacillus cereus</i>	náuseas, cólicos, diarrea, vómitos ocasionales	8/16 h	cereales, productos cárnicos, hortalizas crudas
<i>Escherichia coli</i>	diarrea, fiebre, vómitos, cefalea, escalofríos	10/24 h	alimentos crudos de origen animal. Alimentos contaminados
<i>Escherichia coli</i> productor de toxina Shiga (STEC), principalmente, serotipo O157:H7	colitis hemorrágica, irritabilidad, disminución producción de orina, insuficiencia renal, anemia	48/96 h	carne picada y productos cárnicos crudos, embutidos, lácteos no pasteurizados, vegetales crudos, agua contaminada
endoenterotoxina de <i>Vibrio cholerae</i>	diarrea acuosa y profusa, cólicos, deshidratación	24/72 h	pescados y mariscos crudos, alimentos preparados con agua contaminada
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	cólicos, diarrea	2/24 h	pescados y mariscos crudos

Tabla 3. 3. Otras enfermedades y agentes etiológicos de interés transmitidos por alimentos

Agente etiológico	Síntomas predominantes	Período de incubación	Fuente principal
<i>Tenia saginata</i> y <i>Tenia solium</i>	pérdida de peso, cólicos	3/6 semanas	carne cruda o mal cocida de vaca/cerdo respectivamente
<i>Echinococcus granulosus</i>	síntomas hepáticos o pulmonares asociados a la localización del quiste	Variable, años	agua de bebida sin tratar, vegetales contaminados
<i>Diphyllobotrium latum</i>	malestar gastrointestinal, pérdida de peso	5/6 semanas	pescado de agua dulce (por ejemplo, trucha) crudo
<i>Trichinella spiralis</i>	diarrea inicial, mialgias, edema palpebral	4/28 días (promedio 9)	embutidos, jamón o carnes crudas de cerdo o jabalí
exoneurotoxinas de <i>Clostridium botulinum</i>	visión doble, problemas de deglución, parálisis respiratoria	18/36 horas	conservas caseras poco ácidas (pimientos)
saxitoxina y toxinas de plancton <i>Gonyaulax</i> que consumen mariscos	hormigueo, ardor de labios, vahídos, parálisis respiratoria	1/30 minutos	mariscos (mejillones, vieiras, almejas) y caracoles marinos
<i>Brucella abortus</i> , <i>melitensis</i>	fiebre, escalofríos, cefaleas, artralgias	7/21 días	leche cruda, quesos sin pasteurizar de vaca o cabra
Enfermedades gastroentéricas por <i>Virus tipo Norwalk</i> o <i>Rotavirus</i>			
Compuestos químicos naturales: micotoxinas (aflatoxina), scombrotóxicas (histamina) producidas por <i>Proteus</i> spp. de histidina de carne de pescado, toxinas de mariscos			
Compuestos químicos agregados intencionalmente: conservantes (nitritos y nitratos), estabilizantes (polifosfatos), intensificadores de sabor (glutamato monosódico), entre otros.			

### 3. 2. 1. 1. 10. Cálculo de las tasas de ataque específicas por alimento

Los datos obtenidos de las entrevistas a los casos y a los sanos se vuelcan a una tabla de contingencia que incluye todos los alimentos posibles existentes en la comida problema. Por ejemplo, en la tabla 3. 4 observamos que nuestro grupo de turistas presentaba síntomas 12,5 horas después de haber visitado el complejo turístico y presentaban las siguientes tasas de ataque por alimento.

Tabla 3. 4. Tasas de ataque específicas por alimento, brote de ETA, Bariloche, 2002

Alimentos	Personas que comieron				Personas que no comieron			
	Enf.	No enf.	Total	Tasa de ataque	Enf.	No enf.	Total	Tasa de ataque
Huevos rellenos	20	15	35	57 %	40	10	50	20 %
Ensalada rusa	30	25	55	54 %	30	18	48	37 %
Pollo	35	20	55	64 %	20	25	45	44 %
Agua	46	5	51	90 %	3	20	23	13 %

Referencia: Enf: Enfermos, No enf: No enfermos.

Los alimentos que deben ser investigados más detalladamente serán aquellos que presenten las mayores diferencias entre ambas tasas de ataque, o sea que a mayor diferencial, mayor riesgo.

Por ejemplo, para el agua de bebida, la tabla 3. 5 nos presenta los datos correspondientes.

Tabla 3. 5. Análisis de datos en una tabla de contingencia correspondientes al consumo del agua de bebida

Variable independiente (causa: comer)	Variable dependiente (efecto: enfermar)				
	Enfermos	Sanos	Total	Tasas de ataque	Diferencia
Exposición a un factor (agua)	a=46	b=5	a+b=51	$a/(a+b)=0,90$	$a/(a+b)-c/(c+d)=0,77$
No exposición al factor (agua)	c=3	d=20	c+d=23	$c/(c+d)=0,13$	
<b>Total</b>	<b>a+c=49</b>	<b>b+d=25</b>	<b>a+b+c+d=74</b>		
Tasas de exposición	$a/(a+c)=0,93$	$b/(b+d)=0,2$			
Diferencia	$a/(a+c)-b/(b+d)=0,73$				

Procesando en Epidat 3.1, tenemos un 0,77 de diferencia entre tasas entre los que tomaron agua y los que no tomaron, con un OR de 66 que significa que quienes tomaron agua tuvieron 66 veces más riesgo de enfermar que quienes no bebieron agua, con un intervalo de confianza entre 13 y 281 (que significa que, en la peor de las posibilidades, tuvieron

13 veces más riesgo) con un  $\text{Chi}^2 p < 0,0001$  en consecuencia, se presentaron diferencias muy significativas entre quienes bebieron y no bebieron agua. Repetimos el procedimiento para cada alimento.

### 3. 2. 1. 1. 11. Conclusión epidemiológica

El consumo de agua no potable servida en el complejo turístico, probablemente contaminada con *Escherichia coli*, produjo un brote de ETA en contingentes de turistas. El período de incubación y la sintomatología son compatibles con *E. coli*, como asimismo es compatible con el alimento con mayor diferencia entre tasas y con mayor OR. La conclusión epidemiológica nos permite actuar en el control del brote y en la eliminación de la fuente de infección de forma rápida y eficaz.

Otra forma de tabulación de los datos es partiendo del efecto (enfermar o no enfermar). En esta tabulación, se comparan las preferencias para cada uno de los alimentos por las personas sanas y las enfermas. Allí se estiman las proporciones para cada uno de los alimentos en ambos grupos y, al igual que en el caso anterior, el alimento incriminado será el que presente las mayores diferencias entre ambas proporciones. Como se observa en la tabla 3. 6, las estimaciones estadísticas son similares y los resultados coincidentes.

Tabla 3. 6. Tasas de exposición específicas por alimento, brote de ETA, Bariloche, 2002

Alimento	Personas que enfermaron				Personas que no enfermaron			
	Comer	No comer	Total	Tasa de exposición	Comer	No comer	Total	Tasa de exposición
Agua	46	3	49	93,8%	5	20	25	20%
Huevos rellenos	20	40	60	33,3%	15	10	25	60%

### 3. 2. 1. 1. 12. Resultados de laboratorio

El laboratorio nos permite tener una conclusión final cuando los resultados estén disponibles. En nuestro ejemplo, corroboraron presencia de *E. coli* en el agua de bebida y en ensalada de papa y huevo.

En muchas ocasiones, el laboratorio no logra la identificación del agente etiológico, ya sea por problemas en la toma de la muestra, la conservación o el traslado. En ocasiones, la información puede alcanzar solamente a indicadores de contaminación en los alimentos como presencia de recuento total en placa de aerobias mesófilas, enterobacterias, presencia de coliformes, entre otros.

Idealmente, las hipótesis epidemiológicas elaboradas durante la investigación deberán ser verificadas mediante el aislamiento y tipificación del agente etiológico tanto en un caso como en el alimento señalado como responsable del brote, lo cual no siempre es alcanzado.

Por ejemplo, en la provincia de Río Negro se estudiaron 39 brotes de enfermedades transmitidas por alimentos que afectaron a 958 personas entre 1993 y 2001. Los principales agentes fueron *Salmonella* spp. (38 %), *Trichinella spiralis* (15 %), *Escherichia coli* (13 %) y *Staphylococcus aureus* (15 %). *Salmonella* spp. produjo el mayor número de casos (52 %). Los alimentos involucrados fueron carne cocida (36 %), queso (10 %), sándwiches (10 %), postres (10 %) y helados (8 %). De hecho, los helados estuvieron involucrados en el mayor número de casos y de personas afectadas. En relación con la fuente de alimentos, el 41 % de los brotes fueron causados por comidas caseras; el 23 %, por catering o heladería; el 13 %, en fiestas familiares; el 8 %, en ferias populares, y el 8 %, en restaurantes de hoteles. En el 28 % de los brotes, el agente etiológico se identificó exclusivamente mediante análisis epidemiológicos, en el 64 % se confirmó por aislamiento del agente y en el 8 % de los casos no se pudo obtener un diagnóstico final (Di Pietro y otros, 2004).

---

### Puntos destacados 8

---

La información sobre ocurrencia de casos de enfermedades de transmisión alimentaria llega a los servicios de vigilancia epidemiológica o de SPVET por notificación de los servicios de guardia o de clínica médica, por rumor o desde medios de difusión. Las actividades subsecuentes incluyen la entrevista a casos, la entrevista a controles sanos, la recopilación de historias clínicas, la auditoría bromatológica, toma de muestras a casos y a alimentos sospechosos, el procesado estadístico de los datos, la elaboración de conclusiones y la difusión.

El procesado de datos incluye la construcción de la curva epidémica, la estimación de la mediana del período de incubación, la tabla de frecuencia de síntomas, el cálculo de las tasas de ataque por alimento consumido y la estimación de los OR, IC 95 % y valor de  $p$ . Con esa información puede elaborarse una hipótesis epidemiológica sobre el agente etiológico actuante, sobre el alimento contaminado, sobre las fallas de manipulación que posibilitaron la ocurrencia de casos, y también permitirá generar las acciones de limitación de daño. El posterior informe de laboratorio podría permitir la confirmación de la hipótesis.

### 3. 3. Estudios de tamizaje poblacional

Hemos visto en detalle los aspectos esenciales para la interpretación de pruebas diagnósticas y también hemos visto conceptos de estudios transversales. Ambos temas son la base conceptual para analizar el desarrollo a campo de estudios de tamizaje, cribado o *screening* que son una práctica habitual y sostenida en SPVET.

Los tamizajes poblacionales en humanos o en animales son efectuados con dos finalidades:

- Identificar casos en forma precoz, en fase asintomática o preclínica, para darles a los detectados un tratamiento oportuno que mejore el pronóstico de la enfermedad evitando complicaciones.
- Vigilancia epidemiológica, para determinar la prevalencia de la enfermedad en un territorio dado, ya sea con el fin de obtener información básica o para evaluar los resultados de un programa de control.

De tal forma, la identificación de casos asintomáticos es un programa de trabajo relacionado a la atención médica y, por ende, requiere que se cumplan algunos requisitos.

Debe estar demostrado que si efectuamos un diagnóstico temprano, en fase asintomática, el resultado del tratamiento será mejor que si esperamos a la aparición de síntomas (análisis de la oportunidad del diagnóstico precoz), por ejemplo, la pesquisa serológica de enfermedad de Chagas en niños menores de 14 años permite su tratamiento eficaz con benznidazol, que no es tan efectivo en mayores de esa edad y menos aún si ya han sufrido lesiones por localización cardíaca (Sosa Estani y otros, 1998).

La persona que participa de un estudio de tamizaje debe recibir toda la información previa sobre las consecuencias del estudio y sobre la interpretación de los resultados y dar su consentimiento informado por escrito para participar del mismo. En el caso de menores de edad, este debe ser otorgado por los padres, por ejemplo, cuando se efectuara una intervención en una escuela.

Un tamizaje debe garantizar desde los servicios de salud el tratamiento y seguimiento posterior al diagnóstico. Debería considerarse éticamente una falta grave que a una persona aparentemente sana se la transforme en una persona probablemente enferma, sin asegurarle los mecanismos para la solución del problema.

Asimismo, debe considerarse la validez de las pruebas empleadas, ya que si alguien va a ser informado de que está enfermo mediante una prueba de tamizaje de alta sensibilidad y baja especificidad, debe

tener a disposición posteriormente las pruebas de confirmación de alta especificidad.

En este punto parece importante señalar que, si vamos a realizar pruebas de tamizaje, debe haber literatura científica que demuestre fehacientemente que hay ventajas para las personas que ingresan a un programa de tamizaje en relación con aquellas que no lo hacen. Generalmente, este tipo de demostración requiere de estudios complejos de casos y controles o, idealmente, de cohorte con asignación aleatoria de los participantes a los grupos (Gordis, 2005).

Con fines de vigilancia, en ocasiones solo disponemos de pruebas de sensibilidad y especificidad limitadas. En este caso lo más importante es verificar si las limitaciones señaladas permiten igualmente visualizar la tendencia de la enfermedad y en qué momento, si somos exitosos en disminuir la prevalencia con un programa de control, el valor predictivo de la prueba a una prevalencia baja resultará en la inconveniencia de seguir aplicándola.

Generalmente, los programas de control no pueden seguir el ritmo de la investigación científica que produce centenares de publicaciones informando de pruebas brillantes, pero que resultan inaplicables en el trabajo de campo, por lo costosas o por requerir de equipamientos sofisticados o personal con entrenamiento especial.

Sin embargo, debe haber un equilibrio que asegure utilizar pruebas que midan lo que queremos medir, que suele ser la tendencia de la enfermedad en la forma más ajustada posible, desechando tanto pruebas cuyo uso ya se ha demostrado superado por la literatura científica como también pruebas que los presupuestos oficiales no pueden solventar y que en ocasiones no han sido suficientemente probadas en condiciones de campo (considerando que los estudios de tamizaje no son acciones aisladas destinadas a una publicación científica, sino una estrategia de un programa que debe ser sostenida durante toda su duración, que puede ser de años).

De tal forma, tanto en la búsqueda de asintomáticos como con fines de vigilancia, las pruebas de tamizaje pueden acompañar con prudencia la evolución tecnológica. Por ejemplo, en la década de 1950 se utilizaba la intradermoreacción de Cassoni en equinocosis quística, arrojando resultados positivos en portadores de grandes quistes hidatídicos; en 1978 se generalizó el uso de pruebas serológicas, como DD5, que permitieron detectar una alta proporción de portadores asintomáticos con quistes desde 4 o 5 cm de diámetro; entre 1985 y 1990 fueron reemplazados por tamizajes con ultrasonografía, que permiten detectar quistes muy pequeños con mayor sensibilidad y especificidad. Todos estos sistemas fueron sostenibles por los servicios de salud.

La organización de un tamizaje requiere además de algunas consideraciones prácticas:

- Definición del ámbito geográfico donde se hará el tamizaje (escuelas, áreas rurales) y de la población blanco (escolares, establecimientos ganaderos, perros, ovinos).
- Definición de las técnicas diagnósticas basadas en evidencia científica verificable.
- Identificación de laboratorios o centros de imágenes que efectuarán los estudios de tamizaje y de confirmación. Formas de conservación y envío de las muestras.
- Elaboración y producción de los documentos de consentimiento informado y de planillas de recolección de datos de los participantes (edad, sexo, resultado del estudio).
- Contacto previo con los niveles locales involucrados (escuela, centro de salud, comisión de fomento, líder indígena) para explicar el objetivo del trabajo y sus consecuencias. Ajuste del tiempo que demandará la actividad y definición de los roles de quienes participarán y de los espacios de trabajo. Difusión pública por radios locales, aprovechando para hacer educación sanitaria.
- Coordinación con los servicios de salud y autoridades hospitalarias para el seguimiento y tratamiento de los casos.
- *Check list* de elementos necesarios en el campo: agujas; jeringas; tubos; rotuladores; centrífuga; viales, si son estudios serológicos; alargadores y adaptadores eléctricos; gel y papel, si son estudios ultrasonográficos; camillas; biombos; caramelos para los chicos.
- Definición de actividades complementarias ante casos positivos (visita a domicilio, estudio de convivientes, muestreo ambiental).

---

### **Puntos destacados 9**

---

Los tamizajes poblacionales en humanos o en animales son normalmente efectuados con dos finalidades: identificar casos en forma precoz, en fase asintomática o preclínica, para darles a los detectados un tratamiento oportuno que mejore el pronóstico de la enfermedad, evitando complicaciones; o con fines de vigilancia epidemiológica para monitorear un programa de control.

En ambos casos hay un compromiso ético de asegurar el seguimiento y tratamiento de los casos detectados. Debe evaluarse con precaución la sensibilidad y especificidad de las pruebas, su interpretación en términos de valor predictivo ajustado a la prevalencia y la sostenibilidad de la prueba en los servicios de salud. Debe haber un equilibrio que asegure utilizar pruebas que midan lo que se busca medir, que suele ser

la tendencia de la enfermedad en la forma más ajustada posible, desechando tanto pruebas que la literatura científica ha demostrado superadas como también pruebas que los presupuestos oficiales no pueden solventar. Se debe considerar en forma previa un *check list* que asegure contar con todos los elementos requeridos en el campo y que asegure también una relación cordial con todos los actores sociales.

---

### 3.4. Epidemiología panorámica

#### 3.4.1. Sistemas de información geográficos

Al comienzo de este manual presentamos a John Snow y su investigación del brote de cólera en Londres como el nacimiento de la epidemiología. Recordamos que en su trabajo construyó un mapa en donde, por un lado, ubicó los casos (muertos) y agregó las relaciones de estos casos con las fuentes de agua y las descargas de líquidos cloacales. Indudablemente, con esa acción también construyó, aunque rudimentario, el primer sistema de información geográfico (SIG).

En definitiva, aprovechando las posibilidades de las tecnologías del siglo XXI, los SIG son construcciones informáticas que asocian mapas de diverso origen. En el campo de la salud, obviamente, incluirán mapas de localización geográfica de casos, mapas de servicios (redes hospitalarias, redes de agua), mapas ambientales de diversa naturaleza (temperatura, humedad, vegetación) e imágenes satelitales; todo esto podemos asociarlo con bases de datos y planillas de cálculo que contengan información desagregada, por ejemplo, historias clínicas, resultados de estudios transversales y encuestas. El conjunto podrá ser visualizado y estudiado con *software* especializados en SIG, tal como QGIS. La construcción en un *software* de estas características se basa en la superposición de capas, como una cebolla, cada una de las cuales representa algún fenómeno diferente.

Por lo tanto, un SIG es una plataforma que consta de *hardware* y *software* que permite la captura de datos, su transformación, gestión, análisis y presentación, utilizando siempre información geográficamente referenciada, con el objetivo de ayudar a un mejor entendimiento del mundo en que vivimos y resolver los problemas que diariamente afrontamos.

La definición de la localización espacial puede hacerse desde un sistema de coordenadas geográficas, que es el sistema universal para la localización de puntos sobre la superficie terrestre. Utiliza una superficie esférica de tres dimensiones, llamada esferoide, sobre la que se trazan una serie de anillos imaginarios paralelos al ecuador, llamados paralelos,

y una serie de círculos perpendiculares a los mismos que convergen en los polos, llamados meridianos. La línea de latitud media entre los polos se denomina ecuador y es conocida como la línea de latitud 0. La línea de longitud 0, también conocida como primer meridiano, pasa por Greenwich, Inglaterra. Así, definimos la geolocalización con datos de latitud y longitud, expresando las distancias con unidades de medida angular –es decir, grados, minutos y segundos– o en grados decimales.

Cuando se desea trabajar sobre planos o mapas de dos dimensiones y utilizar unidades de medida como kilómetros, debe realizarse una conversión de coordenadas geográficas a planas. Se requiere un método por el cual se hace corresponder a cada punto de la Tierra con un punto en el mapa, lo que se hace mediante proyecciones cartográficas, que son muy variadas. Los *software* modernos, como QGIS, suelen identificar automáticamente el tipo de coordenadas y/o de proyección, facilitando la integración de mapas.

A los efectos de la geolocalización, tenemos en principio dos formatos de datos, vectorial y ráster:

- Vectorial es un modelo en el que los datos están representados por puntos, las líneas están representadas por cadenas de vectores y las áreas por polígonos. El ejemplo típico es una vivienda representada por un punto que incluye un valor de latitud y longitud, una ruta representada por una línea o la superficie de un municipio representado por un área.
- Ráster es un modelo que utiliza una red de polígonos adyacentes denominados células y a menudo llamados píxeles. Los datos ráster se utilizan normalmente para representar fenómenos continuos, por ejemplo, mapas de cobertura de la tierra, modelos digitales de elevación y mapas de fenómenos climáticos; de alguna forma, son fotografías, pero que incluyen datos de geolocalización.

En el campo de la epidemiología, los SIG se utilizan para la elaboración de mapas de enfermedad y para el análisis ecológico, pues ayuda en la evaluación de la distribución de los factores ambientales relevantes en salud, permitiendo, además, construir modelos predictivos o explicativos del comportamiento de una enfermedad, muy especialmente en aquellas que, por ser de carácter vectorial, son muy influenciadas por el ambiente. El mayor potencial de los SIG es su capacidad para mostrar con claridad los resultados de los análisis complejos a través de mapas.

Un SIG permite varios tipos de análisis, como determinación o construcción de mapas de riesgo; determinación de clúster; análisis de vecindad, que incluye a todas las características que se ajustan a determinados criterios y son adyacentes a una característica particular; generación de búfer o zonas alrededor o a lo largo de ciertas características específicas;

análisis de superposición o fusión de dos o más capas o mapas para identificar áreas de intersección; cálculo de parámetros tales como la distancia más corta entre dos ubicaciones, superficie de área, cálculos de distancia, modelado de superficies tridimensionales, entre otros.

Por ejemplo, en la figura 3. 6 vemos alguna de las construcciones de un SIG en un estudio epidemiológico en la localidad de San Antonio Oeste para analizar el efecto del depósito de una procesadora de plomo en desuso en el centro de la ciudad y de la ubicación de la escoria en sus afueras, con niveles de plumbemia en niños. Originalmente, en 2005 se mapearon 38 casos con plumbemias mayores o iguales a  $10\mu\text{g}/\text{dl}$  según los factores de exposición considerados: proximidad a la fuente de exposición, calles de tierra y exposición por actividades y hábitos (Cabrera y Di Pietri, 2005). En la figura 3. 6 se observa la distribución de las escuelas y domicilios de niños con plumbemia elevada y sus relaciones con los lugares de riesgo.

Figura 3. 6. Análisis geográfico de los efectos de la acumulación de plomo en un área urbana



Fuente: De Pietri, García y Rico, 2008.

### 3. 4. 2. Sensado remoto

*Sensado remoto* (SR) y *teledetección* designa la técnica que permite el estudio de los objetos sin ningún contacto o visualización directa, a través de la captura de imágenes que puedan representar la distribución de un vector o de un reservorio, que no pueden ser observados directamente, mediante imágenes satelitales. Por ejemplo, la distribución de rosa mosqueta en la cordillera nos permite inferir la distribución de *Oligoryzomys longicaudatus*, que vive principalmente bajo esa vegetación arbustiva.

El SR es una herramienta de uso habitual en epidemiología panorámica o ambiental, que busca establecer relaciones e interacciones entre distintos elementos del ecosistema, asumiendo que la dinámica biológica está influenciada por el ambiente, lo cual es especialmente cierto en enfermedades vectoriales, transmitidas por roedores y ciertas parasitosis. Así, es un enfoque que tiene en cuenta las relaciones e interacciones entre los diferentes elementos de ecosistemas bajo el supuesto de que la dinámica biológica de la población huésped y del vector o del reservorio son impulsados por elementos del ambiente como la temperatura y la vegetación.

Lo novedoso, si recordamos nuevamente a John Snow, es que la información que antes se obtenía mediante observaciones de campo, hoy está disponible mediante el uso de información y datos provistos por imágenes satelitales.

Así, el SR se basa en el uso de satélites de diverso tipo (Lansat 7, SAC C) con sus características propias, a saber: resolución temporal (o tiempo de revisita, es decir, la frecuencia con la que el sensor –o sea, el satélite– toma imágenes de la misma parte de la superficie de la tierra), resolución espacial (objeto más pequeño que puede distinguirse sobre una imagen, por ejemplo, en imágenes digitales, los píxeles) y resolución espectral (que indica el número y la anchura de las bandas espectrales, o rango del espectro electromagnético, en el que un sensor captura la radiación).

La información derivada de SR y otras formas de datos espaciales puede usarse para soportar una amplia gama de análisis epidemiológicos gracias al potencial de proporcionar una cobertura completa en la forma de una o más imágenes, abordando a una variedad de dominios espaciales y temporales. Ninguna otra fuente de información ambiental puede proporcionar esta valiosa información espacial.

Comúnmente, son provistas por los sensores y usadas para fines de investigación en epidemiología informaciones como el NDVI (*normalized difference vegetation index*, índice normalizado de vegetación), cobertura y uso del suelo, elevación, pendiente, aspecto, capas geológicas, presencia de cuerpos de agua, precipitaciones, humedad y temperaturas del suelo, del agua o del mar.

### **3.4.3. Epidemiología espacial. Construcción de modelos**

La epidemiología espacial y el análisis ecológico nos ayudan en la descripción y el análisis de la variación geográfica o espacial de la enfermedad con respecto a diversos factores de riesgo, definición de patrones espaciales y, fundamentalmente, la predicción del riesgo de ocurrencia

de enfermedad y la elaboración de modelos explicativos (modelaje) de la difusión de una enfermedad en el territorio.

La elaboración de modelos se basa en la descripción de las relaciones existentes entre la distribución geográfica de las enfermedades y los factores de riesgo ambientales y su análisis por medio de procedimientos estadísticos.

Un gran número de estudios se han llevado adelante con el fin de analizar la relación entre indicadores de la enfermedad (por ejemplo, positivos, incidencia y prevalencia) y variables explicativas ambientales y climáticas.

Como se dijo previamente, SIG y SR ofrecen medios eficaces para el mapeo de la enfermedad, el análisis ecológico y la vigilancia epidemiológica, y se han convertido en herramientas indispensables para el procesamiento, análisis y visualización de datos espaciales.

Por ejemplo, se han desarrollado modelados espaciotemporales para integrar datos de casos humanos y datos de huéspedes animales, utilizando la incidencia de tularemia humana y datos de población de roedores en Finlandia, durante los años 1995-2012; en estos modelados se demostró que la información espacial y temporal de la abundancia de roedores es útil para predecir casos humanos y para mejorar las estimaciones de riesgo de tularemia (Rotejanaprasert y otros, 2018).

El modelaje, utilizado para probar hipótesis o estimar las relaciones entre la incidencia de una enfermedad y las variables ambientales, suele basarse en modelos estadísticos que responden a una distribución binomial o a una distribución de Poisson y que permiten la construcción de estimaciones de probabilidades.

La distribución binomial aplica en un gran número de situaciones en salud pues muchos eventos se presentan como éxito o fracaso sin dar paso a un punto medio. Por ejemplo, en estudios de población cada estudio a un animal puede dar como resultado sano o enfermo; casi sano no es un resultado de interés. Estas situaciones con resultado dicotómico (sano/enfermo) constituyen lo que en estadística se denomina experimento de Bernoulli, en donde el resultado obtenido en cada prueba es independiente de los resultados obtenidos en pruebas posteriores. De tal manera, con sucesivos experimentos (o varios diagnósticos de sano/enfermo) puede construirse una distribución de probabilidad o distribución binomial. La vigilancia activa basada en estudios transversales puede ser expresada, así, como distribuciones binomiales.

Por ejemplo, en un estudio transversal de tuberculosis en el ganado y en las personas, en Uganda, entre 2014 y 2016, se evaluó la asociación entre la positividad de la prueba cutánea de tuberculosis en humanos y factores de riesgo asociados con el ganado (positividad en el rodeo y

consumo de leche cruda). Se ajustaron los modelos mediante ecuaciones binomiales para la asociación positividad de rebaño-positividad humana y para la asociación de positividad con de consumo de leche cruda. Tener al menos un bovino positivo en el rebaño se asoció significativamente con un menor riesgo de TB entre los hombres (OR 0,66; IC 95 % 0,49/0,87), aparente efecto protector contrario a la hipótesis *a priori*. Para el consumo de leche cruda, las estimaciones del efecto fueron cercanas a uno y no estadísticamente significativas. Por lo tanto, en entornos donde la prevalencia de TB bovina es baja, como Uganda, la transmisión zoonótica asociada al ganado puede ser rara y los factores de riesgo asociados al ganado pueden no ser impulsores importantes de la carga de TB humana (Meisner y otros, 2019).

Otro ejemplo: la deforestación y los cambios ambientales y demográficos asociados se han hipotetizado como los principales impulsores de la emergencia de malaria en Malasia. Entonces, se estudiaron aldeas para identificar la incidencia de *Plasmodium knowlesi* en 2008-2012, desarrollando modelos espaciales binomiales para evaluar posibles asociaciones con la incidencia de *P. knowlesi* que detectaron una asociación positiva con la cobertura forestal y la pérdida histórica de bosques en las áreas circundantes (Fornace y otros, 2016).

La distribución de Poisson, por su parte, se usa para obtener la probabilidad de ocurrencia de sucesos raros, sus resultados están representados por una variable discreta. En términos de salud, esto representa todos los estudios o registros de incidencia en los que relacionamos un cierto número de casos con la población. Se utiliza en situaciones donde los sucesos son impredecibles o de ocurrencia aleatoria, o sea, no se sabe el total de posibles resultados en un tiempo dado. La vigilancia pasiva, por lo tanto, es una fuente de modelos de regresión de Poisson.

Por ejemplo, en Canadá se realizó un estudio para evaluar las tendencias temporales (2014-2028) de los casos de salmonela en personas mayores de 15 años y evaluar el posible impacto del cambio demográfico en la incidencia nacional, teniendo en cuenta las tendencias en otros grupos de edad. Se analizaron los números de casos de salmonela reportados en personas mayores (60 años y más) en ocho provincias y territorios durante un período de quince años (1998-2013) utilizando un modelo de regresión de Poisson ajustado por tiempo. Con los cambios demográficos pronosticados en la estructura de edad de la población, y en ausencia de intervenciones específicas, el análisis mostró que la incidencia de casos de salmonela en personas mayores podría aumentar en un 16 % para 2028 y, como resultado, se espera que la distribución por edad entre los casos de salmonela cambie con una mayor proporción de casos en personas mayores y una menor proporción en niños (0-4 años) de forma

tal que en las próximas décadas, los casos de infección, hospitalizaciones y muertes asociadas con salmonela en personas mayores podrían representar un desafío para la salud pública debido al envejecimiento de la población (Turgeon y otros, 2018).

---

### Puntos destacados 10

---

Un SIG es una plataforma que consta de *hardware* y *software* que permite la captura de datos, su transformación, gestión, análisis y presentación, utilizando siempre información geográficamente referenciada. Los SIG, aprovechando las posibilidades de las tecnologías del siglo XXI, son construcciones informáticas que asocian mapas de diverso origen –en el caso de salud, obviamente, incluirán mapas de localización geográfica de casos, mapas de servicios (redes hospitalarias, redes de agua), mapas ambientales de diversa naturaleza (como temperatura, humedad, vegetación) e imágenes satelitales– que podemos asociar con bases de datos y planillas de cálculo que contengan información desagregada. En el campo de la epidemiología, los SIG se utilizan para la elaboración de mapas de enfermedad y para el análisis ecológico, pues ayuda en la evaluación de la distribución de los factores ambientales relevantes en salud.

Sensado remoto (SR) y teledetección designa la técnica que permite el estudio de los objetos sin ningún contacto o visualización directa a través de la captura de imágenes que puedan representar la distribución de un vector o de un reservorio, que no pueden ser observados directamente, mediante imágenes satelitales.

La epidemiología espacial y el análisis ecológico nos ayudan en la predicción del riesgo de ocurrencia de enfermedad y la elaboración de modelos explicativos (modelaje) de la difusión de una enfermedad en el territorio, usando, por ejemplo, modelos binomiales o de Poisson.

---

## 3. 5. El enfoque Una Salud

Mariela García Cachau

Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Ciencias Veterinarias.

La Pampa, Argentina.

Los procesos de transformación social, cultural, económica, ambiental, demográfica, productiva y tecnológica característicos de estas últimas décadas impactan en la salud humana, animal y ambiental. Vivimos en un mundo cambiante, interconectado y vulnerable. Estos nuevos

escenarios epidemiológicos requieren un abordaje intersectorial e interdisciplinario. El enfoque Una Salud puede ser una oportunidad de trabajo en conjunto entre diferentes disciplinas para poder comprender, investigar y pensar en intervenciones innovadoras.

Distintas amenazas sanitarias de gran relevancia y complejidad impactan a la comunidad internacional, afectando a la población humana, animal y al ambiente. Se pueden mencionar como ejemplos COVID-19, ébola, gripe pandémica, zika, gripe aviar, resistencia antimicrobiana, enfermedades transmitidas por alimentos, fenómenos climáticos adversos (inundaciones, sequías, olas de frío y calor, entre otros). Estas amenazas no pueden ser enfrentadas desde una sola disciplina o un sector aislado y, por eso precisamente, requieren un abordaje integrador e interdisciplinario (OPS/OMS, 2016).

El documento *Una Salud. Un nuevo imperativo profesional*, elaborado por la Asociación de Veterinarios de Estados Unidos (American Veterinary Medical Association, AVMA), destaca que es necesario adoptar un enfoque holístico para comprender que somos parte de un sistema ecológico más grande e interconectado y poder dar respuestas a las nuevas amenazas. Se propone como estrategia el concepto de Una Salud. Esto implica la colaboración de esfuerzos de múltiples disciplinas trabajando a nivel local, nacional y global, para lograr una salud óptima para personas, animales y ambiente (AVMA, 2008).

El concepto Una Salud es avalado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional de Sanidad Animal (OIE) y la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). La estrategia Una Salud permite abordar diversas problemáticas vinculadas a la inocuidad y seguridad alimentaria, las zoonosis, las enfermedades transmitidas por vectores (mosquitos, flebótomos, garrapatas, etcétera), la resistencia antimicrobiana, los efectos del cambio climático, la emergencia y reemergencia de enfermedades. Como así también el vínculo animal-persona y sus implicancias en la salud y el bienestar.

### **3. 5. 1. Salud, promoción de la salud y Una Salud**

Es importante encuadrar el concepto Una Salud definiendo *salud, determinantes sociales y promoción de la salud* para comprender los alcances de este enfoque.

Se concibe a la salud como producto de complejas interacciones entre procesos biológicos, culturales, sociales y económicos que se dan en sociedad. El concepto de salud y enfermedad es construido socialmente, articulando visiones individuales, sociales y culturales. Por lo tanto, la concepción de salud va evolucionando y no es igual para todos.

Actualmente, se considera a la salud un recurso para la vida diaria y no el objetivo de vida. Se trata de un concepto positivo que acentúa los recursos sociales, personales y las aptitudes físicas. Como señalan Galvez e Irazola (2006):

[la salud] deja de ser producto de un tratamiento o de la curación de la enfermedad, para pasar a ser un estado a lograr, mantener o recuperar, por los individuos o las comunidades [...] es una fuerza de nuestra vida diaria, en la que influyen las circunstancias, creencias y cultura, así como el entorno social, económico y físico. (p. 52)

Los determinantes de la salud se definen como un conjunto de factores personales, sociales, económicos y ambientales que determinan el estado de salud de los individuos y poblaciones. La OMS (2005) define a los determinantes sociales de la salud como las circunstancias en las que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen, incluido el sistema de salud. Estos explican la mayor parte de las inequidades sanitarias; son el resultado de la distribución del dinero, poder y recursos a nivel mundial, nacional y local.

Por su parte, se puede definir la promoción de la salud como un proceso social y político que permite a las personas incrementar el control sobre su salud para mejorarla. Abarca acciones dirigidas a modificar las condiciones sociales, ambientales y económicas para mitigar su impacto en la salud pública e individual. Es un proceso que permite actuar sobre los determinantes de la salud.

Comprende diversas actividades como información, educación, formación, comunicación, investigación, legislación, coordinación de políticas y desarrollo comunitario (Galvez e Irazola, 2006). Incluye una serie de mecanismos y factores interrelacionados con:

- El autocuidado, que son las acciones o decisiones que cada persona toma en beneficio de su propia salud.
- La ayuda mutua entre las personas, que puede surgir en el contexto de la familia, el vecindario, la organización voluntaria; es decir, la participación comunitaria con base en organizaciones sociales representativas.
- Entornos sanos que favorecen la salud, se incluyen las condiciones sociales, económicas, políticas, culturales, educativas y ambientales.

Los pilares de la promoción de la salud son la participación social y la intersectorialidad.

La participación social es un proceso a través del cual los grupos comunitarios, organizaciones, instituciones, sectores y actores sociales de todos los niveles identifican necesidades o problemas de salud, diseñan e implementan acciones. Tiene como propósito la construcción de capacidades para que las comunidades puedan identificar, analizar y priorizar sus necesidades, formular y negociar propuestas. Busca intercambiar y compartir saberes, historias y experiencias.

La intersectorialidad implica que distintos actores se integren a los procesos de diagnóstico, programación, ejecución y evaluación de las acciones para abordar los problemas (Galvez e Irazola, 2006). Esto permite ver, pensar, actuar y evaluar las intervenciones en cada contexto, desde diferentes miradas.

Las sinergias entre los distintos sectores de la salud animal, humana y ambiental aplicadas a nivel local, nacional y mundial pueden generar mejoras continuas y simultáneas de la salud pública, animal y ambiental (OIE, 2013).

Acordando con Villamil (2010), las profesiones que tienen responsabilidades con la salud se enfrentan a un panorama preocupante desde la perspectiva de la dinámica de poblaciones, el desplazamiento hacia las áreas urbanas, la contaminación y el deterioro ambiental, la demanda y disponibilidad de alimentos seguros, el acceso a los servicios de salud, la falta de paz y equidad. Asimismo, es importante tener en cuenta el impacto de la globalización, las nuevas formas de producción y comercialización, el aumento de la pobreza y la vulnerabilidad en la salud humana, animal y ambiental.

La Carta de Bangkok, que es un documento elaborado por la OMS (2005), considera que tienen una influencia crítica en la salud los siguientes factores:

- Desigualdades crecientes entre los países.
- Nuevas formas de consumo y comunicación.
- Medidas de comercialización.
- Cambios ambientales mundiales.
- Urbanización.

Es decir, los cambios sociales, económicos y demográficos afectan las condiciones laborales, los entornos de aprendizaje, las estructuras familiares, la cultura y las comunidades. Por lo tanto, los factores antes mencionados impactan en la salud de las personas, los animales y el ambiente. Esto implica que, para poder abordar estas problemáticas, se requiere un trabajo intersectorial y desde la participación comunitaria.

Siguiendo esta misma línea, en el año 2015 se acuerda la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Se establecen 17 Objetivos de Desarrollo

Sostenible (ODS) y metas para alcanzar en los próximos 15 años. Los objetivos y las metas conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental (Naciones Unidas, 2015). Es decir, abarcan los determinantes de la salud, haciendo énfasis en los determinantes sociales de la salud. Los países que suscribieron esta Agenda 2030 pretenden erradicar la pobreza, el hambre, garantizar una vida sana y una educación inclusiva, equitativa y de calidad. Además, se busca facilitar el acceso al agua, al saneamiento y a la energía no contaminante. Asimismo, se pretende promover el crecimiento económico, reducir las desigualdades, garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, adoptar medidas para combatir el cambio climático, conservar océanos, mares y recursos de manera sostenible y proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas.

A partir del año 2016, se estableció el 3 de noviembre como el día internacional de Una Salud; en este marco, se propicia la generación de eventos para concientizar sobre la interrelación entre salud humana, animal y ambiental.

La FAO, OIE y OMS, finalmente, en el 2019 publican en conjunto una guía para abordar las zoonosis desde el enfoque multisectorial y de Una Salud (FAO, OIE y OMS, 2019). Fue concebida para que se diseñen y apliquen programas, políticas, leyes, y se implementen vigilancia e investigación desde la interrelación entre salud humana, animal y ambiental.

### **3. 5. 2. Alcances y desafíos de Una Salud**

Los nuevos escenarios epidemiológicos se comportan como eventos globales significativos por la aparición y reaparición de patógenos que amenazan la salud y el bienestar de las personas y los animales.

Las zoonosis son un problema para la salud pública, animal y ambiental, ya que provocan un fuerte impacto sanitario, social y económico. Son producto de una compleja interacción entre factores sociales, culturales, económicos, ambientales, demográficos, biológicos, productivos y tecnológicos. Actualmente se afrontan nuevos desafíos con la aparición de zoonosis emergentes y reemergentes, además de las tradicionales.

Los nuevos escenarios epidemiológicos requieren un abordaje intersectorial, interdisciplinario y desde el concepto Una Salud, incluyendo las explosiones demográficas en poblaciones humanas y animales (domésticas y silvestres), el crecimiento urbano, las modificaciones de los sistemas agropecuarios, las mayores interacciones entre especies domésticas y silvestres, la deforestación, la alteración de los ecosistemas y la mundialización del comercio de animales y subproductos. También problemas como la resistencia a los antimicrobianos que es

una preocupación creciente para la salud pública y animal, la obesidad que afecta tanto a las personas como a los animales de compañía o el humo pasivo que se identifica cada vez más como una causa de cáncer y enfermedad pulmonar tanto en las personas como en sus animales de compañía.

La estrategia Una Salud permite abordar tanto patologías transmisibles como las no transmisibles. Dentro del primer grupo, las zoonosis continúan siendo una causa importante de morbimortalidad en todo el mundo. Existen múltiples factores ambientales, climáticos, biológicos, sociales, económicos y tecnológicos relacionados con la ocurrencia, emergencia y reemergencia de este tipo de enfermedades. Por otro lado, las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) representan uno de los mayores desafíos del siglo XXI para la salud y desarrollo. Generan un fuerte impacto social, económico y en la salud pública en todos los países. Los principales tipos de ECNT son las patologías cardiovasculares, el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes. Se ven favorecidas por factores tales como la urbanización rápida y no planificada, la mundialización de modos de vida poco saludables o el envejecimiento de la población. La alimentación y el sedentarismo pueden manifestarse en forma de tensión arterial elevada, aumento de la glucosa y los lípidos en la sangre y obesidad.

En las ECNT, las mascotas son fuentes importantes de apoyo social pues proporcionan beneficios psicológicos y físicos para sus dueños (McConnell y Brown, 2011).

Distintas investigaciones destacan la disminución de niveles de colesterol, triglicéridos y de la presión sanguínea en personas que tienen mascotas. Además, resaltan aspectos positivos como mayor oportunidad para realizar ejercicio y actividades al aire libre que implican oportunidades de socialización y hábitos saludables.

Se ha subrayado la efectividad de un programa de pérdida de peso realizado en conjunto entre mascotas y sus dueños en Chicago, Estados Unidos. Conformaron dos grupos, uno integrado por personas entre 21 y 65 años, con sobrepeso u obesas con un perro obeso entre 1 y 6 años (PP) y otro con personas con sobrepeso u obesidad solamente (PO). Se realizó un estudio prospectivo donde se evaluó la pérdida de peso durante un año. Ambos grupos recibieron consejería nutricional y participaron de actividad física, a los perros se les prescribió una dieta. Se observaron mayores pérdidas de peso, más tiempo dedicado a la actividad física y mayor adherencia al tratamiento en el grupo que integraba en el tratamiento a su mascota.

Otro aspecto importante a considerar en relación a las ECNT es la globalización del mercado de alimentos y el excesivo consumo de productos

de alto valor calórico, bebidas azucaradas, productos ultraprocesados, altas concentraciones de azúcares libres, sal, grasas, bajo contenido de fibras y micronutrientes. Distintas investigaciones señalan a la industria alimentaria como una de las responsables de la epidemia de obesidad y de diabetes, en función de lo cual el enfoque Una Salud permitiría abarcar todos los eslabones de la cadena agroalimentaria para poder investigar y buscar alternativas que comprendan la producción, distribución y comercialización de alimentos más saludables.

---

### **Puntos destacados 11**

---

Una Salud se basa en la interdependencia entre la salud humana, animal y ambiental. Promueve la comunicación, la colaboración y la construcción de alianzas entre médicos, veterinarios, biólogos, otros profesionales de la salud, de las ciencias sociales, ingeniería, para trabajar en forma coordinada en la promoción de la salud humana y animal. Es una estrategia colaborativa a nivel local, nacional e internacional entre distintos sectores y disciplinas para establecer sistemas de alertas, vigilancia, investigación e implementar medidas de prevención, promoción y control.

Tanto las enfermedades transmisibles como las no transmisibles son un problema para la salud pública, animal y ambiental, provocando un fuerte impacto sanitario, social y económico. Son producto de una compleja interacción entre factores sociales, culturales, económicos, ambientales, demográficos, biológicos, productivos y tecnológicos. Estos nuevos escenarios epidemiológicos requieren un abordaje intersectorial e interdisciplinario; demandan la implementación de metodologías de investigación y de vigilancia dinámicas.

En síntesis, por la complejidad de estas problemáticas, se requieren abordajes integrales y no más miradas aisladas. Se demandan estrategias innovadoras de intervención, prevención, tratamiento, vigilancia, investigación y legislación desde el trabajo intersectorial, interdisciplinario y desde Una Salud.

---

## **3. 6. Bromatología y seguridad alimentaria**

Roberto Otrrosky

Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Ciencias Veterinarias.  
La Pampa, Argentina.

El alimento sano es básico para el bienestar del hombre; debe cumplir las necesidades mínimas para aportar nutrientes, energía y

componentes para las necesidades fisiológicas, reproductivas y energéticas, entre otras.

El control de los alimentos, de su calidad e inocuidad, no es problemática de un sector. En la cadena alimentaria intervienen la producción primaria y la industria, el Estado –nacional, provincial y municipal– y los consumidores exigiendo aplicación y normativas para garantizar la calidad de los alimentos destinados a consumo.

La mayor industrialización de la producción de alimentos, cambios en los hábitos alimentarios, nuevos sistemas de comercialización, nuevas leyes y normativas, aparición de enfermedades emergentes, de nuevos métodos de conservación de los alimentos y la globalización de los mercados hacen necesario aplicar nuevas metodologías de control, desde la producción de la materia prima hasta el consumidor, utilizando herramientas modernas de aseguramiento alimentario para garantizar la salud del consumidor y estándares de calidad de los productos alimenticios, para consumo interno o para exportación.

La protección de los alimentos no se limita solamente a los consumidores como destinatarios finales de un bien. Según la OMS:

En adición a los costos humanos causados por enfermedades de origen alimentario, como ser la muerte o la enfermedad, subyacen costos económicos que están involucrados, afectando individuos y familias, industrias, sistemas de salud y comunidades enteras. A nivel nacional, epidemias de enfermedades de origen alimentario afectan entre otros al turismo y al comercio. (FAO/OMS del Codex Alimentarius, 2003)

Las acciones que se realizan vinculadas al control de los alimentos tienen diversos objetivos –minimizar las causas de rechazos, intervenciones y decomisos de alimentos; evitar violaciones a la legislación, la venta de alimentos sin rotulado adecuado y los fraudes alimentarios; identificar el origen de los alimentos y sus elaboradores; evaluar sistemas tecnológicos de elaboración, conservación y transporte; evitar engaños al consumidor y violaciones a la lealtad comercial– para garantizar la calidad e inocuidad de los productos alimenticios.

Los cambios generados en la cadena alimentaria se deben principalmente a la aparición de nuevos paradigmas: los desarrollos tecnológicos, la globalización, nuevos hábitos alimenticios, cambios políticos y socioeconómicos, los cambios en el transporte y el turismo, el aumento de la población, la superación de la estacionalidad en la producción de las materias primas y la aparición de nuevos productos alimenticios.

También se debe orientar la actividad al cuidado del ambiente, donde interviene el conocimiento del origen de las materias primas, su

trazabilidad, el cuidado de los contaminantes ambientales, el cuidado de los residuos contaminantes, los sistemas de producción intensivos, los medicamentos, los agroquímicos u otros factores que pueden desmejorar las condiciones de calidad de los alimentos.

De tal forma, podemos definir *alimento* como aquella materia prima o elaborada que aporta al organismo los elementos y energía necesaria para el desarrollo de los procesos biológicos del hombre, satisfaciendo sus necesidades biológicas y proveyendo a su bienestar físico y psíquico.

La seguridad alimentaria requiere de un mecanismo fácil, ágil y dinámico para promover el control, la identificación y el cuidado de los alimentos. Es importante contar con profesionales técnicos y niveles jerárquicos del sector privado que sean interdisciplinarios, altamente capacitados y comprometidos con sus funciones, planificando y gestionando controles y calidad.

Un componente fundamental es la trazabilidad, definida como un sistema mediante el cual los productores establecen y mantienen procedimientos documentados para identificar permanentemente el producto desde su origen, proceso (incluyendo producción, industrialización, almacenamiento, distribución y comercialización) de manera que en cualquiera de estas etapas pueda conocerse en forma rápida y segura desde el origen de la materia prima hasta la llegada al consumidor.

Según el *Codex Alimentarius*, «trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapa(s) especificada(s) de la producción, transformación y distribución» (p. 56). Para este concepto es inherente la necesidad de poder identificar cualquier producto dentro de la empresa, desde la adquisición de las materias primas o mercancías de entrada –a lo largo de las actividades de producción, transformación y/o distribución que desarrolle–, hasta el momento en que el operador realice su entrega al siguiente eslabón en la cadena, lo que ayuda a encontrar posibles puntos frágiles que vulneran la seguridad en el consumo.

La finalidad de la trazabilidad es mejorar la eficacia del sistema de control de la inocuidad de los alimentos a lo largo de la cadena alimentaria.

Un instrumento para mejorar la trazabilidad es el empleo de memorándums de entendimiento activos entre las partes, que acuerdan equivalencias entre los destinatarios o compradores y los exportadores o elaboradores de alimentos.

La bromatología moderna exige aplicar sistemas de prevención y registros en la producción, comercialización y posventa adecuada para garantizar la salud del consumidor, aplicando sistemas de aseguramiento alimentario, como las buenas prácticas de manufactura (BPM) y el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (*hazard analysis and*

*critical control points*, HACCP), entre otras normas nacionales e internacionales que garanticen calidad, inocuidad y sanidad en los alimentos.

### 3.6.1. Normas de aplicación

Las normas de aplicación destinadas en materia de calidad, sanidad y nutrición de los alimentos están reglamentadas y aplicadas en los distintos niveles gubernamentales según corresponda su aplicación; partiendo de la Ley 18.284 (Código Alimentario Argentino), Decreto Reglamentario 2126/71, Anexos I y II; Ley 17.160 (Reglamento de inspección de productos, subproductos y derivados de origen animal), y su Decreto Reglamentario 4238/68 y 6326/72; Ley 18.189, Decreto Reglamentario 473/81, y toda ley nacional, provincial y municipal de aplicación que no se oponga a las establecidas en un nivel superior.

Además, son de aplicación las normas y resoluciones del grupo Mercado Común del Sur (MERCOSUR) y las leyes atinentes a la calidad, sanidad y nutrición de carnes y derivados (Ley 21.740, Ley 22.294, Ley 23.055, Decreto 1809/94, Resolución 1073/78 de la Junta Nacional de Carnes, Resolución 920/92 del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, entre otras). También deben tenerse en cuenta normas generales y especiales aplicables contenidas en la Ley 24.240 (Defensa del Consumidor), en la Ley 22.262 (Defensa de la Competencia) y en la Ley 22.802 (Lealtad Comercial).

En cuanto al *Codex Alimentarius*, este incluye normas tendientes a preservar la seguridad alimentaria, lo referido a buenas prácticas de manufactura (BPM) y recomendaciones para implementar los sistemas de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), y en el ámbito del MERCOSUR, a través de la Resolución 80/96, reglamenta la aplicación de BPM para establecimientos elaboradores de alimentos que comercialicen sus productos en el mercado común.

Los niveles de control en los productos alimenticios comprenden:

- Control interno, que asegura la calidad de sus productos y su grado de adecuación a las leyes y mercados nacionales e internacionales.
- Control oficial en cada uno de sus niveles –nacional, provincial y municipal–, con el objetivo de comprobar el cumplimiento de leyes y normas obligatorias, y garantizar la salud del consumidor.
- Control externo, realizado por entidades privadas especializadas y autorizadas por los organismos correspondientes, que certifique el cumplimiento de las leyes y normas propuestas por las industrias.

### 3. 6. 2. Seguridad y calidad alimentaria

Para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos se debe promover la aplicación de sistemas de seguridad con la intervención de entidades públicas y privadas, industrias alimenticias y organizaciones no gubernamentales. Se busca tomar todas las medidas higiénico-sanitarias y de manipulación de alimentos para garantizar la producción y comercialización de alimentos inocuos.

Las BPM representan procedimientos mínimos exigidos mientras que HACCP es un sistema de aseguramiento de la inocuidad y control de procesos, y requiere de las BPM como prerrequisitos básicos para su implementación.

En las BPM se establecen criterios de higiene y buenas prácticas, procedimientos para la manufactura de alimentos, criterios sobre los establecimientos elaboradores de alimentos, recomendaciones operativas y programas de capacitación y formación de operarios, con el objetivo de minimizar todos los riesgos de contaminación y alteración de los alimentos.

La aplicación de correctos procesos de elaboración e industrialización, la implementación de procedimientos con énfasis en la calidad y seguridad de los alimentos, y la capacitación para lograr mayor efectividad son herramientas útiles para el diseño y funcionamiento de las industrias y para el desarrollo de procesos y productos, que también contribuyen al aseguramiento de la calidad y son imprescindibles para la aplicación de HACCP, de un programa de gestión de la calidad total (*total quality management*, TQM) o sistemas de calidad ISO 9000 y siguientes.

Las BPM comprenden principios generales de las materias primas, condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos, abastecimiento de agua, higiene personal y educación de los manipuladores, requisitos sanitarios, almacenamiento de productos, transporte de sustancias alimenticias, controles en los procesos de producción, requisitos de higiene y saneamiento en las industrias (*sanitation standard operating procedures*, SSOPS), y documentación.

La calidad de la materia prima que se recibe en una planta productora de alimentos depende, de manera directa, del control que se haya ejercido sobre dichos alimentos en el campo. En la producción primaria surgen muchos peligros relacionados con la aplicación de productos químicos – como plaguicidas y productos veterinarios– que, si no se controlan, no es posible corregirlos en la planta procesadora. Si hay un buen control de la materia prima que se recibe –es decir, un buen control de los proveedores–, la planta estará en condiciones de rechazar aquella que no cumpla con los requisitos de inocuidad y de calidad establecidos; las materias primas son la base de las buenas prácticas. Se debe tener información de

la procedencia de las materias primas, que sean producidas en lugares donde no existan riesgos de contaminación, es decir, en ambientes cuidados, y con métodos de obtención acordes a buenas prácticas agrícolas y ganaderas, almacenadas en los locales de producción en forma adecuada y transportadas en vehículos acordes a los sistemas de producción.

En relación con las condiciones higiénico-sanitarias de establecimientos, el primer aspecto para tener en cuenta es la ubicación de las instalaciones. La ubicación debe considerar el entorno, que no debe influir de manera adversa en el proceso de manufactura. Las instalaciones deben ser diseñadas acorde a las actividades que se desarrollarán, ofreciendo condiciones apropiadas para los procesos de elaboración, industrialización y almacenamiento de materias primas y alimentos. Las actividades deben estar debidamente separadas de manera física o virtual –entendiendo como *virtual* la separación de espacios en ausencia de barreras físicas–, los edificios y las instalaciones deben diseñarse de tal forma que faciliten las operaciones de manera higiénica y el flujo ordenado del proceso.

El abastecimiento de agua es esencial. Debe ser abundante y potable, con presión y temperatura adecuada, y controles de calidad periódicos. Los efluentes y aguas residuales deben ser tratados con sistemas adecuados, con buen funcionamiento y diseñados según los requerimientos de la industria.

La higiene personal y educación de los manipuladores es otro elemento esencial. Las personas que cosechan, manipulan, almacenan, transportan, procesan o preparan alimentos muchas veces son responsables por su contaminación. Todo manipulador puede transferir patógenos a cualquier tipo de alimento, pero eso puede ser evitado por medio de higiene personal, comportamiento y manipulación adecuados. La libreta sanitaria contempla estudios médicos periódicos de los manipuladores de alimentos, que incluyen examen físico, de sangre y de materia fecal y radiografías, entre otros; además de educación y entrenamientos en cuestiones de higiene y seguridad alimentaria.

Los individuos involucrados en el procesamiento de alimentos deben ser entrenados y concientizados sobre la importancia de la manipulación higiénica y de las buenas prácticas de manufactura mediante cursos con programas oficiales.

Los requisitos sanitarios incluyen servicios de higiene adecuados para el personal, retretes de diseño higiénico apropiado y vestuarios adecuados. Deben facilitar todos los procedimientos de saneamiento y evitar la contaminación de los alimentos, por ejemplo, a causa de fragmentos de metales, desprendimiento de yeso, residuos y productos químicos.

Los establecimientos deben proveer instalaciones adecuadas para el almacenamiento de alimentos, materias primas y productos químicos.

Deben diseñarse y construirse con el objetivo de permitir el mantenimiento y limpieza adecuados, evitar el acceso de plagas y la nidación, permitir que se proteja el alimento de modo eficaz, proporcionar un ambiente que minimice el deterioro de los alimentos (por ejemplo, a través del control de temperatura y humedad). El tipo de instalación necesaria para el almacenamiento dependerá de la naturaleza de lo almacenado.

Otro aspecto de interés es el transporte de sustancias alimenticias. Las medidas adoptadas durante el transporte tienen como objetivo proteger los alimentos contra fuentes potenciales de contaminación y de daños capaces de hacer que el producto se vuelva impropio para el consumo. El tipo de vehículo o de recipiente exigido depende de la naturaleza del alimento y de las condiciones en que se transporta. Debe haber especial cuidado con la conservación de la temperatura, humedad, así como con el control de otras condiciones, para proteger el alimento contra el crecimiento microbiano perjudicial o indeseable y el deterioro que podría volver al producto inapropiado para el consumo. Los productos refrigerados deben transportarse a 4 °C o menos, y deben controlarse durante el transporte. Los productos congelados deben mantenerse a -18 °C, tolerándose hasta -12 °C. Se debe contar con un programa que demuestre que los medios de transporte han sido sometidos a una limpieza y un saneamiento eficaces.

Los controles en los procesos de producción se refieren a las condiciones que deben prevalecer durante la elaboración de los alimentos. Todo el proceso de manufactura de alimentos, incluyendo el empaque y el almacenamiento, debe hacerse en condiciones tales que se reduzca al mínimo la posibilidad de crecimiento de microorganismos y de contaminación de los alimentos. Esto se puede lograr monitoreando algunos parámetros físicos como el tiempo, la temperatura, la humedad, la actividad de agua ( $a_w$ ), el pH, la presión y la velocidad de flujo, entre otros. De estos controles, los más usuales son el control de la temperatura y el control del tiempo, que se aplican en operaciones como la cocción, el enfriamiento, la elaboración y el almacenamiento, para evitar que los alimentos se conviertan en vehículo transmisor de enfermedades y también para evitar su deterioro.

Esto implica tener personal capacitado y disponer de instrumentos de medición calibrados, llevando los registros que demuestren que las operaciones se están supervisando con la frecuencia debida. Ejemplos de operaciones más frecuentes son la refrigeración, la congelación, los tratamientos térmicos, la desecación, la concentración, la acidificación y la preservación por medios químicos.

Los requisitos de higiene y saneamiento en las industrias (SSOPs) son descripciones de tareas específicas relacionadas con limpieza y

sanitización que deben llevarse a cabo para cumplir un propósito en forma exitosa. Se desarrollan mediante un enfoque sistemático y análisis cuidadoso de un trabajo específico de sanitización, y se plantean de tal forma que los peligros que afectan a los alimentos se minimizan o eliminan.

Una manera segura y eficiente de llevar a cabo esas tareas es poniendo en práctica los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES), una derivación de la denominación en idioma inglés de *sanitation standard operating procedures* (SSOP), con sus manuales –preoperacional, operacional y posoperacional– de sanitización vigentes, de acuerdo con las características de sus instalaciones, equipo y personal.

El manejo integrado de plagas (MIP), por su parte, incluye los pájaros, numerosas especies de insectos (como cucarachas, escarabajos, moscas y polillas), perros, gatos y varios tipos de roedores.

La inspección de las materias primas recibidas y la supervisión adecuada pueden minimizar la probabilidad de infestación y, de esa manera, limitar la necesidad del uso de pesticidas. Las instalaciones deben mantenerse en buenas condiciones de conservación, principalmente, donde haya provisión de alimentos. Los orificios, drenajes y otros lugares donde las plagas pueden tener acceso, deben permanecer cerrados. Los tejidos de alambre colocados en ventanas, puertas y extractores abiertos reducen la probabilidad de entrada de plagas.

Las plagas deben ser erradicadas inmediatamente. El tratamiento con agentes químicos, físicos o biológicos debe hacerse sin que represente una amenaza a la inocuidad del alimento. El programa de control de plagas debe ser amplio y basado en la filosofía de manejo integrado. Los registros sirven como parte de la documentación esencial.

Toda la documentación debe ser almacenada, incluyendo el registro del procesamiento, producción y distribución del producto por un período que exceda su tiempo de vida útil. La documentación es la evidencia objetiva del funcionamiento del sistema y aumenta la credibilidad y la efectividad de control de la inocuidad del alimento. Los registros deben ser legibles y permanentes y deben reflejar con precisión el resultado, la condición o la actividad real.

Finalmente, la verificación es la aplicación de métodos, procedimientos, pruebas y auditoría para evaluar las BPM. Puede ser hecha por funcionarios entrenados, personal externo, organizaciones gubernamentales, servicios de auditoría, organizaciones privadas, laboratorios de control de calidad, asociaciones de empresarios, asociaciones de consumidores, compradores, autoridades de países importadores y miembros del equipo HACCP.

La verificación se hace por medio de análisis de las BPM, las BPA (buenas prácticas agrícolas) y sus registros, evaluando su funcionamiento,

con observaciones y certificaciones que garanticen estos controles, calibración de equipos de medición, pruebas de laboratorio, evaluación de proveedores, control de plagas, procedimientos de limpieza y desinfección, entre otros. La documentación es importante para la rastreabilidad del producto y para otorgarle credibilidad al sistema de control de inocuidad implementado por la empresa.

Los análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP), por su parte, son diseñados para controlar el proceso de producción y se basan en principios y conceptos preventivos. Es posible aplicar medidas que garanticen un control eficiente por medio de la identificación de puntos o etapas donde se puede controlar el peligro. Los peligros pueden ser de origen físico, químico o biológico. Este sistema tiene base científica, es sistemático y garantiza la inocuidad del alimento. Su implementación reduce la necesidad de inspección y el análisis de productos finales.

El sistema HACCP permite identificar los peligros específicos y aplicar medidas preventivas para su control. Incluye ciertas líneas de trabajo:

- Identificar los posibles peligros en todas las fases de la producción, elaboración, fabricación y distribución, hasta el consumidor. Evaluar la posibilidad de que se produzca el peligro e identificar medidas preventivas para su control. Se necesita hacer un listado o diagrama de flujo para detectar los posibles riesgos significativos y descubrir las medidas preventivas. Se enumeran todos los peligros –físicos, químicos y biológicos– que pueden aparecer en cada fase y qué medidas se pueden aplicar para controlarlos.
- Determinar los puntos críticos de control (PCC): procedimientos, fases, operaciones que pueden controlarse para eliminar los peligros o reducir al mínimo la probabilidad de que ocurran. Definimos cómo se puede controlar ese PCC. La determinación de ese PCC en el sistema HACCP se realiza aplicando un árbol de decisiones que ayuda a determinar si una fase o proceso en particular es un PCC para un peligro determinado.
- Establecer los límites críticos en cada uno de los PCC identificados, de manera que aseguren que dichos puntos están bajo control. Estos límites críticos son los niveles de tolerancia prescritos que no deben superarse para que el PCC esté efectivamente controlado.
- Establecer un sistema de vigilancia para asegurar el control del PCC mediante ensayos u observaciones programadas. Es una medición u observación programada en relación con los límites críticos. Los procedimientos de vigilancia deben ser capaces de detectar una pérdida de control.

- Establecer medidas correctivas, estas sirven para adaptarse cuando la vigilancia o el monitoreo indiquen que un determinado PCC no está bajo control o que existe una desviación de un límite crítico establecido. Las medidas correctivas deben contemplar cuál será el destino del producto rechazado, corregir la causa de ese rechazo y tener todo nuevamente bajo control, llevando el registro de las medidas correctivas que se han tomado.
- Establecer procedimientos de verificación, como ensayos o procedimientos complementarios, para comprobar que el sistema HACCP está funcionando correctamente.
- Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación. Establecer un sistema de registros disponibles para su certificación y auditorías. Deben estar incluidas todas sus fases, quedando documentado en el manual de HACCP. Deben constar todos los datos, operaciones, mediciones, muestreo, monitoreos, documentos, análisis, etcétera, que en el manual se especifica, además de registros de ingredientes, materias primas, inocuidad del producto, elaboración, tecnologías, envasado, almacenamiento, distribución, desviaciones y modificaciones introducidas al HACCP.

El HACCP incluye un flujograma para describir el proceso, así como una ilustración esquemática de las instalaciones que ayuda a comprender y evaluar el flujo del producto y del proceso. La capacitación debe estar orientada a todo el personal, incluyendo los conocimientos de los procesos, controles de calidad, tecnología, manejos y saneamiento, entre otros.

Una secuencia lógica para la aplicación del plan HACCP (12 pasos) sería:

- Formar el equipo HACCP.
- Describir el producto.
- Identificar su uso esperado.
- Describir el proceso y construir el flujograma de producción.
- Verificar el flujograma en el lugar.
- Relacionar todos los peligros potenciales asociados a cada etapa del proceso, hasta el consumo del alimento.
- Determinar los PCC.
- Establecer los límites críticos para cada PCC.
- Establecer un sistema de monitoreo para cada PCC.
- Establecer acciones correctivas para los desvíos que ocurran.
- Establecer los procedimientos de verificación.
- Establecer el registro y la documentación apropiados.

El esquema de BPM y HACCP incluye, desde el sector público, el desarrollo de sistemas de auditorías en reemplazo de la inspección tradicional. Se basa en dos principios básicos:

- El establecimiento productor es el principal responsable por la inocuidad de sus productos.
- El productor debe disponer de un sistema de registro de los diversos aspectos del proceso industrial, capaz de demostrar con evidencias, hechos o pruebas que sus productos no presentan riesgos significativos a los consumidores. Los costos de la prueba corresponden solamente al productor.

Los actuales procedimientos de auditoría oficial, fundados en principios del sistema HACCP, deben contemplar, siempre que fuera posible, los siguientes aspectos:

- La auditoría de los procesos de producción.
- El desarrollo de diligencias para comprobar la veracidad de las informaciones obtenidas durante la auditoría.
- La aplicación de cálculos matemáticos para asegurar que los aditivos, coadyuvantes tecnológicos, parámetros de control de puntos críticos y otros se están aplicando según los límites impuestos por la legislación.
- La evaluación de resultados microbiológicos y fisicoquímicos de muestras de los productos.
- La revisión de los registros.
- El análisis de los resultados de la auditoría, de las informaciones obtenidas por medio de los procedimientos ejecutados y el informe final (OPS. Auditorias. 2012).

De conformidad con la norma ISO 19 011 (2002), *auditoría* es un proceso sistemático, independiente y documentado para lograr evidencias y evaluarlas objetivamente con el propósito de determinar el grado de cumplimiento de los criterios de la misma (Resoluciones MERCOSUR, 1992). Por otro lado, la American Society for Quality Control define auditoría como «evaluación planificada, independiente y documentada para determinar el cumplimiento de los requisitos preestablecidos» (*Codex Alimentarius*, citado por Comité sobre Sistemas de Inspección y Certificación de Importaciones y Exportaciones de Alimentos, 2005).

Las auditorías generalmente tienen uno o más de los siguientes objetivos: verificar si el plan escrito fue elaborado con base científica; determinar la conformidad o no conformidad de los elementos del Sistema HACCP; verificar y evaluar la eficacia del sistema; proporcionar a la empresa auditada una oportunidad para evaluación interna y permanente

superación del sistema; atender a los requisitos de la legislación vigente; evaluar si el sistema implementado garantiza la inocuidad de los alimentos incluidos en el plan; identificación de la necesidad de entrenamiento del personal; determinación de la eficacia de las actividades de vigilancia sanitaria y de las acciones de garantía de calidad; verificación de la calidad de productos y servicios.

---

### **Puntos destacados 12**

---

Alimento es toda aquella materia prima o elaborada que aporta al organismo los elementos y energía necesaria para el desarrollo de los procesos biológicos del hombre, satisfaciendo sus necesidades biológicas y contribuyendo a su bienestar físico y psíquico.

Dentro de la seguridad alimentaria es importante la trazabilidad, definida como un sistema mediante el cual los productores establecen y mantienen procedimientos documentados para identificar permanentemente el producto desde su origen y durante su proceso (incluyendo producción, industrialización, almacenamiento, distribución y comercialización).

La bromatología moderna exige aplicar sistemas de prevención y registros en la producción, como las buenas prácticas de manufactura (BPM) y el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP). En las BPM se establecen criterios de higiene y buenas prácticas, procedimientos para la manufactura de alimentos, criterios sobre los establecimientos elaboradores de alimentos, recomendaciones operativas y programas de capacitación y formación de operarios tendientes a minimizar todos los riesgos de contaminación y alteración de los alimentos. Mientras que el HACCP es un sistema de aseguramiento de la inocuidad y control de procesos y requiere de las BPM como prerequisites básicos para su implementación. Los análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) son diseñados para controlar el proceso de producción y se basan en principios y conceptos preventivos. Es un sistema que permite identificar los peligros específicos y aplicar medidas preventivas para su control.

Los requisitos de higiene y saneamiento en las industrias (SSOPS) son descripciones de tareas específicas relacionadas con limpieza y sanitización que deben llevarse a cabo poniendo en práctica los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (POES), así como el manejo integrado de plagas (MIP). Finalmente, la auditoría se define como la evaluación planificada, independiente y documentada para determinar el cumplimiento de los requisitos preestablecidos.

La legislación básica de apoyo incluye la Ley 18.284 (Código Alimentario Argentino), Decreto Reglamentario 2126/71, Anexos I y II; Ley 17.160

(Reglamento de inspección de productos, subproductos y derivados de origen animal), y su Decreto Reglamentario 4238/68 y 6326/72; Ley 18.189, Decreto Reglamentario 473/81, y toda ley nacional, provincial y municipal de aplicación que no se oponga a las establecidas en un nivel superior, así como son de aplicación las normas y resoluciones del grupo Mercado Común del Sur, MERCOSUR.

---

### **3.7. Gerencia en SPVET**

A lo largo de este manual hemos desarrollado conceptos básicos de epidemiología, incluyendo análisis de riesgos, incidencia y prevalencia de enfermedades, vigilancia epidemiológica, zoonosis, enfermedades transmitidas por alimentos, bromatología y Una Salud. Todos son insumos que deben considerarse al momento de desarrollar conceptos básicos de gerencia y, especialmente, seleccionar las actividades prioritarias que debe desarrollar un servicio.

No es objetivo de este manual desarrollar conceptos globales de gerencia, sino dar ideas generales para servicios basados en salud pública veterinaria (SPVET).

La mayor proporción de los servicios de SPVET están incluidos dentro de la organización sanitaria de las provincias o de la Nación. Normalmente, su principal actividad está vinculada a los programas de vigilancia y control de zoonosis, trabajando con mayor o menor coordinación e integración con servicios de control de vectores, con las áreas de epidemiología y con los servicios de bromatología de dichos ministerios, todos estos, servicios o áreas oficiales que pueden contar con veterinarios en su composición.

En los municipios la organización es similar, con áreas dedicadas a zoonosis y tenencia responsable, y áreas de bromatología. Normalmente, a nivel municipal, ambas áreas están desvinculadas entre sí, aunque cuenten con veterinarios en su composición.

De tal forma, estos servicios de SPVET –o con veterinarios en su composición– son parte de estructuras de salud que administran redes de hospitales y centros de salud con sus complejidades crecientes, programas históricos (como los de maternidad e infancia, e inmunizaciones). Programas de desarrollo más reciente (como los de enfermedades crónicas no trasmisibles) proveen medicamentos a la población vulnerable, financian diálisis renal y otros tratamientos de alta complejidad y alto costo –como cáncer y enfermedades cardiovasculares, entre otros–, y que, además, son administradas o responden prioritariamente a criterios médicos para la priorización de la asignación del gasto y de los recursos humanos.

A nivel municipal, habitualmente, este esquema es similar. Por ende, los servicios de SPVET no suelen estar ubicados dentro de las prioridades que deben atender los decisores del sistema de salud.

A partir de ese contexto desfavorable, algunas consideraciones pueden ser definidas como prioritarias en la gerencia: visibilidad, evaluación del contexto político, administración de recursos humanos, estimulación del trabajo en equipo y capacitación.

En cuanto a la visibilidad, la gerencia del servicio de SPVET tiene como primer objetivo ganar espacio político, técnico y de financiamiento dentro del sistema de salud. Su capacidad para seleccionar áreas de trabajo de alto impacto sanitario por su número de casos o gravedad o impacto económico constituirá una de sus principales herramientas gerenciales para ocupar espacios visibles y establecer vínculos fluidos con las autoridades institucionales. Por el contrario, desarrollar programas de origen veterinario, pero sin correlato con impacto sanitario (por ejemplo, programas de acción en zoonosis de muy baja prevalencia o gravedad) limita la integración del servicio en la agenda de salud. Como un criterio asociado, el servicio de SPVET debe ser un instrumento para generar soluciones dentro del sistema, que puedan ser visualizadas por directores de hospital y autoridades, siendo los conflictos administrados adentro del servicio.

Respecto a la evaluación del contexto político, los cargos gerenciales en SPVET pueden ser de naturaleza política (susceptibles a modificaciones con los cambios de gobierno) o de naturaleza técnica (personal de la planta permanente de la institución). Generalmente, en cualquiera de las dos situaciones, por el nivel de exposición que otorga la gerencia de programas de alto valor sanitario, o su visibilidad pública, el gerente de SPVET debe administrar en una práctica técnico-política, considerando el impacto político institucional de sus decisiones junto al impacto sanitario de las mismas, en un equilibrio no exento de dificultades. Por ejemplo, el hallazgo de contaminación en balnearios o en fuentes de agua potable tiene un importante sentido preventivo para la salud de la población, pero probablemente generará un alto impacto negativo en el Gobierno.

Un ejemplo de desarrollo gerencial en SPVET se aplicó en la provincia de Río Negro. En 1986, con la llegada de la democracia, áreas afines como bromatología, zoonosis y saneamiento ambiental generaron una organización denominada Salud Ambiental, que permitió integrar en el nivel central del Ministerio de Salud un equipo multidisciplinario con veterinarios, técnicos en saneamiento ambiental, ingenieros sanitarios, bromatólogos y bioquímicos o licenciados en Química; conformando además equipos en cada zona sanitaria, también multidisciplinarios,

responsables de la ejecución de todas las acciones de campo (incluyendo control de hidatidosis, control de la enfermedad de Chagas, estudio de brotes de ETA, habilitación y control de industrias de la alimentación, control de agua de bebida, control de natatorios, fiscalización de equipos de rayos X y de residuos biopatogénicos, entre otros).

Esta complejidad y amplitud de acciones permitió una mayor inserción técnico-política en la discusión por los recursos financieros y por los recursos humanos, y un mejor aprovechamiento de los recursos económicos (incluyendo recursos de generación propia, por arancelamiento de servicios a la industria de la alimentación y a los generadores de residuos biopatogénicos, y fondos de rentas generales de la provincia) y de personal propios (pocas personas para desarrollar muchos temas).

La creación de una residencia/especialidad en SPVET con capacidad de formación de recursos humanos –tanto para el ingreso de futuros egresados, como por la capacitación de los instructores–, y la capacitación continua llevada adelante mediante vinculaciones con servicios nacionales e internacionales altamente calificados (Instituto Malbrán, Centro Panamericano de Zoonosis, Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis, entre otros), complementó el desarrollo gerencial.

De tal forma, el volumen operativo, la amplitud de abordajes, las fluidas relaciones interinstitucionales con el personal de conducción del ministerio y las direcciones de hospital, y la visibilidad alcanzada en los medios de difusión permitió ocupar un espacio importante en la agenda del Ministerio de Salud, primer y vital paso de la gerencia de servicios de SPVET.

En cuanto a la administración de recursos humanos, a diferencia de servicios en la actividad privada, los recursos humanos en servicios públicos implican la imposibilidad general de efectuar grandes ajustes a la planta de personal. Ya sea incorporación de nuevos profesionales o salida de aquellos que no se integran ampliamente al equipo de trabajo. Por ende, uno de los desafíos más importantes del gerente es lograr del personal los mayores niveles de colaboración posibles.

Esto requiere conocer las capacidades y debilidades de cada miembro del equipo, asignando las tareas en función de ese diagnóstico. Hay personal altamente capacitado y autosuficiente que, a partir de la consigna, desarrolla sus tareas, mientras que otros requieren de mayor seguimiento e incluso de instrucciones o asignaciones diarias de la tarea.

Algunas organizaciones como el Servicio Nacional de Sanidad Agroalimentaria cuentan con una organización vertical y un conjunto de normas de cumplimiento obligatorio que asegura que todo el personal desarrollará su tarea con sujeción a las órdenes y a esas normas; resultan estructuras que pueden ser eficientes, aunque carecen de plasticidad para la adaptación a nuevos problemas o situaciones (la adaptación

normativa puede llevar décadas). Los servicios de salud, por sus características, no pueden funcionar con esta lógica vertical; hay menos apego a las normas y mayor plasticidad para enfrentar cada situación sanitaria de acuerdo con las personas afectadas y sus necesidades personales, económicas o de salud.

En cuanto a la estimulación al trabajo en equipo, se puede lograr fomentando reuniones y discusiones en las que las decisiones finales surjan del consenso o luego de escuchar las opiniones de todos, favoreciendo la productividad y el sentido de pertenencia a un equipo. El rol del gerente en ese sentido es vital, promoviendo la satisfacción laboral del personal en un ambiente profesional constructivo.

Finalmente, en cuanto a la capacitación, como se ha señalado, la formación continua del equipo contribuye a un más eficiente desarrollo de las tareas y, además, a valorar el sentido de pertenencia a un equipo jerarquizado y respetado por la calidad de sus respuestas técnicas en el contexto adverso que puede presentarse en salud pública.

### **3.7.1. Priorización de actividades en SPVET**

Como se ha señalado, quien gerencia un equipo de SPVET debe ser preciso en la selección de los programas de trabajo. Enfermedades con escaso número de casos y en ausencia de gravedad, traducidos en un riesgo atribuible poblacional bajo, no deberían ser objeto de actividades en el marco de servicios de salud (quizás sí, en el marco de institutos de investigación o universidades).

Los criterios para definir las actividades prioritarias incluyen: magnitud, gravedad del daño, vulnerabilidad, tendencia, impacto y legislación.

Respecto a la magnitud, evidentemente, el primer elemento a considerar es el número de casos, expresado como cifra absoluta o como tasa de incidencia. La información surge normalmente de la notificación médica de casos o eventos, aunque eventualmente, puede recurrirse a estudios transversales para tener una mayor comprensión de la magnitud de daño. Normalmente, cuando la enfermedad tiene una magnitud elevada, el programa se instala con facilidad en la agenda de salud y su ejecución puede ser más fluida. Un ejemplo puede ser la aparición de epidemias de dengue en el norte de la Argentina, la enfermedad de Chagas en la provincia de Santiago del Estero, equinocosis quística en Chubut o COVID-19 en el mundo entero.

En cuanto a la gravedad del daño, hay enfermedades endémicas que se presentan con muy pocos casos cada año; sin embargo, los mismos pueden ser graves, con alta letalidad o secuelas graves y, por ende, su control es prioritario. También, estos casos suelen estar identificados por los

servicios de vigilancia a partir de la notificación médica. Un ejemplo de ello es síndrome pulmonar por hantavirus en la cordillera andino-patagónica (a excepción de la aparición esporádica de brotes por transmisión interhumana) o síndrome urémico hemolítico en casi todo el país.

La vulnerabilidad se refiere a la existencia de instrumentos que permitan atacar el problema con éxito en alguno de los eslabones de la cadena epidemiológica. Indefectiblemente se asocia a la existencia de lo que llamamos *herramientas listas para el control*, científicamente validadas. Por ejemplo, existen producción científica y programas exitosos que demuestran que la vacunación canina contra la rabia permite eliminar la transmisión de virus rábico variante calle (o sea, hay una herramienta válida, la vacuna, que cierra la puerta de entrada del virus rábico al perro y permite alcanzar la eliminación de la enfermedad). En otras enfermedades en las que pueden existir casos, las herramientas de control no están específicamente desarrolladas (por ejemplo, en el síndrome pulmonar por hantavirus no existe una herramienta específica que aplicar –como vacuna, medicamento o la posibilidad de exterminio de roedores–, a excepción de la educación sanitaria, que puede ser exitosa, pero no es una herramienta de control en el sentido estricto. También pueden existir herramientas no validadas científicamente para eliminar la transmisión (por ejemplo, en leptospirosis en personas, no epidémica, la vacunación canina masiva no es un recurso validado como útil). En este sentido, el gerente de SPVET debe acceder a literatura científica y experiencias que demuestren que los recursos humanos y económicos que se van a implicar van a producir una disminución en la frecuencia de la enfermedad.

En cuanto a la tendencia, quien está a cargo de un servicio debe estar al tanto de la potencialidad de un problema –o sea de la tendencia de una enfermedad–, en función estricta de lo que le aporta el sistema de vigilancia, y actuar en consecuencia. Por ejemplo, en áreas que eran libres de *Aedes aegypti* o de leishmaniasis, los sistemas de vigilancia pueden detectar el riesgo de su introducción o de su expansión y requerir estrategias de control en consecuencia. La observación de la tendencia requiere de sistemas de vigilancia activos que permitan detectar casos.

Respecto al impacto, en términos de salud, el concepto se analiza como costo/impacto, o sea el impacto social que la inversión en acciones de control va a tener en el estado de salud de la población, observable en la disminución esperada de casos o muertos; como hemos señalado, el impacto será nulo si volcamos esfuerzos a enfermedades que no tienen casos. El termino costo/beneficio no se aplica en salud (o no se debería aplicar) porque implica las ganancias económicas que se van a obtener en función de la inversión en programas de control, por eso es

más aplicable en producción animal y enfermedades del ganado (por ejemplo, control de fiebre aftosa que genera mayor producción de carne, mejores valores de comercialización, etcétera).

Finalmente, en cuanto a la legislación, existen acciones no directamente ligadas al control de una enfermedad, sino que se basan en la existencia de legislación que debe ser cumplida. Un ejemplo de ello es el manejo del Código Alimentario Argentino, con su correspondiente obligación legal de registrar fábricas de alimentos y sus productos. Algunas de estas tareas conllevan la necesidad de un gran aparato administrativo para el cumplimiento de lo legalmente establecido, lo que es estrictamente necesario respetar por las implicancias judiciales que pueden producirse en la comercialización de productos alimenticios. Pero no debe perderse de vista, a nivel gerencial, que algunas de estas actividades restan capacidad operativa que podría ser dirigida a acciones de mayor costo/impacto. Igualmente, estos servicios pueden y deben incluir en los criterios de trabajo un modelo preventivo que justifique su actividad más allá del cumplimiento de leyes y decretos (baste recordar que la mayor proporción de casos de ETA provienen de la manipulación domiciliaria y no de fábricas habilitadas). Por ejemplo, utilizar criterios de riesgo para definir los establecimientos elaboradores que requerirán de mayores esfuerzos en la habilitación o la auditoría (¿hay algún tipo de establecimiento local proclive a generar brotes por fallas en el proceso industrial, como heladerías?), aplicar criterios de promoción de alimentos saludables en los productos a ser habilitados (como «Menos sal, más vida»). También hay que distinguir en el marco legislativo las diferencias entre leyes y decretos, que necesariamente deben ser cumplidos, de las normas y guías que tienen un perfil orientativo y pueden eventualmente ser ajustadas al nivel local en base a la epidemiología de la enfermedad en un territorio.

Lo expresado es una guía para priorizar los esfuerzos que se van a desarrollar en un área en la que los recursos son escasos y deberían ser asignados racionalmente para mejorar la salud de la población con base en los saberes y habilidades de la SPVET, evitando generar acciones que no estén basadas en criterios científicos validados, con base en lo que nos informan los servicios de vigilancia relacionados a la ocurrencia efectiva de casos en las personas y a la existencia de un riesgo atribuible poblacional que pueda ser cuantificado y disminuido con las acciones. Ocasionalmente, pueden desarrollarse acciones basadas en criterios de visibilidad, en la forma que hemos señalado, a los efectos de generar apoyos en los medios de comunicación, en la comunidad o en las autoridades, pero es una razón que debe ser ocasional y limitada, considerando que la visibilidad en ausencia de los criterios prioritarios señalados

puede generar una demanda creciente distorsionada que lleve a una continua inversión en tiempo y dinero hacia acciones que no deberían ser desarrolladas.

### 3. 7. 2. Principios generales del control de enfermedades

El objetivo central de una intervención sanitaria es controlar la enfermedad y, en última instancia, eliminarla como un problema de salud pública. Consideraremos las siguientes definiciones:

- *Control* es la reducción de la incidencia, prevalencia, morbilidad o mortalidad a un nivel localmente aceptable para la salud pública como resultado de esfuerzos deliberados, a los que denominamos *programa de control*. Se requieren medidas continuas en el tiempo para mantener la reducción alcanzada, aunque presupone que seguirán presentándose algunos casos nuevos. Un ejemplo de ello son los programas de control de la equinocosis quística en áreas continentales en los que, en principio, solo es posible disminuir la incidencia o el número de casos nuevos por la imposibilidad fáctica de eliminar al agente etiológico completamente (por problemas geográficos y de infraestructura para lograr coberturas suficientes, por la existencia de reservorios silvestres, entre otros factores).
- *Eliminación* es la reducción a cero de la incidencia de la enfermedad que, como resultado de esfuerzos deliberados, deja de considerarse un problema de salud pública. Se requieren medidas continuas, aunque ajustadas, para mantener el estado sanitario alcanzado. La eliminación presupone que no se presentaran casos nuevos. Un ejemplo son los programas de eliminación de la rabia transmitida por perros y gatos en los que se puede llevar la incidencia a cero, pero se mantienen en el ecosistema portadores de virus, como quirópteros, que no pueden ser eliminados.
- *Erradicación* es la reducción a cero permanente de la incidencia de infección como resultado de esfuerzos deliberados. Implica la desaparición del agente etiológico del territorio. Las medidas de control ya no son necesarias y son reemplazadas por sistemas de vigilancia. Por ejemplo, la erradicación de la equinocosis quística en islas como Tasmania o Nueva Zelanda, en donde se logró la desaparición del agente etiológico del territorio y no existen reservorios silvestres. Eventualmente puede hablarse de erradicación global de algunas enfermedades, como la viruela, cuando el agente etiológico deja de existir en todo el mundo y no existen reservorios silvestres (Larrieu y otros, 2019).

Se han definido cuatro etapas para la implementación de un programa de control o de erradicación (Gemell y otros, 1986):

- Preparación: incluye todos los pasos para la organización del programa y del sistema de vigilancia que lo acompañará, como capacitación del personal, definición de sistemas de registro, adquisición de insumos, elaboración de normas operativas, entre otros.
- Ataque: esta etapa comienza cuando se inicia la aplicación de la principal medida de control destinada a desestabilizar al agente etiológico. Por ejemplo, desparasitación de perros en programas de control de equinocosis, vacunación en control de rabia canina, fumigación de viviendas en programas de control de Chagas.
- Consolidación: cuando el programa ha logrado disminuir significativamente la dispersión del agente etiológico y disminuir la incidencia, se deben ajustar los esfuerzos para identificar y eliminar las fuentes restantes a través de un intenso sistema de vigilancia que permita localizar las áreas donde aún se mantienen focos de transmisión.
- Erradicación: si la transmisión ha cesado porque el agente etiológico se ha extinguido –lo que presupone la utilización de técnicas diagnósticas de alta especificidad para poder certificarlo–, se mantendrá la vigilancia para evitar su reintroducción.

De tal manera, la puesta en marcha de un programa de control requiere:

- Determinar el nivel inicial de endemidad en la población humana, desglosado por edad, y en los animales involucrados en el ciclo de la enfermedad, construyendo con la información mapas geográficos a la escala más pequeña posible.
- Definir el umbral de incidencia asumido para considerar la eliminación de la enfermedad como un problema de salud pública (programa de reducción de la morbilidad) o, si es posible, para la eliminación de la infección (programa de eliminación o de erradicación).
- Seleccionar las herramientas de control que se aplicarán –en función de la evidencia científica existente– y las herramientas de vigilancia para monitorear el impacto generado por el control a partir de la línea base establecida antes de la aplicación de las medidas de control. Para las herramientas seleccionadas, debe definirse con qué frecuencia y con qué nivel de cobertura se trabajará para mantener la prevalencia e intensidad de la infección por debajo de los niveles existentes antes del inicio del programa o para eliminar la enfermedad y, también, cuáles son los mejores

indicadores y herramientas de diagnóstico para evaluar el progreso del programa de control o eliminación.

- Definir el sistema de vigilancia que se utilizará si la transmisión se ha detenido.
- El efecto que se alcanzará con las medidas de control puede modelarse para evaluar el impacto que tendrán en la incidencia o la prevalencia.

Se han desarrollado múltiples modelos matemáticos para describir la dinámica de transmisión de diferentes agentes etiológicos. Para ser de uso práctico, los modelos deben poder predecir eventos futuros en función de la información básica existente. De tal manera, es posible utilizar dichos modelos para predecir el resultado de un programa de intervención (por ejemplo, el tratamiento antihelmíntico periódico de perros, la vacunación de ovejas o una combinación de dichos programas en el control de la equinococosis). Además, para que sean útiles y ampliamente aplicables, deben ser simples de entender, pero robustos bajo una variedad de sistemas diferentes. Los modelos también pueden desempeñar un papel importante en el diseño de opciones económicamente viables. Muchas áreas que son altamente endémicas para alguna enfermedad son pobres en recursos y tienen medios limitados para invertir en un costoso programa de control. Los modelos matemáticos de transmisión, combinados con modelos económicos, pueden proporcionar entonces soluciones rentables en tales contextos.

Con modelos matemáticos es posible definir el punto de ruptura de la dinámica de los agentes etiológicos, que se define por el conocimiento de su capacidad reproductiva, a la que se denomina  $R_0$ , en donde un valor  $=1$  se corresponde con un nivel endémico o de equilibrio; un valor  $>1$  implica una expansión de la enfermedad; y un valor  $<1$  implica llevar el agente a la extinción.

La estimación de la capacidad de reproducción varía en relación a diferentes agentes etiológicos. Durante los brotes de COVID-19, por ejemplo, se ha estimado que el  $R_0$  en ausencia de estrategias de intervención, podía alcanzar a 4 o 5, generando un modelo exponencial de contagios que, a partir de estrategias de mitigación, se lograba estabilizar en 1.2/1.4 con curvas de casos aplanadas, con el objetivo final de llevar al coronavirus a un  $R_0 < 1$  para alcanzar su eliminación en algún momento.

### 3. 8. Programación en salud

Todas las actividades desarrolladas regularmente por un servicio de SPVET o con fuertes componentes de SPVET deberían contar con un programa específico de trabajo que asegure la estrategia y el orden operativos (Thursfield, 1990; Lazo, 2015).

Podemos definir la programación como actividades realizadas mediante técnicas y procedimientos bien definidos, con propósitos y objetivos explicitados que deben ser alcanzados, cumplidos y evaluados en cierto tiempo, utilizando recursos humanos calificados y valorizados, y con un presupuesto que permita el desarrollo de las actividades.

Sin embargo, el esquema de programación debe estar contextualizado en el marco de un plan. Así, entendemos la planificación como un instrumento que permite la utilización racional de los recursos para alcanzar en la forma más efectiva y rápida los objetivos que se fijen.

Sin embargo, un plan de salud es mucho más que un esquema organizacional, o mucho más que la sumatoria de varios programas. Un plan de salud enmarca los criterios políticos que guían la acción de gobierno, donde los instrumentos seleccionados van a responder a las políticas públicas definidas como prioritarias por el Poder Ejecutivo.

La planificación en salud debería tener como finalidad la modificación de los determinantes sociales de la salud (entendiendo que estos son las condiciones sociales y económicas que influyen en las diferencias individuales y colectivas en el estado de salud y en los riesgos asociados a las condiciones de vida) con especial referencia a grupos vulnerables.

La planificación también incluye la atención a la salud para optimizar los servicios de salud y asegurar la accesibilidad de toda la población a una medicina integral, preventiva y de calidad.

La planificación está dirigida a alcanzar objetivos estratégicos; la programación, por su parte, busca definir y organizar criterios operacionales.

Un programa debe expresar con la máxima precisión posible la naturaleza de la actividad, su duración, recursos, tecnologías que van a utilizarse, costos y análisis de obstáculos que deben superarse.

Existen programas llamados normativos, verticales, que expresan y desarrollan en detalle la estrategia a aplicarse, con normas explícitas, generalmente, definidos en los niveles centrales de salud de la nación (por ejemplo, programa de inmunizaciones o de enfermedades de transmisión sexual), o internacionales en programas financiados por el Banco Mundial o el BID (por ejemplo, en enfermedades crónicas no transmisibles, ECNT).

A otros se los denomina programas locales (o programación local participativa), horizontales, construidos entre los integrantes de un equipo de salud y su comunidad, y destinados a organizar acciones

hacia el barrio en función de las prioridades que se hayan detectado, por ejemplo, en el marco del departamento de actividades para el área de un hospital o en un centro de atención primaria de la salud.

Hay muchos programas específicos en SPVET, tal como inocuidad de alimentos; control de zoonosis en general, o control de zoonosis específicas, tal como triquinosis o programa de vigilancia y prevención de ETA; o programa de control de la calidad del agua de bebida.

### **3. 8. 1. Componentes de un programa**

Los siguientes componentes son una guía general de ítems que pueden estar incluidos en un programa, total o parcialmente, dependiendo del ámbito organizacional, la estructura administrativa y la práctica histórica de programación del área:

- Marco conceptual.
- Población objetivo.
- Propósito.
- Objetivo general.
- Líneas de acción.
- Objetivos específicos.
- Metas.
- Actividades.
- Cronograma.
- Presupuesto.
- Normas técnicas y operativas.
- Evaluación.

El marco conceptual es la justificación, un programa debe incluir una introducción que describa los aspectos centrales del problema, la biología del agente etiológico objeto del programa, información cuantitativa en términos de cifras absolutas y tasas de incidencia, o prevalencia de la enfermedad objeto del programa, factores de riesgo asociados, distribución geográfica de la enfermedad y antecedentes de intentos de control. Esta información debe estar apoyada en evidencia científica y en bibliografía publicada. La información aquí volcada debe permitir a los decisores políticos no especialistas en el tema entender el problema que se pretende abordar. Es necesario analizar aspectos de factibilidad (si podemos hacerlo) y viabilidad (si nos dejarán hacerlo).

La población objetivo es la definición de quiénes son los grupos vulnerables que serán beneficiados con las acciones a desarrollar y/o los grupos humanos sobre los que recaerán las acciones de control. También llamada *población diana*.

El propósito es una definición amplia y general, una imagen, un deseo de lo que se quiere lograr con el programa. Se plantea en infinitivo. Son de aplicación los términos y definiciones de *control*, *erradicación* o *eliminación* para definir lo que se quiere alcanzar. Por ejemplo, controlar el ciclo parasitario de *Echinococcus granulosus* en la República Argentina, evitando la infección de los animales y la transmisión al hombre.

En cuanto al objetivo general, en muchos programas este término se utiliza indistintamente con el de propósito. El objetivo general indica a dónde queremos llegar desde la situación de partida definida al analizar el problema de salud, pero, a diferencia del propósito, no debería ser una expresión de deseos sino algo cumplible o alcanzable, o sea, viable.

Las líneas de acción definen qué vamos a hacer, identifican subprogramas, por ejemplo, en hidatidosis podrían incluir vigilancia epidemiológica, control, articulación interinstitucional, educación sanitaria, entre otros.

Los objetivos específicos también se plantean en infinitivo. Son de corto plazo. Deben ser verificables mediante indicadores o medidas, o en forma cualitativa. Cada línea de acción puede tener varios objetivos específicos. Por ejemplo, en hidatidosis, en la línea de acción de control, podrían incluir desparasitación canina sistemática con praziquantel al 80 % de los perros a la dosis de 5 mg/kg, con una frecuencia a definir en cada una de las áreas endémicas con base en la potencial capacidad de reinfección canina, y control veterinario del 100 % de la faena en mataderos habilitados en el orden provincial.

La meta es la cuantificación del objetivo específico, o sea que hay una meta para cada objetivo específico. En el objetivo anterior, la meta sería, por ejemplo, desparasitar en el año 153 000 perros y controlar la faena en los 15 mataderos provinciales. Una meta cuantificada facilita la elaboración del presupuesto, pues establece las necesidades de insumos.

Las actividades son el conjunto de tareas, combinadas, con criterio de eficiencia, secuencia lógica, cronológica y funcional con el fin de cumplir el objetivo fijado. Cada meta requiere de una actividad específica para cumplirla. Por ejemplo, para un objetivo general como asegurar el diagnóstico precoz y tratamiento oportuno de los casos de EQ, las actividades podrían ser: búsqueda activa de portadores asintomáticos mediante estudios masivos con ultrasonografía (US) en niños y grupos de riesgo; tratamiento de casos diagnosticados según normas nacionales de diagnóstico y tratamiento, incluyendo el uso de albendazol.

En cuanto al cronograma, el programa requiere uno que incluya todas las actividades previstas y las fechas estimadas de ejecución. Normalmente, se presenta en un cuadro en donde la primera columna son las actividades y las columnas siguientes los meses, de manera que sea

posible tildar el mes (o la semana) en que se prevé realizar cada actividad. Esto permite una rápida visualización de la lógica con la cual se encadenan cronológicamente las actividades.

Respecto al presupuesto, un programa requiere de fondos para su desarrollo. Se incluyen los gastos en bienes de consumo (papelería, planillas, insumos específicos, como vacunas o antiparasitarios) y los gastos en bienes de capital que pueden requerirse (computadoras, tabletas, ecógrafo). También pueden incluirse gastos en personal (horas extra, salarios de contratos especiales).

Las normas técnicas y operativas son anexos del programa. Las normas expresan el detalle de cómo se deben hacer las actividades. Por ejemplo, en un programa de control de rabia virus calle, qué vacuna se usará, cómo se la conserva, qué dosis, dónde se aplica, organización del operativo (casa por casa o puestos fijos), características del vacunador, equipos de sujeción y protección, etcétera.

En cuanto a la evaluación, todos los programas deben ser evaluados. Es inconcebible desarrollar programas sin una clara evaluación de sus resultados, considerando que incluyen inversiones económicas y de horas profesionales que podrían ser destinadas a otros de mayor interés. Los criterios básicos de evaluación incluyen:

- **Análisis de eficiencia:** es la relación que existe entre los recursos económicos destinados al programa y los objetivos alcanzados, implica análisis de costo-beneficio.
- **Eficacia:** mide los efectos del programa aplicado en el estado de salud de los individuos a los que está dirigido, implica análisis de costo-impacto.
- **Efectividad:** mide la relación entre los objetivos definidos en el programa y los objetivos alcanzados.

Así, esta evaluación nos da información sobre las consecuencias del programa sobre la población.

En primer lugar, se requiere una evaluación antes del inicio de las actividades para obtener la información básica, o línea de base, donde se explicita, por ejemplo, los datos de casos, o incidencia inicial, lo que permitirá medir la evolución de los indicadores con las acciones desarrolladas. En segundo lugar, se requiere una evaluación continua durante la ejecución del programa, incluyendo también indicadores de evolución de casos o incidencia (análisis de avances de meta), pero también una evolución de procesos que permita analizar la calidad de las acciones desplegadas. La evaluación final de impacto dará lugar al análisis global del programa, ajuste del proceso y reformulación del programa, si es necesario. En cualquier caso, instrumentar un programa sin contar

con información básica inicial y sin medir sus consecuencias debería ser considerado una mala praxis del servicio que lo lleva adelante.

### **3. 8. 2. Análisis de cobertura**

La coherencia de un programa se establece desde el momento en que se definen los objetivos específicos que incluyen la definición de la cobertura que queremos alcanzar.

La cobertura prevista define la posibilidad real de cortar la cadena epidemiológica con la actividad planteada.

Algunas campañas de vacunación para enfermedades inmunoprevenibles en niños exigen coberturas mínimas –por ejemplo, del 95 % en sarampión–, para asegurar la ausencia de casos. En otras, pueden bastar coberturas del 80 % para cortar la cadena de transmisión. Coberturas por debajo del 50 % significan, con seguridad, ausencia de resultados sanitarios a pesar del esfuerzo desplegado.

Determinar las coberturas de vacunación (número de vacunados/población) es esencial. Los indicadores se deben analizar en forma sistemática, oportuna y continua, identificando estrategias y acciones concretas que permitan ubicar poblaciones no vacunadas e implementar acciones orientadas a resolver el problema.

Para lograr inmunidad de rebaño es necesario que el nivel de cobertura poblacional sea elevado y homogéneo, de manera que la vacuna, además de proteger a la persona o animal, ejerza un efecto indirecto de barrera ante la circulación de los agentes infecciosos. Para entender esto debemos considerar que la ocurrencia de brotes o epidemias –o, mejor aún, que la posibilidad de que un huésped infectado transmita la enfermedad a un huésped susceptible– depende de las posibilidades de que ambos entren en contacto. Cuando el porcentaje de inmunes es elevado esta posibilidad se reduce y un portador no puede contactar a un susceptible. Así, la ocurrencia de enfermedad depende del equilibrio entre huéspedes susceptibles y huéspedes inmunes (por vacunación, por genética, por inmunidad pasiva).

Por eso el monitoreo de coberturas de vacunación debe incluir el análisis geográfico para determinar si se alcanzó el nivel requerido y, si no se logró, realizar las intervenciones para elevar y mantener las coberturas altas y geográficamente homogéneas.

Cuando el programa de vacunación es anual, a una dosis, y las coberturas son limitadas, aumenta sucesivamente el porcentaje de susceptibles. Si el primer año la cobertura es del 80 %, el 20 % restante permanece susceptible. Si este porcentaje de cobertura se mantiene anualmente, en poco tiempo el número de susceptibles en la población se aproxima al

número de niños o animales de una cohorte, lo que coloca a esa población en situación de riesgo de brote.

Si el programa de vacunación incluye más de una dosis, como la vacunación contra la equinocosis en ovinos, que requiere tres dosis iniciales en el primer año de vida, el problema de la cobertura se multiplica. Por ejemplo, una cobertura del 80 % en cada una de las dosis implica que solo el 51,2 % de los animales de esa cohorte estarán completamente vacunados ( $80 \times 80 \times 80$ ).

En el caso del uso de antiparasitarios para cortar la cadena epidemiológica de algunas enfermedades, el análisis de coberturas es también esencial. El punto de ruptura de la dinámica parasitaria se define por el conocimiento de la capacidad reproductiva del parásito ( $R_0$ ) en presencia de inmunidad adquirida, como un rasgo distintivo regulado por la densidad dependiente, donde  $R_0 > 1$  representa el estado estacionario endémico existente o el estado hiperendémico existente y  $R_0 < 1$  implica llevar el parásito a la extinción. Por ello, en campañas de control basadas en la desparasitación es esencial conocer la cobertura efectiva que permita llevar el parásito hacia la extinción logrando un efectivo control de la enfermedad.

Coberturas de vacunación o de desparasitación por debajo de los estándares definidos como necesarios para determinada enfermedad significan ausencia de impacto poblacional y despilfarro de fondos y de recursos humanos, y un engaño a la comunidad a la que están dirigidos.

### **3. 8. 3. Algunos aspectos del control de enfermedades**

Resulta claro, si revisamos todos los conceptos desarrollados a lo largo de este manual, que el control de enfermedades requiere ineludiblemente del uso de los conocimientos y formas de análisis de la epidemiología. De hecho, entendemos que es la principal aplicación de esta herramienta, en tanto nos dará un enfoque racional a la organización de las estrategias de control (Martin y otros, 1977).

La necesidad de desarrollar un programa de control (o de eliminación o erradicación) está asociada, en primer lugar, a la percepción de que la enfermedad produce pérdidas económicas mensurables y que estas son mayores a los costos de intentar su control (aplicable fundamentalmente a enfermedades de los animales), o produce daño mensurable a la salud de las personas y que los costos que demande un programa de control generaran un impacto positivo en la salud de la población.

No deberían desarrollarse programas que no sean costo-efectivos en términos de salud animal (costo-beneficio) o salud humana (costo-impacto).

En casi todos los casos, la organización de un programa de control requiere del mayor conocimiento posible de la cadena epidemiológica, en

especial de sus mecanismos de transmisión (fundamentalmente saber si es de transmisión directa por contacto, a través de un vehículo o a través de un vector) y de los reservorios y portadores sanos, pues en ellos se basa la persistencia de la enfermedad. Por ejemplo, si nos enfocamos en rabia canina y felina, un programa con alta cobertura de vacunación lleva a una rápida fase de eliminación por desaparición de huéspedes susceptibles y por ausencia de reservorios y portadores sanos en número importante; por el contrario, un programa contra la equinococosis quística basado en la desparasitación de perros llevará a una rápida disminución del número de perros portadores y probablemente, en consecuencia, a una disminución de la transmisión al hombre también en forma relativamente rápida, pero los ovinos infectados constituyen una biomasa de reservorios que persistirán en el campo durante muchos años posibilitando la recuperación de la parasitosis si hay un cese en la desparasitación.

También será de gran interés conocer los tiempos de incubación de la enfermedad, y el período prepatente, pues este conocimiento ayuda a establecer la frecuencia con la que deben aplicarse las medidas de control.

Así, el conocimiento de la epidemiología de una enfermedad permite establecer y ajustar las estrategias de control:

- ¿Es la enfermedad un problema de salud?
- ¿Es suficiente con disminuir el número de casos para que deje de ser la enfermedad un problema de salud?
- ¿Es necesario y posible hacer el esfuerzo de llevar la enfermedad a la eliminación o a la erradicación?

Hemos desarrollado en este capítulo los esquemas de programación que deben asegurarnos, con base en el conocimiento científico, que las acciones cumplen requisitos de suficiencia biológica y racionalidad económica, y que incluyen objetivos y metas concretas y medibles.

La decisión de montar un programa requiere de respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Tiene la enfermedad objeto de la intervención herramientas científicamente validadas para el control?
- ¿Cómo se espera que se comporte la enfermedad con la estrategia de ataque seleccionada?
- ¿Pueden construirse modelos matemáticos, predictivos del comportamiento de la enfermedad, con la estrategia seleccionada?
- ¿Existen herramientas de vigilancia que permitan medir la tendencia de la enfermedad y/o el impacto de las medidas implementadas con cierta sensibilidad?
- ¿Las acciones de control respetan el bienestar animal y el sentido ético que debe imperar en programas poblacionales?

Finalmente, dentro de las herramientas posibles de ser seleccionadas, podemos definir algunas de especial interés y/o uso:

- Control del medio ambiente: hemos visto que las enfermedades responden a la triada ecológica y que, por ende, los cambios en el ambiente producen aumento de ciertas enfermedades. Así, definido el rol del ambiente en la enfermedad que queremos controlar, podemos seleccionar estrategias plausibles de corrección. Por ejemplo, ante el cambio climático y la proliferación de *Aedes aegypti*, podemos impulsar programas de descacharrado para limitar los sitios de proliferación del vector; o ante el avance del hombre sobre áreas de roedores silvestres, con el consiguiente aumento de casos de hantavirus, podemos organizar estrategias de cerramiento de domicilios para evitar el ingreso de roedores.
- Disminución de huéspedes susceptibles: mediante programas masivos de inmunización, como en rabia canina o fiebre aftosa.
- Disminución de biomasa parasitaria: en ciertas enfermedades como toxocariasis o equinococosis en donde la disponibilidad de antiparasitarios permite disminuir la transmisión al hombre.
- Control químico: como por ejemplo la aplicación de pesticidas en enfermedades de transmisión vectorial como chagas o paludismo, o la desinfección de ambientes con agentes químicos en brotes de rotavirus.
- Cuarentena: separación física de individuos sanos de individuos infectados o potencialmente infectados (por ejemplo, en casos de síndrome pulmonar por hantavirus variedad *Andes* para evitar la transmisión de persona a persona).
- Sacrificio de animales: fundamentalmente, ante el ingreso o identificación en un territorio libre de animales infectados con un agente etiológico potencialmente peligroso para las personas o para la producción animal.
- Educación sanitaria: tendiente a modificar hábitos o promover conductas saludables.

---

### Puntos destacados 13

---

Los servicios de SPVET, o con veterinarios en su composición, son parte de estructuras de salud que administran redes de hospitales y centros de salud con sus complejidades crecientes y que, además, son administradas o responden prioritariamente a criterios médicos para la priorización de la asignación del gasto y de los recursos humanos.

Así, el gerente de SPVET debe proveer visibilidad al servicio para ganar espacio político, técnico y de financiamiento dentro del sistema

de salud. Similarmente, debe tener habilidades para la evaluación del contexto político y administrarse en una práctica técnico-política considerando en su toma de decisiones el impacto político institucional junto al impacto sanitario de las mismas. La administración de RR. HH., finalmente, requiere conocer las capacidades y debilidades de cada miembro del equipo, asignando las tareas en función de ese diagnóstico, además de estimular el trabajo en equipo.

Los criterios para definir las actividades prioritarias incluyen la magnitud dada por el número de casos o la incidencia; la gravedad dada por la letalidad de la enfermedad; vulnerabilidad, o sea la capacidad de cortar el ciclo de transmisión, lo que requiere de la existencia de herramientas listas para el control; tendencia de la enfermedad en el tiempo; impacto sanitario que tendrán las acciones y legislación que obligue al desarrollo de ciertas acciones.

Los servicios de SPVET deben administrar programas. La programación podemos definirla como actividades realizadas mediante técnicas y procedimientos bien definidos, con propósitos y objetivos explicitados y que deben ser alcanzados, cumplidos y evaluados en cierto tiempo, se enmarca en un plan de salud que define los criterios políticos que guían la acción de gobierno. Un programa incluye una introducción/marco teórico, la población objetivo, definición de propósitos, objetivos específicos, metas y actividades, presupuesto y cronograma de actividades. Requiere de una definición de línea base o evaluación inicial, evaluaciones de proceso y una evaluación final para ajustar acciones.

La coherencia de un programa se establece desde el momento en que se definen los objetivos específicos con la cobertura que queremos alcanzar y que define la posibilidad real de cortar la cadena epidemiológica con la actividad. Cuando las coberturas son limitadas, aumenta sucesivamente el porcentaje de susceptibles lo que coloca a la población en situación de riesgo.

---

### **3. 9. Intervenciones en SARS-COV-2 en el marco de Una Salud. Medidas para controlar la transmisión de la enfermedad**

Pablo Crowley

Universidad Nacional de Río Negro. Escuela de Veterinaria. Río Negro, Argentina.  
Ministerio de Salud. Coordinación Zonal de Salud Ambiental Zona Sanitaria II.  
Río Negro, Argentina.

Jose Luis Labanchi

Universidad Nacional de Río Negro. Escuela de Veterinaria. Río Negro, Argentina.  
Ministerio de Salud. Coordinación Zonal de Salud Ambiental Zona Sanitaria I.  
Río Negro, Argentina.

Guillermo Mujica

Ministerio de Salud. Supervisión de Salud Ambiental Zona Sanitaria IV.  
Río Negro, Argentina.

Gabriel Talmon

Ministerio de Salud. Coordinación Zonal de Salud Ambiental Zona Sanitaria II.  
Río Negro, Argentina.

En diciembre de 2019 se notificó una nueva infección por coronavirus (SARS-COV-2) en Wuhan, China, que se extendió muy rápidamente por China y varios países (Li y otros, 2020).

El virus ha causado entre diciembre de 2019 y abril de 2021 más de 150 millones de casos y más de 3 millones de muertes en todo el mundo, afectando, prácticamente, a la totalidad de los países y destruyendo la economía mundial. En abril de 2021, menos de una decena de países afirmaban no haber tenido casos durante la pandemia, principalmente, pequeñas naciones insulares remotas, como Kiribati o Tuvalu, o naciones con regímenes opacos, de cuyas cifras desconfía la comunidad internacional, como Corea del Norte o Turkmenistán.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) anunció el nombre de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) en febrero de 2020.

Los primeros estudios señalaron la posible transmisión de este virus desde el mercado de animales salvajes y del mercado de pescado de Wuhan indicando una posible transmisión original de animal a humano siendo por ende de origen zoonótico (Chang y otros, 2020). En tal sentido, se ha identificado al SARS-COV-2 como perteneciente al coronavirus, con un genoma 96,2% idéntico al BAT-COV, o coronavirus del murciélago, señalando a este como el huésped natural desde el cual

–a través de huéspedes intermediarios, como tortugas y pangolines, en los que se encontraron secuencias de proteínas similares– podrían haber pasado a los humanos (los murciélagos no se comercializaban en la feria donde se originó el brote) dando origen a la transmisión interhumana (Guo y otros, 2020).

En la Argentina el primer caso es notificado el 3 de marzo de 2020, correspondiendo a una persona recién llegada de Milán, Italia. En la provincia de Río Negro, por su parte, el primer caso es notificado en Viedma el 9 de marzo, siendo una paciente recién llegada de Madrid, España. Desde entonces, la propagación se extendió por prácticamente todo el país y, en el caso de la provincia de Río Negro, por varias regiones y localidades.

El director general de la OMS, doctor Tedros Adhanom Ghebreyesus, anunció el 11 de marzo de 2020 que la nueva enfermedad podía caracterizarse como una pandemia (Sohrabi y otros, 2020).

### 3.9.1. Epidemiología general

La transmisión y propagación de SARS-COV-2 –o COVID-19, como es habitualmente identificado– aún no está clara. El conocimiento actual se deriva principalmente de los mismos tipos de coronavirus, que se transmiten principalmente por fómites respiratorios de humano a humano. Sin embargo, contrario a lo que se creía en un comienzo, es poco común contagiarse de SARS-COV-2 entrando en contacto con una superficie contaminada, así como también durante un encuentro fugaz y al aire libre con personas que estén infectadas. En cambio, una de las circunstancias más comunes para los contagios serían los encuentros cara a cara y las interacciones entre personas durante períodos prolongados (Adhikari y otros, 2020).

Los escenarios donde el riesgo de contagio es alto son los eventos masivos, los espacios mal ventilados y los lugares donde la gente habla en voz alta o canta, o comparte elementos como botellas o mate.

El período de incubación asintomático para esta enfermedad es de aproximadamente 2 a 11 días ( $4,8 \pm 2,6$  días), notificando las primeras publicaciones una edad promedio de los casos de 55 a 59 años, rango de 2 a 82 años, con una mediana de edad en los muertos de 75 años para una tasa de mortalidad reportada entre el 2,3 % y el 11 %, dependiendo muchas veces de la capacidad de respuesta de los sistemas de salud (Adhikari y otros, 2020).

La capacidad básica de reproducción ( $R_0$ ) fue estimada entre 2,6 y 4,7, superior a la de la influenza y la de los otros coronavirus (Adhikari y otros, 2020; Zhao y otros, 2020).

Los anteriores brotes por coronavirus, como el coronavirus del síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS-COV) y el coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-COV) mostraron tasas más altas de mortalidad –37% y 10%, respectivamente–, aunque con menor capacidad de propagación.

Las definiciones de *caso sospechoso* se han ido modificando con el transcurrir de la epidemia. Para el 9 de junio de 2020, en la Argentina, incluía a toda persona con dos o más de los siguientes síntomas: fiebre (37,5 °C o más), tos, odinofagia, dificultad respiratoria, y anosmia/disgeusia de reciente aparición. Desde comienzos de julio se agregó que tenga un historial de viaje fuera del país o dentro del país a zonas de transmisión local (ya sea comunitaria o por conglomerados), o residencia en zonas de transmisión local (ya sea comunitaria o por conglomerados) de COVID-19 en Argentina. También es criterio de sospecha toda persona que sea contacto estrecho de un caso confirmado de COVID-19 y presente uno o más de estos síntomas: fiebre (37,5 °C o más), tos, odinofagia, dificultad respiratoria, anosmia/disgeusia de reciente aparición y, finalmente, todo paciente que presente anosmia/disgeusia, de reciente aparición y sin otra etiología definida y sin otros signos o síntomas (Ministerio de Salud de la Nación, 2020).

Se considera *contacto estrecho*, por su parte, a aquellos que desde las 48 horas previas al inicio de síntomas del caso de COVID-19 hayan proporcionado cuidados a un caso confirmado y no hayan utilizado las medidas de protección personal adecuadas. Así como cualquier persona que haya permanecido durante, al menos, 15 minutos a una distancia menor a 2 metros con un caso confirmado mientras presentaba síntomas o durante las 48 horas previas al inicio de estos. Tal como convivientes, visitas y compañeros de trabajo. La confirmación del caso es a partir del resultado positivo por RT-PCR para SARS-COV-2.

Finalmente, los grupos de personas contagiadas se definen según la forma de quedar infectados. Así, el primer grupo está compuesto por los casos importados, que adquirieron la enfermedad en viajes al exterior (caso índice); en segundo lugar, por los de transmisión local en contactos estrechos (personas contagiadas en el país por haber mantenido un contacto estrecho con pacientes que llegaron del exterior –casos secundarios–); en tercer lugar, se define la transmisión local en conglomerados, cuando las personas se infectan por contacto indirecto a partir de un caso índice o secundario, aunque a partir de una evidencia más indirecta (presente en Argentina desde el 18 de marzo de 2020); finalmente, los casos por transmisión comunitaria implican que ya no puede establecerse ningún nexo epidemiológico con algún caso importado o índice, o un caso secundario, a partir de

que COVID-19 circula en la población (en la Argentina esta situación se identifica el 23 de marzo de 2020), lo que significa que es imposible realizar la trazabilidad de cómo se contrajo el virus.

### **3. 9. 2. Organización del sistema de salud para la atención de la emergencia por SARS-COV-2**

El SARS-COV-2 presenta dos desafíos para los sistemas de salud:

- La atención médica a los casos graves.
- La mitigación de la transmisión.

En cuanto a la atención médica a los casos graves –si bien la proporción es baja en relación al número de casos–, la velocidad de propagación sin acciones de mitigación para detenerla o retardarla puede significar la saturación de las camas de terapia intensiva y de los respiradores necesarios para la atención médica, generando fuertes aumentos de la mortalidad y la letalidad. Asimismo, las terapias adecuadas aún son materia de investigación y evaluación en el tiempo que ha transcurrido desde la aparición de la enfermedad.

La mitigación de la transmisión puede ser desarrollada por los equipos de salud en el primer nivel de atención (PNA) a partir de las acciones de prevención, en donde se deben concentrar y articular los recursos humanos y materiales ligados a Una Salud, abarcando e integrando a los equipos de agentes sanitarios, médicos de los centros de atención primaria de la salud (CAPS) y de los departamentos de actividades para el área (DAPA), servicio local de epidemiología y servicios de salud pública veterinaria. Para ambos sistemas de trabajo, el rol de los laboratorios de diagnóstico como apoyo para la toma de decisiones operativas es de importancia vital.

En pocas ocasiones, como la presente pandemia, es posible visualizar la importancia de contar localmente con una red de agentes sanitarios y centros de salud relacionados con, y reconocidos por, su comunidad de origen, y con equipos entrenados de epidemiología aplicada multidisciplinarios en los que la salud pública veterinaria cuenta con un rol fundamental por su capacidad intrínseca de análisis poblacional.

Resulta claro que el éxito en el control de COVID-19 depende de esta estructura del PNA y su trabajo comunitario, pues su fracaso conlleva irremediablemente a la saturación del segundo y tercer nivel de atención, y a un aumento marcado de la letalidad.

### 3.9.3. Transmisión de SARS-COV-2 a través de la comunidad y mitigación de la transmisión de COVID-19

Las intervenciones no farmacéuticas (INF) han reducido efectivamente el número de personas infectadas que ingresan a un territorio y, asimismo, la adopción de medidas de mitigación ha permitido en varios países, como Argentina, detener la transmisión generalizada a la comunidad. Por el contrario, la no adopción de medidas en algunos países ha llevado a curvas de crecimiento exponencial de casos y muertos.

Las herramientas básicas de la epidemiología –aplicadas, por ejemplo, en la pandemia de gripe en 1918-1919– han resultado eficientes para controlarla efectivamente, mediante el cierre de escuelas, aislamiento de personas enfermas, uso obligatorio de máscaras, prohibición de reuniones masivas y medidas de higiene adecuadas como insumos básicos aplicables en la presente situación. Estos INF reducen considerablemente la transmisión de la enfermedad, reducen potencialmente la altura del pico epidémico y reducen considerablemente el número de personas infectadas (Lüthy y otros, 2018; Xiao y otros, 2020; Fong y otros, 2020).

A este conjunto de medidas se las define como de aislamiento social y distanciamiento preventivo, e incluye la utilización –total o parcial– de cuarentenas durante 14-20 días y el mantenimiento de 2 metros de distancia entre las personas en toda circunstancia; asociadas a otras medidas de protección como mascarillas faciales e higiene de manos, que son muy útiles para enfrentar enfermedades como COVID-19, en tanto reducen también considerablemente la transmisión. Finalmente, casi todos los tipos de coronavirus, incluido el que produce COVID-19, se inactivan fácilmente por diversos desinfectantes a base de alcohol, como lavandina y desinfectantes para manos. En actividades de riesgo, por mayor probabilidad de contacto con portadores, la máscara N95 es útil y necesaria para proteger a las personas de la transmisión, especialmente a los trabajadores de la salud que se desempeñan a campo.

La búsqueda y seguimiento de casos sintomáticos y/o confirmados por laboratorio y de sus contactos es, asimismo, la intervención central cuando el virus ha sido introducido en un territorio (Hellewell y otros, 2020). Accesoriamente, cuando la enfermedad se ha expandido, puede intensificarse la búsqueda de casos asintomáticos en barrios específicos con población de riesgo mediante estudios transversales basados en testeos masivos.

El primer objetivo de los equipos integrados del PNA, articulados con los municipios, es evitar el ingreso de portadores a la localidad y controlar rápidamente los casos índices y los casos secundarios que pudieran emerger para evitar la etapa de la transmisión comunitaria.

El segundo objetivo, cuando la primera línea de defensa ha sido superada, es cortar la transmisión comunitaria instalada.

El tercer objetivo es conservar la situación de libre de transmisión comunitaria, evitando una segunda onda epidémica.

### **3.9.4. Actividades de salud pública veterinaria en la emergencia por COVID-19**

En este sentido, los equipos de SPVET –integrados al resto de los equipos de epidemiología con enfoques de Una Salud en el nivel local– desarrollaron diversas actividades en localidades de la provincia de Río Negro, Argentina, adaptándose a las diferentes situaciones epidemiológicas:

- Establecimiento de protocolos de trabajo con aplicación del modelo utilizado para síndrome pulmonar por hantavirus –en cuanto a la estrategia de atención de los casos y bioseguridad– y adecuación del hospital en consecuencia.
- Diseño de protocolos de prevención y memorias operativas de trabajo para el servicio de mucamas –aplicando los conocimientos en saneamiento y manejo de residuos hospitalarios–, y también para el área de elaboración y servicio de comidas del sector de internación preparado para casos de COVID-19 –incluyendo manuales y definiciones de puntos críticos de control.
- Medidas de prevención enfocadas en proveedores provenientes de localidades con transmisión (instauración de retenes) y en los comercios que reciben a los proveedores –aplicando los conceptos de buenas prácticas de manufactura y diseñando memorias operativas, protocolos y flujogramas– no solo para el rubro alimenticio, sino para cada uno de los rubros que hacen al funcionamiento de una localidad. Esto incluyó buenas prácticas de manufactura (adaptadas al contexto de COVID-19) en establecimientos elaboradores de alimentos; sugerencias y refuerzo en locales con atención al público o servicios de *delivery*; buenos hábitos de carga, descarga y recepción de mercadería; buenos hábitos en geriátricos; capacitación a personal de Defensa Civil, Gendarmería, Policía Caminera, Tránsito y Comercio Municipal, entre otras instituciones y empresas.
- Registros de proveedores habilitados para ingresar –con declaración jurada previa–, y controles exhaustivos de los exceptuados de las restricciones para circular –como operarios de luz, agua o salud–. También se generaron contenidos de difusión sobre el uso responsable de la flexibilización para trabajar principalmente en los barrios a partir de los CAPS.

- Protocolo de trabajo –actividades que deberían desarrollarse y quién debería desarrollarlas– ante la aparición de un caso de COVID-19. Esto incluye la búsqueda del nexo epidemiológico y aislamiento del caso y de sus contactos estrechos, integrando las áreas de epidemiología, salud pública veterinaria, salud ambiental, agentes sanitarios y centros de salud en la rápida búsqueda e identificación de contactos estrechos de casos, aislamiento de todos en domicilios u hoteles con organización de los protocolos de control de temperatura, control de síntomas y manejo general en domicilios y hoteles, incluyendo higiene y alimentación.
- Protocolos de contingencia y manuales de seguridad para todos los comercios vinculados a la alimentación, con especial referencia a auditorías en merenderos comunitarios y servicios de *catering* de comidas para las personas aisladas por COVID-19.
- Mapeo de casos y contactos estrechos trabajando activamente en terreno las asociaciones de casos positivos y sus respectivos contactos (cluster).

---

#### **Puntos destacados 14**

---

El brote de SARS-COV-2 ha planteado un serio desafío para la salud pública en todo el mundo –incluyendo a la provincia de Río Negro en Argentina–, principalmente en sus aspectos económicos y de infraestructura, para enfrentar el virus y sus consecuencias. Sin embargo, entre todas las medidas, aquellas vinculadas a intervenciones no farmacéuticas o INF, basadas en atención primaria de la salud y Una Salud, con participación integrada entre agentes sanitarios del PNA, salud pública veterinaria y las áreas médicas de los DAPA, CAPS y epidemiología son una estrategia central, altamente efectiva e imprescindible para cortar la cadena de transmisión y disminuir la capacidad reproductiva del agente a un valor  $<1$ , con el objetivo de que los servicios de atención médica en el segundo y tercer nivel de atención no vean sus capacidades operativas desbordadas y se generen aumentos marcados en la letalidad.

En este aspecto, para enfrentar el virus en forma rápida y eficiente, es fundamental la rápida instrumentación –por parte de los decisores políticos– de una eficiente coordinación de los distintos grupos técnicos que se desempeñan en el PNA en un nivel local y su articulación con el municipio.

Si se analiza la experiencia de la pandemia de la llamada gripe española –que provocó en la Argentina un total de 2237 muertes durante la primera oleada, en 1918, y 12 760 en 1919, durante la segunda oleada–, vemos que las medidas de control en esa ocasión se basaron en exámenes de salud a los inmigrantes que llegaban en barcos procedentes de Europa,

internación en cuarentena en un lazareto en la isla Martín García a aquellos que presentaran síntomas de gripe, restricción a reuniones en lugares cerrados, suspensión de clases en escuelas primarias y secundarias, prohibición de espectáculos públicos, clausura de *music halls* y circos, y derivación de los enfermos graves al Hospital Muñiz. En consecuencia, las medidas resultaron similares a las requeridas en SARS-COV-2. También surge un interrogante: ¿fue el relajamiento social de las medidas –que fueron eficaces ante la primera oleada de gripe española– responsable de la mayor magnitud de muertes en la segunda oleada? Esta experiencia también debe ser considerada para prevenir nuevos brotes de COVID-19, o de futuras epidemias, en la provincia de Río Negro.

---



## Listado de referencias bibliográficas

- Acha, Pedro N. y Boris Sysfres. (2003). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y los animales. Tercera edición* (Vol. 1-3). Organización Panamericana de la Salud.
- Adhikari, Sasmita Poudel, Sha Meng, Yu-Ju Wu, Yu-Ping Mao, Rui-Xue Ye, Qing-Zhi Wang,... y Huan Zhou. (2020). Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period. A scoping review. *Infectious Diseases of Poverty*, 9(29). <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00646-x>
- Asociación de Médicos de Sanidad Exterior (AMSE). (2017, 26 de diciembre). *Información epidemiológica. Rabia: Epidemiología y situación mundial*. <https://www.amse.es/informacion-epidemiologica/149-rabia-epidemiologia-y-situacion-mundial>
- Arcia Arcia, Leonel. (2009). Demografía y Salud. Apuntes para una conferencia. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(4), pp. 12-15.
- American Veterinary Medical Association (AVMA). (2008). *One Health. A new professional imperative* [Una Salud. Un nuevo imperativo profesional]. [https://www.avma.org/KB/Resources/Reports/Documents/onehealth\\_final.pdf](https://www.avma.org/KB/Resources/Reports/Documents/onehealth_final.pdf)
- Bartges, Joseph William, Robert F. Kushner, Kathryn E. Michel, Robert E. Sallis y Michael Joseph Day. (2017). One Health solutions to obesity in people and their pets. *Journal of Comparative Pathology*, 156(4), pp. 326-333. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2017.03.008>
- Buckley, Merry y Ann Reid. (2010). *Global food safety. Keeping food safe from farm to table*. American Academy of Microbiology. <https://www.asmscience.org/content/report/colloquia/colloquia.16>
- Cabrera, Ana María y Diana Elba De Pietri. (2006). *Investigación de probable contaminación por plomo en escolares de San Antonio Oeste* [Informe final]. Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación.
- Cavalcanti Soares, Catharina, José Almeida Teles y Aldenir Feitosa dos Santos. (2015). Prevalencia de la *Brucella* spp. en humanos. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 23(4), pp. 919-926. <https://doi.org/10.1590/0104-1169.0350.2632>
- Cantoni, Gustavo, María Lazaro, Amanda Resa, Odila Arellano, Ana María Amestoy, Sabrina De Bunder,... Edmundo Larrieu. (1997). Hantavirus pulmonary syndrome in the Province of Río Negro, Argentina, 1993-1996. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 39(4), pp. 191-196. <http://www.scielo.br/pdf/rimtsp/v39n4/0036.pdf>
- Carbonero, Adolfo, Lucía T. Guzmán, Ignacio García-Bocanegra, Carmen Borge, Lucasz Adaszek, Antonio Arenas y Luis R. Saa. (2018). Seroprevalence and risk factors associated with *Brucella* seropositivity in dairy and mixed cattle

- herds from Ecuador. *Tropical Animal Health and Production*, 50(1), pp.197-203. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1421-6>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2019, 15 de abril). *About pets and people*. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.cdc.gov/healthypets/health-benefits/index.html>
- Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III. (2019). *Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual 2016*. <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=25/01/2019-d8ee271b6f>
- Centro Nacional para la Prevención y el Control del VIH y el Sida. (2020, 26 de noviembre). *Epidemiología. Registro Nacional de Casos*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/censida/documentos/epidemiologia-registro-nacional-de-casos-de-sida>
- Chandler, Marjorie L., Solveig Argeseanu Cunningham, Elizabeth M. Lund, Chand Khanna, R. Naramore, Alpa V. Patel y Michael Joseph Day. (2017). Obesity and associated comorbidities in people and companion animals. A One Health perspective. *Journal of Comparative Pathology*, 156(4), pp.296-309. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2017.03.006>
- Chang, De, Minggui Lin, Lai Wei, Lixin Xie, Guangfa Zhu, Charles S. Dela Cruz y Lokesh Sharma. (2020). Epidemiologic and clinical characteristics of novel coronavirus infections involving 13 patients outside Wuhan, China. *Journal of the American Medical Association*, 323(11). <https://dx.doi.org/10.1001/jama.2020.1623>
- Childs, James E., Andrew F. Kaufmann, Clarence James Peters y Richard L. Ehrenberg. (1993). Hantavirus infection southwestern United States: interim recommendations for risk reduction. Centers for Disease Control and Prevention. *Morbidity and Mortality Weekly Report Recommendations and Reports*, 42(RR-11), pp.1-13.
- Clavijo, Alfonso, Mary H. Freire de Carvalho, Lillian A. Orciari, Andrés Velasco-Villa, James A. Ellison, Lauren Greenberg,... y Victor J. Del Rio-Vilas. (2017). An inter-laboratory proficiency testing exercise for rabies diagnosis in Latin America and the Caribbean. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 11(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005427>
- Codex Alimentarius Commission. Codex Committee on Food Hygiene. (1993). *Guidelines for the Application of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) System in Training Considerations for the Application of the HACCP System to Food Processing and Manufacturing [WHO/FNU/FOS/93.3 II]*. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization.
- Comisión del Codex Alimentarius. (2003). *Código Internacional Recomendado de Prácticas-Principios generales de higiene de los alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003)*. <http://www.fao.org/3/y5307s/y5307s02.htm>

- Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius. (2003, junio-julio). *26 Sesión de la Comisión del Código Alimentarius*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Mundial de la Salud. Roma, 30 de junio al 7 de julio de 2003.
- Dawber, Thomas R., William B. Kannel y Lorna P. Lyell. (1963). An approach to longitudinal studies in a community. The Framingham study. *Annals of the New York Academy of Science*, 107(2), pp. 539-556.  
<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1963.tb13299.x>
- Dawson, Beth y Robert G. Trapp. (2005). *Bioestadística Médica. Cuarta edición*. Manual Moderno.
- De Pietri, Diana Elba, García y Osvaldo Rico. (2008). Modelos geo-espaciales para la vigilancia local de la salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 23(6), pp. 394-402. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/9975>
- Díaz-Gutiérrez, Jesús, Miguel Ruiz-Canela, Alfredo Gea, Alejandro Fernández-Montero y Miguel Ángel Martínez-González. (2018). Association between a healthy lifestyle score and the risk of cardiovascular disease in the SUN cohort. *Revista Española de Cardiología*, 71(12), pp. 1001-1009.  
<https://doi.org/10.1016/j.rec.2017.10.038>
- Dirección de Estadísticas e Información de la Salud. (2017). *Indicadores básicos. Argentina 2017*. Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación Argentina, y Organización Panamericana de la Salud.  
<http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2018/04/IndicadoresBasicos2017.pdf>
- Dirección Nacional de Epidemiología y Análisis de la Situación de Salud. (2017). *Boletín Integrado de Vigilancia* (394).  
[http://www.msal.gov.ar/images/stories/boletines/BIV\\_394\\_SE02.pdf](http://www.msal.gov.ar/images/stories/boletines/BIV_394_SE02.pdf)
- Di Pietro, Silvina, Karina Haritchabalet, Gustavo Cantoni, Liliana Iglesias, Sergio Mancini, Ana Temperoni,... y Edmundo Larrieu. (2004). Vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos en la provincia de Río Negro, Argentina, 1993-2001. *Medicina. Buenos Aires*, 64(2), pp. 120-124.  
<https://www.medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol64-04/2/indice64-2.PDF>
- Domínguez, Gaspar, Francisco González Coloma, Daniela Oyarzún, Marcela Ferrés, Constanza Martínez Valdebenito, Carolina Henríquez y Enzo Lavarra. (2020). Las lecciones de Epuén. A un año del brote del virus Hanta. *Revista Médica de Chile*, 148(3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872020000300416>
- Fong, Min W., Huizhi Gao, Jessica Y. Wong, Jingyi Xiao, Eunice Y. C. Shiu, Sukhyun Ryu y Benjamin J. Cowling. (2020). Nonpharmaceutical measures for pandemic influenza in nonhealthcare settings. Social distancing measures. *Emerging Infectious Diseases*, 26(5), pp. 976-984.  
<https://doi.org/10.3201/eid2605.190995>
- Fornace, Kimberly M., Tommy Rowel Abidin, Neal Alexander, Paddy Brock, Matthew J. Grigg, Amanda Murphy,... Jonathan Cox. (2016). Association between

- landscape factors and spatial patterns of *Plasmodium knowlesi* infections in Sabah, Malaysia. *Emerging Infectious Diseases*, 22(2), pp. 201-208.  
<https://doi.org/10.3201/eid2202.150656>
- Galvez, Raúl y Jorge Irazola. (2006). *El árbol de la transformación. Manual de metodologías participativas para agentes de salud comunitaria*. CEIBA Salud y Desarrollo, Medicus Mundi y Médicos del mundo Argentina.
- Gordis, Leon. (2005). *Epidemiología. Tercera edición*. Elsevier.
- García-Abellán, Javier, Lorena Del Río, José A. García, Sergio Padilla, María Jesús Vivanco, Jorge Del Romero,... y Félix Gutiérrez. (2019). Risk of cancer in HIV-infected patients in Spain, 2004-2015. The CoRIS cohort study. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 37(8).  
<https://doi.org/10.1016/j.eimc.2018.11.011>
- Guarnera, Eduardo Alfredo. (2013). *Aspectos esenciales de la interfase de las zoonosis parasitarias*. Dunken.
- Guo, Yan-Rong, Qing-Dong Cao, Zhong-Si Hong, Yuan-Yang Tan, Shou-Deng Chen, Hong-Jun Jin,... y Yan Yan. (2020). The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak. An update on the status. *Military Medical Research*, 7(11).  
<https://doi.org/10.1186/s40779-020-00240-0>
- Hellewell, Joel, Sam Abbott, Amy Gimma, Nikos I. Bosse, Christopher I. Jarvis, Timothy W. Russell,... y William John Edmunds. (2020). Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. *Lancet Global Health*, 8(4) [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30074-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30074-7)
- Instituto Argentino de Certificación y Normalización (IRAM). (1992). *Norma IRAM-IACC-ISO E 10.011-1 Lineamientos para la Auditoría de Sistemas de Calidad. Parte 1 -Auditoría. Resoluciones del Grupo Mercado Común del Sur (MERCOSUR)*. IRAM.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods y World Health Organization. (1982). *Report of the WHO/ICMSF meeting on hazard analysis. Critical control point system in food hygiene*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66415>
- Khamassi Khbou, Médiha, Samaher Htira, Kaouther Harabech y M'hammed Benzarti. (2017). First case-control study of zoonotic brucellosis in Gafsa district, Southwest Tunisia. *One Health*, 19(5), pp. 21-26.  
<https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2017.12.001>
- Lazo, Leonel. (2015). *Epidemiología veterinaria práctica*. Editorial Académica Española.
- Larrieu, Edmundo, Timoteo Álvarez y Laura Cavagion. (1990). Aporte al estudio de la dinámica de las poblaciones caninas. *Veterinaria Argentina*, 7(64), pp. 242-247.
- Larrieu, Edmundo, María Teresa Costa, Mario del Carpio, Sergio Moguillansky, Graciela Bianchi y Zaida Elizabeth Yadon. (2002). A case-control study of the risk factors for cystic echinococcosis among the children of Río Negro province, Argentina, *Annals of Tropical Medicine & Parasitology*, 96(1), pp. 43-52.  
<https://doi.org/10.1179/000349802125000501>

- Larrieu, Edmundo, Carlos Dapcich, Eduardo Guarnera, Emilio Coltorti, Cristina Bianchi y Andrés Moguilansky. (1994). Evaluation of ELISA and double diffusion (DD5) test in the diagnosis of human hydatidosis in asymptomatic population. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 68(3), pp. 393-398.
- Larrieu, Edmundo, Leonardo Uchiumi, Juan Carlos Salvitti, Mariano Sobrino, Oscar Panomarenko, Hebe Tissot,... y Mario Del Carpio. (2019). Epidemiology, diagnosis, treatment and follow-up of cystic echinococcosis in asymptomatic carriers. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 113(2), pp. 74-80. <https://doi.org/10.1093/trstmh/try112>
- Li, Qun, Xuhua Guan, Peng Wu, Xiaoye Wang, Lei Zhou, Yeqing Tong,... y Zijian Feng. (2020). Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia. *New England Journal of Medicine*, 382(13), pp. 1199-1207. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2001316>
- Lüthy, Isabel A., Viviana Ritacco e Isabel N. Kantor. (2018). A cien años de la gripe española. *Medicina. Buenos Aires*, 78(2) pp. 113-118.  
<http://www.medicinabuenosaires.com/PMID/29659361.pdf>
- Martin, Wayne, Alan Meek y Preben Willeberg. (1997). *Epidemiología veterinaria. Principios y métodos*. Acribia.
- McConnell, Allen R., Christina M. Brown, Tonya M. Shoda, Laura E. Stayton y Colleen E. Martin. (2011). Friends with benefits. On the positive consequences of pet ownership. *Journal of Personality and Social Psychology*, 101(6), pp. 1239-1252. <https://doi.org/10.1037/a0024506>
- Meisner, Julianne, Kellie Curtis, Thomas W. Graham, Michael B. Apamaku, Lisa E. Manhart y Peter M. Rabinowitz. (2019). Cattle-associated risk factors for human tuberculosis in rural livestock-keeping communities, Uganda. *Zoonoses Public Health*, 66(1), pp. 73-82. <https://doi.org/10.1111/zph.12530>
- Ministerio de Salud Gobierno de Chile. (2010). *Guía de diagnóstico, tratamiento y prevención de la enfermedad de Chagas*. Minsal. <https://www.ispch.cl/sites/default/files/documento/2010/04/GUIA%20CHAGAS%20publica%20febrero%202011.pdf>
- Ministerio de Salud de la Nación. (2019). *Sala de Situación*.  
<https://www.argentina.gob.ar/salud/epidemiologia/sala>
- Ministerio de Salud de la Nación. (2020). *Definición de caso* [Página web]. <https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19/definicion-de-caso>
- Ministerio de Salud de San Luis. (2016). *Boletín Epidemiológico*. <http://www.salud.sanluis.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/5-primeras-causas-3.pdf>
- Mortimore, Sara E. y Carol Wallace. (2001). *HACCP. Enfoque práctico*. Acribia.
- Nordness, Robert J. (2006). *Epidemiología y Bioestadística. Secretos*. Elsevier.
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización Mundial de Sanidad Animal y Organización Mundial de la Salud. (2019). *Adopción de un enfoque multisectorial Una Salud. Guía tripartita para hacer frente a las enfermedades zoonóticas en los países*. [https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media\\_Center/docs/pdf/PortailOH/ES\\_TripartiteZoonosesGuide\\_webversion.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/PortailOH/ES_TripartiteZoonosesGuide_webversion.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). *Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos. Manual de capacitación sobre higiene de los alimentos y sobre el sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (APCC)*. [http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits\\_es/others/docs/sistema.pdf](http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits_es/others/docs/sistema.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). *Salud pública veterinaria y control de zoonosis en países en desarrollo*. <http://www.fao.org/3/Y4962T/y4962t00.htm#Contents>
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). (2013). El concepto «Una sola salud». Enfoque de la OIE. *Boletín*, 2013 (1). [http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Publications\\_%26\\_Documentation/docs/pdf/bulletin/Bull\\_2013-1-ESP.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Publications_%26_Documentation/docs/pdf/bulletin/Bull_2013-1-ESP.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (2005, 11 de agosto). *Carta de Bangkok para la promoción de la salud en un mundo globalizado*. [https://www.who.int/healthpromotion/conferences/6gchp/BCHP\\_es.pdf](https://www.who.int/healthpromotion/conferences/6gchp/BCHP_es.pdf)
- Organización Panamericana de la Salud. (2012). *Auditoría de las BPA/BPM y del Plan HACCP*. <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2015/cha-auditoria-bpa-bpm-plan-haccp.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2008). *Guía VETA. Sistemas de Vigilancia de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos*. [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10537:sumario-guia-veta-investigacion-brotos&Itemid=41417&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10537:sumario-guia-veta-investigacion-brotos&Itemid=41417&lang=es)
- Organización Panamericana de la Salud. (2019). *Leishmaniasis. Informe Epidemiológico de las Américas, marzo 2019*. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/50505>
- Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. (2016, 22 de julio). *Una Salud y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. 17 Reunión Interamericana Ministerial de Salud y Agricultura*. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51519>
- Padula, Paula Julieta, Alexis Edelstein, Sergio D. Miguel, Nora M. López, Carlos M. Rossi y Roberto D. Rabinovich. (1998). Hantavirus pulmonary syndrome outbreak in Argentina. Molecular evidence for person-to-person transmission of Andes virus. *Virology*, 241(2), pp. 323-330. <https://doi.org/10.1006/viro.1997.8976>
- Pavletic, Carlos F., Edmundo Larrieu, Eduardo A. Guarnera, Natalia Casas, Pilar Irabedra, Ciro Ferreira,... y Víctor J. Del Río Vilas. (2017). Cystic echinococcosis in South America. A call for action. *Revista Panamericana de Salud Pública* (41). <https://iris.paho.org/handle/10665.2/34163>

- Poder Ejecutivo Nacional. (1969). *Ley 18.284. Código Alimentario Argentino*.  
<https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>
- Rotejanaprasert, Chawarat, Andrew Lawson, Heidi Rossow, Jussi Sane, Otso Huitu, Heikki Henttonen, Victor J. Del Río Vilas. (2018). Towards integrated surveillance of zoonoses: spatiotemporal joint modeling of rodent population data and human tularemia cases in Finland, *BMC Medical Research Methodology*, 18(72). <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0532-8>
- Rosenthal Meat Science and Technology Center. (2003). *HACCP Decision – Making Documentation for Beef Slaughter*. Department of Animal Science. Texas.
- Sohrabi, Catrin, Zaid Alsafim, Niamh O'Neill, Mehdi Khan, Ahmed Kerwan, Ahmed Al-Jabir,... y Riaz Agha. (2020). World Health Organization declares global emergency. A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *International Journal of Surgery*, 76, pp. 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.02.034>
- Sosa Estani, Sergio, Elsa L. Segura, Mariano Ruiz, Elsa Velazquez, Betina M. Porcel, Cristina Yampotis. (1998). Efficacy of chemotherapy with benzimidazole in children in the indeterminate phase of Chagas' disease. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 59(4), pp.526-529.  
<https://doi.org/10.4269/ajtmh.1998.59.526>
- Spottiswoode, Roger (dir.). (1993). *And the band played on* [Y la banda siguió tocando] [Película]. HBO; Odyssey Motion Pictures; Spelling Entertainment.
- Talmon, Gabriel, Eduardo Herrero, Marcos Arezo, Gustavo Cantoni y Edmundo Larrieu. (2014). Condiciones para la transmisión de hantavirus en la zona andina de Río Negro, Argentina. *Medicina. Buenos Aires*, 74(5), pp.378-384.  
<https://medicinabuenosaires.com/revistas/vol74-14/n5/indice.pdf>
- Thursfield M. (1990). *Epidemiología veterinaria*. Acribia.
- Turgeon, Patricia, Victoria Ng, Reagan Murray y Andrea Nesbitt. (2018). Forecasting the incidence of salmonellosis in seniors in Canada. A trend analysis and the potential impact of the demographic shift. *PLOS One*. 13(11).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208124>
- Villamil, Luis Carlos. (2010). Un mundo, una salud: retos y perspectivas en la lucha contra las enfermedades. *Infectio. Revista de la Asociación Colombiana de Infectología*, 14(1), pp.3-5.
- World Health Organization. Study Group on Future Trends in Veterinary Public Health & World Health Organization. (2002). *Future trends in veterinary public health: report of a WHO study group*. World Health Organization.  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/42460>
- Xiao, Jingyi, Eunice Y. C. Shiu, Huizhi Gao, Jessica Y. Wong, Min W. Fong, Sukhyun Ryu y Benjamin J. Cowling. (2020). Nonpharmaceutical measures for pandemic influenza in nonhealthcare settings. Personal protective and environmental measures. *Emerging Infectious Diseases*, 26(5), pp.967-975.  
<https://doi.org/10.3201/eid2605.190994>

Zhao, Shi, Qianyin Lin, Jinjun Ran, Salihu S. Musa, Guangpu Yang, Weiming Wang,... Maggie H. Wang. (2020). Preliminary estimation of the basic reproduction number of novel coronavirus (2019-nCoV) in China, from 2019 to 2020. A data-driven analysis in the early phase of the outbreak. *International Journal of Infectious Diseases*, 92, pp. 214-217.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.01.050>

## Autorías y colaboraciones

### **Edmundo Juan Larrieu**

Universidad Nacional de Río Negro. Escuela de Veterinaria y Producción Agroindustrial.  
Río Negro, Argentina.  
Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Ciencias Veterinarias.  
La Pampa, Argentina.

Médico veterinario por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y doctor en Epidemiología por la UBA. Actualmente es vicepresidente para América de la Asociación Internacional de Hidatidología y director de la carrera de Especialización en Salud Pública Veterinaria de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam).

Ha sido profesor asociado a cargo de las cátedras de Epidemiología y Salud Pública en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNLPam, y profesor titular de las cátedras de Bioestadística, Epidemiología y Salud Pública en la Escuela de Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN).

Entre 1978 y 2013, en el Ministerio de Salud de la Provincia de Río Negro, ocupó los cargos de jefe del Departamento de Zoonosis, director de Salud Ambiental y subsecretario de Políticas de Salud.

Ha dirigido numerosos proyectos de investigación acreditados y ha publicado más de sesenta trabajos científicos en revistas con referato. Recibió el Premio José M. Jorge, de la Academia Nacional de Medicina de la República Argentina; el Premio Carlos Bonorino Udaondo, de la Sociedad Argentina de Gastroenterología; el Premio Colegio Veterinario Provincia de Córdoba; el Premio Roberto Vacarezza, de la Academia Nacional de Medicina de la República Argentina; la distinción Cave Canem, de la Asociación Internacional de Hidatidología, y el Premio Laboratorio Bayer, de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de la República Argentina a la trayectoria profesional.

### **Marco Antônio Natal Vigilato**

Centro Panamericano de Fiebre Aftosa (PANAFTOSA). Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.

Tiene título de veterinaria de la Universidad de Marília, Brasil, Residencia en Planificación en Salud Pública y en Salud Animal, y maestría en

Sanidad Animal, Seguridad Alimentaria y Salud Pública Veterinaria, ambos por la Universidad Estadual de São Paulo (UNESP), Brasil. Tiene experiencia docente, universitaria y de posgrado, en los temas de epidemiología, salud pública, inspección higiénico-sanitaria de alimentos y zoonosis. Ha publicado artículos en diversas revistas indexadas internacionalmente sobre temas como rabia, hidatidosis, zoonosis, Una Salud e inocuidad de alimentos, y ha participado en reuniones, congresos y actividades científicas internacionales.

Fue jefe del Centro de Control de Zoonosis y Enfermedades Vectoriales, en el Departamento de Salud Pública de la Municipalidad de Birigui, São Paulo (SP). Trabajó para los Servicios Veterinarios (IAGRO) en el Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Como especialista en salud pública veterinaria, desempeñó actividades en el Departamento de Salud de São Paulo, y ocupó cargos como gerente de Vigilancia e Inocuidad Alimentaria y director del Centro de Control de Zoonosis (CCZ-SP), que es Centro Colaborador de la OMS/OPS en el área de zoonosis urbanas. Actualmente desempeña actividades de cooperación técnica internacional en el área de salud pública veterinaria (zoonosis e inocuidad de alimentos) con los países de las Américas como asesor regional en Salud Pública Veterinaria de PANAFTOSA (OPS/OMS).

## **Pablo Crowley**

Universidad Nacional de Río Negro. Escuela de Veterinaria y Producción Agroindustrial.  
Río Negro, Argentina.

Ministerio de Salud. Coordinación Zonal de Salud Ambiental Zona Sanitaria II.  
Río Negro, Argentina.

Médico veterinario y especialista en Salud Pública Veterinaria. Tiene postgrados en Epidemiología, en Salud Social y Comunitaria, en Evaluación Ambiental de Recursos Naturales y en Gestión Ambiental.

Es docente investigador en la Escuela de Veterinaria y Producción Agroindustrial de la Universidad Nacional de Río Negro, y docente de la Especialización en Salud Pública Veterinaria, desarrollada por convenio entre el Ministerio de Salud de la provincia de Río Negro y la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa.

Tiene experiencia en salud pública veterinaria, en la Coordinación de Salud Ambiental de la segunda zona sanitaria del Ministerio de Salud de Río Negro desde el año 2004, relacionada con la salud pública, la epidemiología, bioestadística, zoonosis, bromatología, legislación, gestión pública, vigilancia y control de vectores, y enfermedades de transmisión alimentaria.

## **Mariela García Cachau**

Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Ciencias Veterinarias.  
La Pampa, Argentina.

Médica veterinaria por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam) y profesora en Ciencias Veterinarias por la Facultad de Ciencias Humanas de la UNLPam. Magíster en Docencia en Educación Superior por la Facultad de Ciencias Humanas de la UNLPam. Especialista en Salud Pública Veterinaria y especialista en Seguridad de los Alimentos de Origen Animal por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNLPam. Profesora adjunta regular de la cátedra Epidemiología y Salud Pública, Facultad de Ciencias Veterinarias UNLPam. Ha participado en proyectos de investigación y extensión vinculados con la salud pública veterinaria.

## **José Luis Labanchi**

Universidad Nacional de Río Negro. Escuela de Veterinaria y Producción Agroindustrial.  
Río Negro, Argentina.  
Ministerio de Salud. Coordinación Zonal de Salud Ambiental Zona Sanitaria I.  
Río Negro, Argentina

Médico veterinario por la Universidad de Buenos Aires (UBA) y especialista en Salud Pública Veterinaria por la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Instructor docente de la Residencia en Salud Pública Veterinaria de la provincia de Río Negro y docente a cargo de la cátedra de Deontología y Medicina Legal en la Escuela de Veterinaria y Producción Agroindustrial de la Universidad Nacional de Río Negro.

Actualmente se desempeña en el Ministerio de Salud de la provincia de Río Negro coordinando equipos de trabajo en zoonosis, inocuidad alimentaria y saneamiento. Ha integrado equipos de investigación en zoonosis e inocuidad alimentaria en la provincia de Río Negro y ha sido coautor en varias publicaciones.

## **Guillermo Mujica**

Ministerio de Salud. Supervisión de Salud Ambiental Zona Sanitaria IV.  
Río Negro, Argentina.

Es médico veterinario de formación. Desde 2013 es coordinador de la residencia en Salud Pública Veterinaria, desarrollada por convenio entre el Ministerio de Salud de la provincia de Río Negro y la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa.

Entre 2009 y 2011 fue jefe del Departamento de Actividades Programadas para el Área del Hospital Dr. Rogelio Cortizo en la localidad de Ingeniero Jacobacci, Río Negro. Ha sido supervisor de Salud Ambiental del Ministerio de Salud de Río Negro, entre 2006 y 2012 con asiento en la Unidad Regional de Epidemiología y Salud Ambiental (URES) Línea Sur y desde 2012 hasta la actualidad en URESA Andina, donde realiza actividades relacionadas con zoonosis, inocuidad de los alimentos y saneamiento ambiental.

Es miembro de la Asociación Argentina de Zoonosis y de la Asociación Rionegrina de Equipos de Salud, en calidad de vocal, integrante del equipo de Salud Socio Ambiental.

### **Roberto Nelson Otrosky**

Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Ciencias Veterinarias.

La Pampa, Argentina.

Médico veterinario por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Posgrado en Alta Dirección en Tecnología de los Alimentos por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Máster Internacional en Tecnología de Alimentos por la Università degli Studi di Parma (Parma, Italia) y la Facultad de Agronomía de la UBA.

Es codirector de la carrera de Especialización en Salud Pública Veterinaria de la UNLPam; evaluador en el Banco Nacional de Evaluadoras/es de Extensión de la Red Nacional de Extensión Universitaria (REXUNI), Consejo Interuniversitario Nacional (CIN); miembro titular del Comité Evaluador de los Programas de Extensión Universitaria.

Es profesor de la cátedra de Bromatología y Tecnología de los Alimentos y subdirector del Instituto de Seguridad de los Alimentos en la UNLPam, miembro fundador de la Asociación Argentina de Veterinarios Especialistas en Seguridad de los Alimentos (AAVESA), director e investigador en proyectos de investigación y extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNLPam.

### **Gabriel Darío Talmon**

Ministerio de Salud. Coordinación Zonal de Salud Ambiental Zona Sanitaria II.

Río Negro, Argentina.

Médico veterinario por la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Realizó la Especialización en

Salud Pública Veterinaria de la UNLPam en las ciudades de Viedma y San Carlos de Bariloche, Río Negro, y el posgrado en Salud Social y Comunitaria (Programa Médicos Comunitarios del Ministerio de Salud de la Nación). Es autor de la tesina *Condiciones y escenarios de contagio de hantavirus en la zona Andina Sur de la provincia de Río Negro*.

Participó en el desarrollo de ordenanzas municipales de la localidad de El Bolsón, Río Negro, sobre asuntos como zoonosis municipal y desmalezamiento de lotes, entre otras; también integra el grupo interinstitucional de capacitadores de BPM (buenas prácticas de manufactura). Se ha centrado en el trabajo intra e interinstitucional y soporte técnico en localidades en desarrollo, como El Bolsón, inicialmente, y el paraje El Manso, en la actualidad.

Es supervisor de Salud Ambiental en la localidad de El Bolsón, con asiento en la Unidad Regional de Epidemiología y Salud Ambiental (URES) Andina.



## Manual de epidemiología y salud pública veterinaria

Edmundo Larrieu ; contribuciones de Pablo Crowley ... [y otros];

prólogo de Marco Antônio Natal Vigilato.

Primera edición - Viedma : Universidad Nacional de Río Negro, 2021.

184 p. ; 23 x 15 cm. - (Lecturas de Cátedra)

**ISBN 978-987-4960-44-3**

1. Epidemiología. 2. Bioestadísticas. 3. Salud Pública Veterinaria.

I. Crowley, Pablo, colab. II. Natal Vigilato, Marco Antônio, prolog. III. Título.

CDD 636.089



Universidad Nacional  
de Río Negro

© Universidad Nacional de Río Negro, 2021.

[editorial.unrn.edu.ar](http://editorial.unrn.edu.ar)

© Edmundo Larrieu, 2021.

Queda hecho el depósito que dispone la Ley 11.723.

Diseño de colección: Dirección de Publicaciones-Editorial de la UNRN

Dirección editorial: Ignacio Artola

Coordinación de edición: Diego Martín Salinas

Edición de textos: Jaime Bermúdez Vásquez

Corrección de textos: Mariana Pou Moragues

Corrección de pruebas: Diego Martín Salinas

Diagramación y diseño: Sergio Campozano

Imagen de tapa: Editorial UNRN, 2021.



**Licencia Creative Commons. BY-NC-ND**

Usted es libre de: compartir-copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente esta obra bajo las condiciones de:

**Atribución – No comercial – Sin obra derivada**

**MANUAL DE EPIDEMIOLOGÍA Y SALUD PÚBLICA VETERINARIA**

fue compuesto con la familia tipográfica Alegreya en sus diferentes variables.  
Se editó en julio de 2021 en la Dirección de Publicaciones-Editorial de la UNRN.

## Manual de epidemiología y salud pública veterinaria

Este libro está dirigido principalmente a estudiantes de carreras de Medicina Veterinaria, en especial a quienes cursan materias relacionadas con las bases de la epidemiología, la epidemiología aplicada y la salud pública veterinaria (SPVET). Sin embargo, también incluye conceptos básicos de bioestadística aplicada, de gerencia de servicios de salud pública veterinaria y de ejecución de programas sanitarios, lo que, además, lo constituye en una accesible fuente de consulta –de fundamentos teóricos, pero también de conocimientos prácticos– para estudiantes de grado y de posgrado, y para trabajadores de servicios de salud relacionados con la SPVET.

En una coyuntura particular –signada por la movilidad global de productos y materias primas de origen animal, el deterioro del medio ambiente, la creciente urbanización, la expansión del hábitat humano hacia los entornos silvestres y el, cada vez más frecuente, contacto humano con especies animales que pueden ser reservorio de enfermedades–, este libro también es una invitación a pensar la práctica veterinaria como un aporte a la salud en sentido amplio: en sus intersecciones entre la salud humana, la animal y la ambiental.



 Universidad Nacional  
de Río Negro

