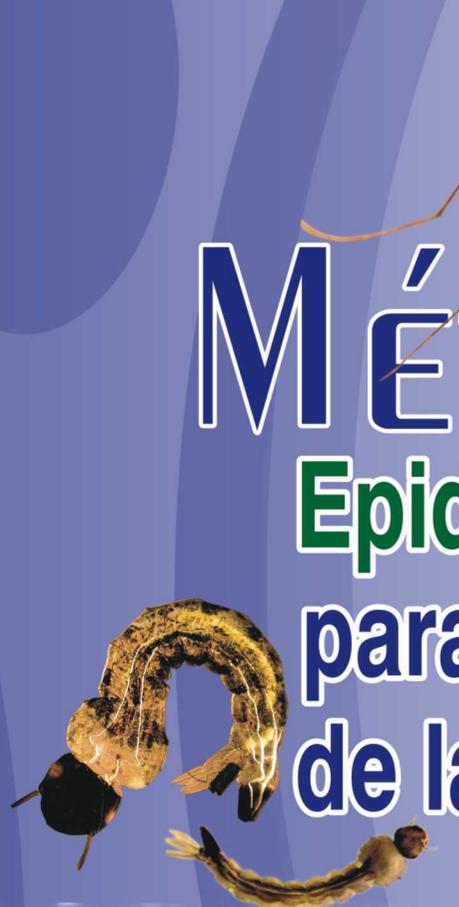
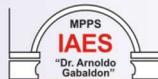


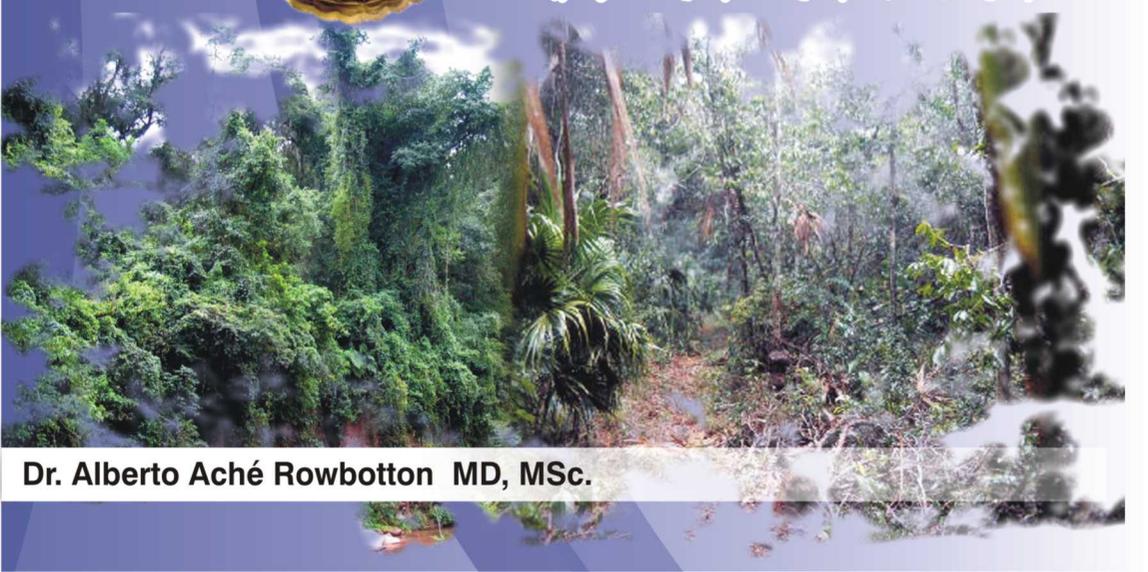


Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para la Salud



MÉTODOS Epidemiológicos para el Control de la *Malaria*



Dr. Alberto Aché Rowbotton MD, MSc.

Alberto Aché Rowbotton MD, MSc.

MÉTODOS EPIDEMIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE LA MALARIA

Servicio Autónomo
Instituto de Altos Estudios de Salud
Dr. Arnoldo Gabaldon

Maracay, 2009

CONTENIDO

TEMA	PÁG.
I. Epidemiología de la Malaria	3
II. Medidas de Tendencia Central y de Dispersión	7
III. Escalas de Medición	13
IV. Indicadores	15
V. Gráficos y Tablas	28
VI. Métodos Básicos de Evaluación Epidemiológicos en Malaria	42
VII. Mediciones de Efecto y Asociación	54
VIII. Chi cuadrado, Índice de Kappa y Aumento o Descenso Porcentual	60
IX. Ajustando una Línea de Tendencia/Línea de Regresión	63
X. Estandarización	65
XI. Predicción de Brotes	68
XII. Estratificación de Malaria	74
XIII. Muestreo	80
XIV. Determinación del Umbral Clínico	82
XV. Análisis de un Servicio de Malaria	84
XVI. Bibliografía	91

I. EPIDEMIOLOGÍA DE LA MALARIA

La Epidemiología es la disciplina encargada de estudiar la ocurrencia y distribución de las enfermedades y otras condiciones relacionadas con la salud de las poblaciones humanas. Permite cuantificar la magnitud e impacto que tienen los problemas de salud en individuos y grupos sociales específicos de la población, y de esa forma genera información útil para las decisiones acerca de las intervenciones de prevención y control.

A su vez, la Epidemiología es la ciencia de las comparaciones racionales que emplea la inducción inferencial para llegar a conclusiones generales partiendo de información proveniente de una muestra. Para ello, se vale de la Estadística para hacer esas inferencias.

En esencia, dos interrogantes epidemiológicos son claves en torno a las enfermedades infecciosas como la malaria: **regulación y variación**. Es decir, ¿qué determina el nivel de la malaria en las comunidades a riesgo? y ¿por qué muchos se infectan, algunos se enferman y pocos mueren?

Un primer paso en comprender la malaria como enfermedad, desde el punto de vista epidemiológico, es describir los factores involucrados en su transmisión por sus características o variables de quién, dónde y cuándo (en función de persona, lugar y tiempo). Esta fase conforma la Epidemiología Descriptiva. El segundo paso intenta establecer etiologías o causas de la enfermedad, explicar los hechos, tratando de dar respuestas o explicaciones a los interrogantes de los por qué ocurre la enfermedad y abarca la **Epidemiología Analítica**.

Para responder a quién, es necesario contemplar las siguientes variables: edad, género, ocupación, grado de instrucción, ingreso económico, cultura, grupo étnico, religión, tamaño de la familia, estado nutricional o inmunológico. Es decir, cualquier variable de relevancia que pueda agrupar a individuos en uno o más categorías. También puede hacerse agrupaciones tales como: usuarios/no usuarios de mosquiteros; toman/no toman medicamentos; mineros/no mineros, etc.

Para responder adecuadamente dónde, las variables pueden ser: el caserío o un sector de él, la ciudad o un área de ella, o el municipio y estado; regiones altas o en los llanos; cercano a ríos, selvas o lugares con abundantes criaderos; distancia del puesto de notificación, demarcación¹, ambulatorio rural u hospital; casos nuevos en el área meridional; casos nuevos en municipio X.

Para responder a cuándo, dependerá de la periodicidad de la transmisión: las variaciones en el tiempo; las tendencias seculares o estacionales como las ondas paraquiquenales (atribuidas a los fenómenos de El Niño y La Niña); las variaciones con las condiciones climáticas o movimientos humanos. Es preciso establecer el período de tiempo para la observación o el análisis: casos nuevos en la semana, en el mes, trimestre, semestre o al año; casos nuevos durante el embarazo según mes de gestación.

Clasificación de casos y población expuesta

Para la determinación de las tasas es preciso hacer una clasificación de los casos y determinar la población expuesta o bajo vigilancia. Los casos que van en el numerador pueden ser clasificados como:

- a) **Importados:** Caso cuya infección fue adquirida fuera del lugar en que fue encontrado. Puede provenir tanto de otros países, estados o municipios. Un caso proveniente de Colombia o Guinea Ecuatorial y detectado en el estado Amazonas es un caso importado para Venezuela. Un caso proveniente del estado Bolívar, pero detectado en Amazonas, es un caso importado del estado Bolívar para Amazonas. De igual manera, un caso detectado en Puerto Ayacucho y proveniente de Tencua es un caso importado del municipio Manapiare al municipio Atures. La aparición de estos casos no implica que exista una transmisión en las áreas donde se detectan.
- b) **Introducidos:** Caso en el cual puede probarse que su infección constituye una primera etapa de transmisión local subsiguiente a un caso importado probado. Es el "hijo" de un caso importado. Es indicativo que se ha iniciado la transmisión local. Permite calcular la Tasa de Ataque Secundario.
- c) **Autóctonos:** Caso oriundo de un área, una región, país o grupo étnico y al cual no se le puede refutar que haya originado como consecuencia de la transmisión local. Es indicativo que hay transmisión local.
- d) **Inducidos:** Caso cuya infección puede atribuirse a una transfusión sanguínea o a otra forma de inoculación parenteral (jeringas comúnmente), pero no a transmisión por mosquitos.
- e) **Recaídas (en caso de infecciones por *P. vivax*) o Recrudescencias (en caso de infecciones por *P. falciparum*).** Las recaídas ocurren cuando una vez tratado el paciente y se eliminan los parásitos en sangre (gota gruesa negativa), los hipnozoítos en el hígado maduran para formar esquizontes hepáticos con la subsiguiente liberación de merozoítos que invaden los glóbulos rojos y generan de nuevo la enfermedad en el mismo paciente. Dicho paciente puede presentar signos y síntomas al cabo de 8 a 10 semanas (recaídas cortas) o a las 30 a 40 semanas, o hasta 3 años o más (recaídas largas) posteriormente a la infección primaria. Estas formas de recaídas pueden presentarse con amplias variaciones en distintos lugares geográficos. En el caso de las recrudescencias, los parásitos en sangre (no provienen del hígado) no son detectados con facilidad o se detectan con baja densidad posteriormente al tratamiento. El paciente revive su cuadro clínico al cabo de unos días o semanas después de ser tratado. Dadas las dificultades para distinguir entre las recaídas o recrudescencias en áreas endémicas, es recomendable emplear el genotipaje molecular para la identificación de los diversos alelos parasitarios, entre la muestra hemática inicial y la del post-tratamiento, que indicarían cuándo una infección es nueva de una recaída o recrudescencia.

¹ Una base de campo operacional y administrativa de donde se desarrollan actividades (epidemiológicas y control de vectores) para el control de la malaria

Tipos de focos de transmisión malárica

Foco de malaria: Toda localidad definida situada en un área actual o anteriormente malárica en el cual existen en forma continua o intermitente los factores necesarios para la transmisión malárica: población, vectores y una ecología apropiada.

Tipos y características de los focos de malaria

CUADRO 1

Tipos de Focos	Características	
Focos Residuales	Inactivos	Interrupción de la transmisión; recaídas de casos antiguos únicamente
	Activos	Interrupción incompleta de la transmisión; recaídas y nuevos casos (autóctonos)
Focos Nuevos	Potenciales	Existencia de casos importados; presencia del vector pero sin pruebas de transmisión efectiva
	Activos	Existencia probada de transmisión; casos importados y casos nuevos (introducidos y autóctonos)

Receptividad y vulnerabilidad

Es importante destacar que en el ámbito local la investigación del caso de malaria permite determinar la clasificación definitiva o tentativa de ese caso y el lugar probable de la infección. De esa manera se evita la clasificación errónea del caso por lugar y municipio, o la doble clasificación de un mismo caso cuando el sistema de vigilancia falla en depurarlas.

El Programa de Malaria de Venezuela tiene un sistema de vigilancia epidemiológica fundamentada en la vigilancia activa y pasiva. Comprende la recolección, análisis, interpretación y diseminación de la información procesada. Facilita recopilar datos acerca de la frecuencia de la malaria en la población. Esto permite obtener información acerca de los factores que determinan la ocurrencia y la distribución de la malaria. Esto es esencial para un control y una prevención eficaz.

La población que conformará el denominador será aquella que está bajo vigilancia (donde se realizan actividades de búsqueda activa y rociamientos a casas o espaciales) o a riesgo de infección debido al potencial malariogénico. Este potencial lo determina que el área sea receptiva y vulnerable. La "receptividad" es la situación creada por la presencia de numerosos anófeles vectores y/o por la

existencia de otros factores ecológicos y climáticos que favorecen la transmisión de malaria. La “vulnerabilidad” se refiere a una zona próxima a zonas maláricas o expuestas al riesgo de transmisión por la llegada de personas enfermas o grupos humanos infectados o de anófeles infecciosos o de ambos, y se refiere al número de casos importados de malaria que provienen de otros lugares y que están entrando al área por unidad de tiempo.

Biología del parásito malario

Las características importantes de la infección con cada una de las tres especies de parásitos maláricos humanos, presentes en Venezuela, están gobernadas por factores de tiempo y la capacidad de multiplicación de cada una de ellas como se aprecia en el siguiente cuadro.

CUADRO 2 Factores de Tiempo

Características	<i>P. falciparum</i>	<i>P. vivax</i>	<i>P. malariae</i>
Prepatencia	5.5 días	8 días	-
Período de Incubación	9-14 días	12-17 días o mayor	18-40 días o mayor
Tiempo de aparición de gametocitos	8-15 días	0-5 días	5-23 días
Ciclo asexual en sangre	48 horas	48 horas	72 horas
Duración de una infección no tratada	1-2 años	1-5 años	Hasta por 50 años

CUADRO 3 Factores de multiplicación

Características	<i>P. falciparum</i>	<i>P. vivax</i>	<i>P. malariae</i>
Número de merozoitos por esquizonte hepático	30.000	8.000-20.000	15.000
Número de merozoitos por esquizonte hemático	8-24	12-18	8
Número de esporozoitos por ooquiste	10.000	1.000-10.000	-

Prepatencia: Tiempo transcurrido desde la infección hasta la detección de parásitos en sangre.

Período de Incubación: Tiempo transcurrido desde la infección hasta la aparición de síntomas.

Clasificación de endemicidad de la malaria

La clasificación de la endemicidad de la malaria ha sido adoptada por la OMS sobre la base de las tasas esplénicas, mediante encuestas realizadas en poblaciones. Pero una clasificación alterna con base en las tasas parasitarias puede emplearse:

Clasificación de endemicidad de la malaria según tasas esplénicas y parasitarias

CUADRO 4

Tasa Esplénica	Tasa Parasitaria	Clasificación de Malaria
En niños de 2-9 años, y no mayor a 10%	En la población y sin exceder 10%	Hipoendémica
En niños de 2-9 años y entre 11 a 50%	En la población y entre 11 a 50%	Mesoendémica
En niños de 2-9 años y constantemente mayor a 50%; en adultos > 25%	En la población y entre 51 a 75%	Hiperendémica
En niños de 2-9 años y constantemente > 75%	En la población y > 75%	Holoendémica

II. MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DE DISPERSIÓN

Medidas de tendencia central

¿Cómo podemos definir el centro de una distribución? Mediante la moda, la mediana y la media. Estas medidas de tendencia central son valores representativos de datos para hacer interpretaciones y comparaciones. Son medidas de resumen que indican la tendencia normal de los registros de morbilidad y mortalidad. Son empleadas en la vigilancia epidemiológica y en estudios epidemiológicos para identificar y describir la distribución de un grupo de casos de acuerdo a:

- Variables de lugar y persona;
- Su período de incubación;
- Su tiempo al inicio de la enfermedad

Para diversos programas, las medidas de tendencia central más frecuentemente empleadas son: La Media o Promedio, Media Ponderada, Media Geométrica, Media Tricentral, Mediana y Moda.

Media/Promedio Fórmula: $Media = \Sigma (a)/n$

Durante 6 días se observó una mortalidad diaria en una gran ciudad de 22, 18, 23, 17, 19, 21 defunciones.

$Media = \Sigma (22+18+23+17+19+21)/6 = 20$ defunciones

Características: El promedio está influenciado por el valor numérico de cada término y es particularmente sensible a los valores extremos. Los promedios no deben promediarse entre sí.

Recomendable usarlo cuando:

1. La serie presenta una progresión aritmética;
2. Uno o dos términos sean iguales a 0, o tengan valores negativos;
3. Los datos sean satisfactoriamente homogéneos.

Promedio Ponderado Fórmula: $M_p = \frac{\sum (pa)}{\sum(p)}$

Durante el curso de un tratamiento se ha observado el siguiente número de pacientes

	Número de Pacientes (p)	Días de Fiebre (a)
(1)	6	4
(2)	3	6
(3)	1	8

El promedio/paciente no será: $4+6+8/3 = 6$ días

$$\text{Sino} = \frac{(6 \times 4) + (3 \times 6) + (1 \times 8)}{6 + 3 + 1} = 5 \text{ días}$$

Promedio Geométrico/Media Geométrica

$$\text{Fórmula} = \log G = \frac{n \sqrt[n]{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}}{N}$$

La evaluación parasitológica de la carga parasitaria, por gota gruesa, de Plasmodium falciparum en 5 pacientes es: 0, 180, 99, 110, 125. Entonces según la fórmula tenemos la sumatoria de los logaritmos de los valores:

$$\log G = \frac{5 \sqrt[5]{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}}{5}$$

$$\frac{\log 0 + \log 180 + \log 99 + \log 110 + \log 125}{5} =$$

$$1 + 2.25 + 1.99 + 2.04 + 2.09/5 = 2.0973$$

Luego para obtener el promedio se saca el Antilogaritmo de $2.0973 = 47.20$

El promedio geométrico de la carga parasitaria es de 47.20. Esta cifra es muy distinta al promedio aritmético que sería 102.8.

Características: El promedio geométrico está influenciado por el valor numérico de cada término. Pero es menos sensible que el promedio aritmético al valor de los términos extremos.

Recomendable usarlo cuando:

1. La serie presenta una progresión geométrica;
2. Hay que promediar variaciones proporcionales y valores relativos en general;
3. En la serie hay abundantes valores 0.

Media Tricentral

La media tricentral es una medida de tendencia central con mayor robustez por cuanto concentra los tres valores centrales para promediarlos minimizando la magnitud de la dispersión en torno a la media. Toma en cuenta una serie que debe constar de 5 elementos. Primero se ordena la serie de menor a mayor, o a la inversa si se prefiere, para luego eliminar los dos valores más extremos y finalmente se promedian los tres valores centrales para obtener el valor central. Los casos de malaria son reportados por semana epidemiológica. Veamos este ejemplo de 5 semanas con sus respectivos números de casos:

$$S1- 342; S2 - 432; S3 - 237; S4 - 123; S5 - 677.$$

Ordenando de menor a mayor, se elimina los valores extremos y se promedian los 3 valores centrales. Tenemos:

$$123 - (237 - 342 - 432) - 677$$

$$\text{Media Tricentral} = (237 + 342 + 432) / 3 = 337$$

Los valores de la Media Tricentral sirven para construir el Índice Epidémico o Endémico según el caso. Permite cuantificar la tendencia de la morbilidad de malaria registrada en el tiempo.

Cálculo de la Media para Datos Agrupados

Concentración de hemoglobina en mineros del Estado Amazonas.

CUADRO 5

Hb/gr. (Intervalo de clases)	Nro de Casos (Fi)	Pto. Medio del Intervalo de clase (Xi)	Productos de Fi x Xi
8 – 8.9	2	8.5	17.0
9 – 9.9	4	9.5	38.0
10 – 10.9	9	10.5	94.5
11 – 11.9	14	11.5	161.0
12 – 12.9	7	12.5	87.5
13 – 13.9	2	13.5	27.0
14 – 14.9	1	14.5	14.5
15 – 15.9	0	15.5	0.0
16 – 16.9	2	16.5	33.0
Total	41	--	472.5

$$M = \sum (Fi \times Xi) / n \rightarrow 472.5/41 = 11.5 \text{ gr Hb}$$

La Mediana (Ma), en una serie de datos, es aquel valor o punto medio que divide la serie ordenada en dos partes iguales; uno, con valores menores o iguales que la Mediana; el otro, con valores mayores o iguales que la mediana.

Fórmula:

$$Ma = \frac{\text{Número total de valores secuenciales en la serie} + 1}{2}$$

Serie impar: 3, 5, 8, 11, 15 $\rightarrow Ma = (5 + 1)/2 = 3 \rightarrow$ valor ubicada en la tercera posición = 8. $\rightarrow Ma = 8$.

Serie par: 7, 9, 11, 13, 15, 17 $\rightarrow Ma = (6 + 1)/2 = 3.5 \rightarrow$ valores ubicadas entre tercera y cuarta posición: 11 y 13, y se promedian: $(11 + 13)/2 = 12, \rightarrow Ma = 12$

Características:

1. La Mediana es un valor más representativo que la Media cuando la serie de datos están desviados a la derecha o a la izquierda, es decir una serie sesgada por valores extremos.
2. Está influenciada por el número de términos y sólo por el valor numérico del o de los dos términos centrales.
3. Con un número de términos impar, y en progresiones aritmética, geométrica, y armónica, la Mediana tiene el mismo valor numérico que los respectivos promedios aritméticos, geométricos, y armónicos. Ejm:
 2, 4, 6, 8, 10 → M o Ma = 6
 3, 6, 12, 24, 48 → G o Ma = 12
 0.125, 0.166, 0.250, 0.500, 1.00 → A o Ma = 0.250

Se recomienda su uso:

1. En estudios de brotes por intoxicaciones alimentarias para estimar el horario de inicio de la exposición.
2. Cuando se trata de series con clases abiertas: < 15 a; 15 – 45a; 65 >
3. Cuando las series sean poco simétricas o atípicas.

Cálculo de la Mediana para Datos Agrupados

Concentración de hemoglobina en mineros del Estado Amazonas

CUADRO 6

Hb/gr. (Intervalo de clases)	Nro de Casos (Fi)	Pto. Medio del Intervalo de clase (Xi)	Productos de Fi x Xi
8 - 8.9	2	8.5	17.0
9 - 9.9	4	9.5	38.0
10 - 10.9	9	10.5	94.5
11 - 11.9	14	11.5	161.0
12 - 12.9	7	12.5	87.5
13 - 13.9	2	13.5	27.0
14 - 14.9	1	14.5	14.5
15 - 15.9	0	15.5	0.0
16 - 16.9	2	16.5	33.0
Total	41	--	472.5

Aplicamos la fórmula $Ma = L + (JW/f)$

Donde:

L = Límite inferior del intervalo de clase → 11 (2+4+9+14) donde se ubica el caso 21 $(41 + 1)/2$.

J = Casos acumulados (n =15) → (2+4+9) hasta el intervalo de la clase inmediatamente inferior al caso 21, y se le resta de ese valor: $21 - 15 = 6$.

W = Módulo de la clase: $11.0 - 11.9 = 0.9$

f = número de casos en el intervalo 11.0 – 11.9 (n = 14)

$$\therefore Ma = 11 + (6 \times 0.9/14) = 11.38 \text{ gr Hb}$$

La Moda o Valor Dominante

La Moda (M_o) es el valor más común de una serie; el más frecuente o el valor más típico de la serie. Es muy poco utilizada.

$$3, 4, 6, 6, 6, 9, 12 \rightarrow M_o = 6$$

Fórmula para calcular la Moda de una serie agrupada $\rightarrow M_o = 3 M_a - 2 M$

En los ejemplos anteriores de la cuantificación de la media y mediana de la concentración de Hb en Amazonas, el Modo para esa serie agrupada sería:

$$M_o = 3(11.38) - 2(11.5) = 11$$

Medidas de Dispersión

Desviación Estándar

CUADRO 7

Pesos (kg)	Desviaciones	Desviaciones Absolutas	Desviaciones al cuadrado
10	- 30	30	900
20	- 20	20	400
30	- 10	10	100
50	10	10	100
90	50	50	2500
$200/5 = 40$	--	--	$s^2 = \sqrt{4000/4}$

$$s^2 = \sqrt{4000/4} = \sqrt{1000} = 32$$

La desviación estándar toma en consideración la magnitud de dispersión en torno a un promedio. Mientras menos disperso sea la desviación estándar más confiable y robusto es el promedio obtenido de una serie de valores para hacer inferencias.

Coeficiente de Variación

$$\text{Fórmula} \rightarrow CV = \text{Desviación Estándar} \div \text{Media} \times 100$$

El Coeficiente de Variación no es afectado por las unidades originales de medición. Es una cuantificación conveniente para comparar la variabilidad de cada desviación estándar como un porcentaje de la media. Por ejemplo, el coeficiente de variación puede ser calculado para la longitud de las alas de *Anopheles darlingi*.

CUADRO 8

	Longitud Media (mm)	Desviación Estándar (mm)
Longitud de las alas	2.59	0.208
Anchura de las alas	0.622	0.0764

CV de la longitud de las alas = $(0.208/2.59) \times 100 = 8\%$

CV de la anchura de las alas = $(0.0764/0.622) \times 100 = 12\%$

La variación es mayor en la anchura de las alas que en la longitud de ellas en una proporción de 12:8.

Intervalo de Confianza $\pi = p \pm 1.96 \sqrt{p(1-p)/n}$

Donde p = prevalencia previa o proporción conocida de estudios anteriores y 1 – p su complemento y a veces denominado q. Y n = total de personas evaluadas, o tamaño de la muestra.

De 1.500 mineros, 780 son positivos por malaria y 720 no lo son

Proporción de positivos = $780/1500 = .52 \times 100 = 52\%$

$\pi = .52 \pm 1.96 \sqrt{.52(.48)/1500} = .03$

$\pi = .52 \pm .03 = .49 \text{ a } .55 \times (100)$

$\pi =$ Estimativo del resto del área es de 49 a 55%

Mientras más estrecho sean los valores del intervalo de confianza, más confiable y robusta es la proporción obtenida para hacer inferencias.

III. ESCALAS DE MEDICIÓN

Variables

Las variables son atributos o eventos que se pueden medir en un estudio. Pueden tomar distintos valores y escalas. En salud pública consisten en observaciones hechas sobre individuos de diversas maneras: casos de malaria o dengue, conteo de hemáties, muestras de orina, roedores, triatominos o enfermos en un hospital.

1. VARIABLES CUANTITATIVAS: (INTERVALOS, DIMENSIONALES)

Son expresados como íntegros, fracciones o decimales. Guardan iguales distancias entre los intervalos sucesivos.

A. CUANTITATIVAS CONTINUAS: Peso, Edad, Hora, Concentración de sodio en sangre.

B. CUANTITATIVAS DISCONTINUAS O DISCRETAS: Número de hijos, número de alumnos de una escuela, número de dientes.

2. VARIABLES CUALITATIVAS: (CATEGÓRICAS, DISCRETAS)

Son expresados en dos o más categorías que no guardan iguales distancias entre los intervalos.

A. **DICOTÓMICAS:** Sí/No; Masculino/Femenino; Fuma/No fuma.

B. **POLICOTÓMICAS:** Más de dos variables categóricas que pueden ser nominales u ordinales

1. **NOMINALES:** Son variables enumeradas sin un ordenamiento específico: Razas o etnias, países, color del cabello.

2. **ORDINALES:** Son variables ordenadas según una escala o secuencia ordenada:

A. Dolor: 1.Leve, 2.Moderado, 3.Intenso.

B. Resultados de laboratorio: 1+, 2+, 3+.

A estas variables se les conoce también como PSEUDOCONTINUAS

Derivación de variables

En ocasiones es necesario derivar variables para poder facilitar los análisis estadísticos y para ello es preciso tomarlas de su fuente original y transformarlas.

1. **VARIABLES CATEGORIZADAS:** Cuando categorizamos la edad en una variable cualitativa al conformar grupos de edad, por ejemplo de 24 – 29 años. En circunstancias normales la edad es una variable continua (puede expresarse en años, meses, días, etc.).

2. **VARIABLES CON BASE EN VALORES UMBRALES:** Como en los siguientes ejemplos:

CUADRO 9

Variable derivada	Variable original
Bajo peso al nacer	Peso al nacer
Sí	< 2.500 g
No	≥ 2.500 g
Estatus de la Vitamina A	Nivel sérico de retinol
Deficiencia severa	< 0.35 µmol/l
Deficiencia moderada	0.35 – 0.69 µmol/l
Normal	≥ 70 µmol/l

3. VARIABLES DERIVADAS EN CURVAS DE REFERENCIA CON BASE EN VALORES POBLACIONALES ESTÁNDAR: Cuando monitoreamos el crecimiento de un niño cotejando su peso y talla por medio de curvas de crecimiento.

4. VARIABLES TRANSFORMADAS: Cuando transformamos variables numéricas en otras escalas. Por ejemplo la escala aritmética es convertida en una escala geométrica para contajes de parásitos, huevos de helmintos en heces, titulaciones o concentraciones de sustancias.

Variables de exposición y resultantes

Para poder escoger métodos estadísticos apropiados es importante distinguir entre variables resultantes y variables de exposición como en el siguiente cuadro:

CUADRO 10

Variable resultante	Variable de exposición
Niño con bajo peso al nacer	Madre fuma durante el embarazo(Sí/No)
Estatus antropométrico a 1 año de nacido (valor z según peso por edad)	Duración de lactancia materna exclusivamente (en semanas)
Número de episodios diarreicos en 1 año	Acceso a agua potable (Sí/No)
Niño leucémico (Sí/No)	Proximidad a una planta nuclear
Tiempo de sobrevida por cáncer pulmonar (meses)	Estatus socioeconómico (estratos A-E)

IV. INDICADORES

Las variables cuantitativas se emplean para conformar medidas de tendencia central y de dispersión, mientras que las variables cualitativas son usadas para establecer tasas, proporciones y razones.

Determinación de frecuencias: Tasas, Índices y Razones

La cuantificación epidemiológica de la frecuencia de la malaria tiene como componente esencial la contabilidad de los casos que se producen en la población. No obstante, sin otro calificativo, el conteo de casos por sí solo no es particularmente informativo. Es un dato crudo y no permite hacer comparaciones entre comunidades. Es necesario tomar en cuenta el tamaño de la población en

Frecuencia: En Epidemiología, término general que se refiere a la aparición de la enfermedad (en este caso la malaria), o de otro atributo o hecho en una población, sin hacer distinción entre Incidencia o Prevalencia.
(Last, 1989)

referencia y el tiempo de duración de la observación. Existen dos importantes formas de cuantificar ese conteo o la frecuencia de la malaria, o la medición de los problemas de salud que se suscitan, o del uso de los servicios de salud: son las tasas de **incidencia** y **prevalencia**.

Un diagnóstico de comunidad siempre debe expresarse en términos de tasas, que relacionará datos de la enfermedad con respecto a los datos de la población entera. La Epidemiología es una disciplina comparativa y desde luego únicamente las tasas permiten hacer comparaciones y no el número de casos en forma cruda o absoluta.

La incidencia de malaria determina el número de casos, episodios o eventos nuevos que se están presentando o detectando en un período de tiempo definido que generalmente es de un año. Es una medición activa y continua. Los casos incidentes son los primeros en ocurrir en el lapso de tiempo establecido. Como medida de efecto, la incidencia es el mejor indicador del comportamiento de la intensidad de la transmisión: aumenta, disminuye o no se modifica. Es la medida de frecuencia preferible para evaluar la efectividad de las intervenciones en los programas de control. También es la más empleada por el sistema de vigilancia epidemiológica para conocer la velocidad con que se manifiesta la enfermedad.

La búsqueda activa de febricitantes actuales o recientes diariamente (tarea realizada por los visitantes rurales) y la búsqueda pasiva mediante la llegada de enfermos de malaria a los centros de salud (tarea realizada por el personal de salud en esos centros de salud), permite conocer la incidencia de la malaria semanalmente, por mes o año y se expresa como la Incidencia Parasitaria Anual (IPA) o Mensual (IPM) según el caso.

La búsqueda activa por el personal de campo resulta ineficiente y muy costosa cuando la IPA se ubica entre 0.1 a 0.01‰ o menos. En su lugar la búsqueda pasiva tiene mayor relevancia y esta actividad recae en los puestos de notificación ubicados en los centros de salud.

Para brindar diagnósticos oportunos el Programa de Malaria ha facilitado la búsqueda pasiva activada. En los sitios donde funciona (de difícil acceso o áreas problemáticas) se ubica un microscopio para facilitar diagnósticos tempranos y tratamientos oportunos. No hay búsqueda activa en estos sitios, sino que los febricitantes acuden a ellos para descartar estar enfermos mediante la toma de la gota gruesa.

La Incidencia Parasitaria Anual es una forma de Tasa de Incidencia Acumulada (conocida también como Proporción de Incidencia) y cuantifica la proporción de personas que se convierten, en un intervalo de tiempo determinado, desde un estado de no enfermo a enfermo en una población cerrada (no ingresan ni salen miembros y se usan datos de censos para contabilizar la población total). Lo usamos mayormente para denotar la incidencia de episodios maláricos ya

que una persona puede padecer varios episodios en un año. Una persona que se enferma tres veces de malaria es registrada como 3 casos de malaria, y en consecuencia una IPA de 71.3‰ puede ser generada por 428 casos de malaria en una población de 600 habitantes.

Cabe destacar que en el numerador debe incluirse todos los tipos de casos según su clasificación, como también se puede seleccionar solamente los casos importados o los autóctonos para hacer un cálculo de una IPA de casos importados o IPA de casos autóctonos.

La IPA denota intensidad de la transmisión malárica y es un buen indicador de la eficacia de las medidas de intervención o de la eficiencia del Programa de Malaria.

Incidencia Parasitaria Anual (IPA) =

$$\frac{\text{Número de personas que se enferman de malaria en un tiempo determinado (casos nuevos)}}{\text{Total de personas libres de enfermedad en una población cerrada a riesgo al comienzo del tiempo determinado o bajo vigilancia}} \times 1000$$

La prevalencia de malaria determina el número de casos, episodios o eventos, nuevos y viejos, existentes en un momento dado o período determinado. La Tasa de Prevalencia es una cuantificación estática o “fotografía” de la frecuencia que prevalece en un momento determinado. Es una proporción y como tal cuando se multiplica por el factor 100 y en cuyo caso se le conoce como la Tasa de Prevalencia Porcentual para distinguirla de la Tasa de Prevalencia propiamente dicha que se multiplica por 1000.

Tasa de Prevalencia =

$$\frac{\text{Número de personas enfermas de malaria en un tiempo determinado (casos nuevos y viejos)}}{\text{Número de personas en la población a riesgo o bajo observación en un tiempo determinado}} \times 1000$$

Prevalencia Puntual o Instantánea: Es el número de personas que se encuentran enfermas en un momento determinado entre la población expuesta a riesgo en ese momento particular. Por ejemplo: prevalencia el 6 de julio de 2006.

Prevalencia de Período: Representa un híbrido de incidencia y prevalencia dentro un lapso de tiempo definido y de mayor duración, digamos 5 años. Es la proporción de personas de una población cerrada, que tendrían la enfermedad o la desarrollarían durante ese período, es decir un cúmulo de casos viejos y nuevos.

Varios factores pueden influenciar la tasa de prevalencia, en particular:

1. La severidad de la enfermedad (si muchos enfermos llegan a morir la tasa de prevalencia disminuye);
2. La duración de la enfermedad (si la enfermedad es de corta duración entonces la tasa de prevalencia es menor, y por el contrario la tasa se incrementa cuando la duración es larga);
3. El número de casos nuevos (si se registran muchos casos nuevos la tasa de prevalencia aumenta, caso contrario cuando hay pocos casos nuevos);
4. Mejoras en los métodos de diagnóstico o en los reportes de enfermedad incrementan la prevalencia; pero mejoras en la tasa de curación lo disminuye.

En poblaciones donde la ocurrencia de eventos o atributos son estables, la prevalencia es proporcional al producto de la incidencia y el promedio de la duración del evento: $P = I \cdot d$.

Ejemplo de Cálculo:

Si la tasa de incidencia de malaria es 200/1000 ó 0.20 por año, y la duración promedio de un caso es de 2 meses ó 2/12 de un año, entonces la prevalencia esperada sería:

$$P = I \cdot d \rightarrow 0.20 \times (2/12) = 0.033 \text{ ó } 3.3\%$$

Que sean “estables” significa que la incidencia y el promedio de la duración de la enfermedad son constantes en el tiempo

Tasa de Ataque: Es una forma de incidencia que mide la proporción de personas en una población que experimenta un evento de salud súbito o agudo durante un período limitado (por ejemplo un brote, o desastre natural) y se calcula como:

$$\frac{\text{Número de casos nuevos con el evento de salud}}{\text{Tamaño de la población al comienzo del período de observación}} \times 100$$

Tasa de Ataque Secundario: Es un tipo de frecuencia de casos nuevos de una enfermedad entre los contactos conocidos de esos enfermos transcurridos un período de incubación. A menudo se calcula para documentar la diferencia entre la transmisión de enfermedad en el ámbito de comunidad con respecto a una casa, un cuartel, una guardería o cualquier otro grupo humano cerrado. Permite definir con claridad la transmisión autóctona de los casos introducidos.

Ejemplo: Cálculo de una Tasa de Ataque Secundario

Un brote de shigellosis genera 18 personas enfermas de diferentes hogares. Si la población de la comunidad es de 1000 habitantes, entonces la Tasa de Ataque Global es de $(18/1000) \times 100 = 1.8\%$. Transcurrido un período de incubación, 17 personas se enferman de shigellosis en las mismas casas de los 18 casos primarios. Si en esos 18 hogares viven 86 personas, la Tasa de Ataque Secundario es:

$$\text{Tasa de Ataque Secundario} = 17/(86-18) \times 100\% = 25.0\%$$

Índice Anual de Exámenes de Sangre (IAES): Es el total de muestras hemáticas, recolectadas mediante la búsqueda activa y pasiva, y examinadas; expresándose como un porcentaje de la población en un año. Este indicador cuantifica el rendimiento o la capacidad de la búsqueda de los casos.

$$\frac{\text{Total de láminas tomadas}}{\text{Población bajo vigilancia o a riesgo}} \times 100$$

Para el cómputo del IAES no deben ser incluidas las láminas que se toman por seguimiento a casos, ni aquéllas producto de una encuesta o investigación, o por la toma masiva de láminas. Un IAES de $\geq 10\%$ se considera "adecuada". El IAES permite conocer el rendimiento de la búsqueda de casos. También se puede disgregar la información por los tipos de búsqueda: activa o pasiva.

Índice de Láminas Positivas (ILP): Es el total de láminas positivas expresadas como un porcentaje con relación al total de láminas tomadas. Expresa la magnitud de la positividad entre los febricitantes. Este indicador revela la magnitud de la positividad en las personas febriles.

$$\text{ILP} = \frac{\text{Total de láminas positivas}}{\text{Total de láminas tomadas}} \times 100$$

Tasa de Mortalidad: Tasa análoga a la Tasa de Incidencia pero referida a muertes en lugar de casos. Esta tasa puede ser calculada y referida a toda la población de Venezuela, un estado, un municipio o un lugar. Puede además ser calculada para grupos específicos (grupo étnico, grupos de edad, mujeres, hombres, por ocupación, religión o raza):

$$\text{T Mortalidad} = \frac{\text{Número de personas fallecidas por malaria}}{\text{Población total a riesgo o bajo vigilancia}} \times 100.000$$

Tasa de Letalidad: Es la proporción de casos de una enfermedad determinada cuya evolución resulta en la muerte dentro de un tiempo específico. Mide la severidad de la enfermedad.

$$\text{Tasa de letalidad por malaria} = \frac{\text{Número de personas que mueren por malaria}}{\text{Número de personas con malaria}} \times 100$$

Fórmula Parasitaria: Es la frecuencia relativa de las especies parasitarias de malaria humana encontrada en una serie de láminas positivas. En los casos de infección mixta se cuenta por separado cada una de las especies observadas en la lámina. No debe confundir su cálculo con la Tasa de Infección General o Tasa de Infección por Especie.

$$\text{Fórmula Parasitaria} = \frac{\text{Número de muestras hemáticas positivas por especie}}{\text{Total de muestras hemáticas positivas}} \times 100$$

Tasa de Infección General o por Especie: Proporción de personas halladas con infecciones parasitarias o de una especie parasitaria de malaria.

Cálculo: De 100 láminas tomadas, hay 40 infecciones por *P. vivax*, 20 por *P. falciparum* y 2 por *P. malariae*. La Tasa de Infección General es 62% (62/100) y la Tasa de Infección por *P. vivax* es 40% (40/100). Pero la Fórmula Parasitaria a *P. vivax* es 64.5% (40/62), a *P. falciparum* es 32.2% (20/62) y *P. malariae* es 3.2% (2/62).

Toma Masiva de Muestras Hemáticas

La (TMMH) tiene como objetivo la investigación epidemiológica de focos de malaria. Es una encuesta hemática y por lo tanto la proporción obtenida de la evaluación es una prevalencia puntual. Es un método especial de búsqueda de casos por el cual se toma muestras de sangre de todos los individuos en una comunidad o grupo de comunidades o de un área. Difiere de los dos métodos principales de búsqueda de casos (búsqueda activa y pasiva) en que no se emplea en forma rutinaria sino únicamente para fines especiales. Es aplicada a lugares o áreas delimitadas, dentro del área bajo vigilancia, y no incluye ningún procedimiento de selección. Procede a realizarla cuando:

1. Las condiciones epidemiológicas conducen a la sospecha de que la persistencia de la transmisión pudiera deberse a una fuente de infección no descubierta.
2. En áreas problema donde los métodos normales de búsqueda de casos no aportan prueba suficiente de la interrupción de la transmisión y de la eliminación de fuentes potenciales de transmisión residual.
3. En congregaciones humanas: grupo de trabajadores durante temporadas de zafra; grupos étnicos que viven en conglomeraciones o asentamientos concentrados.

4. Como un método de comprobación o evaluación del sistema rutinario de búsqueda de casos.

En consecuencia, la información obtenida de ella debe ser analizada separadamente y no ser incluida con la información obtenida por la vigilancia epidemiológica (búsqueda activa y pasiva) para los efectos de la denuncia semanal de casos. Con frecuencia se emplea en los servicios para determinar la existencia o persistencia de personas infectadas cuando la transmisión es baja o cuando surgen dudas acerca de la interrupción de la transmisión malárica. Este proceso es costoso e implica una sobrecarga de trabajo al servicio, por cuanto su objetivo es procurar cubrir 100% de la población aparentemente sana.

En ocasiones, dado que la TMMH es una prevalencia puntual y diferente de la incidencia obtenida por actividades de búsqueda activa y pasiva, es necesario aplicarla varias veces debido a la variación de la parasitemia. Bajo ninguna circunstancia debe emplearse la toma masiva de muestras hemáticas cuando hay transmisión activa o en situaciones de brote.

V. GRÁFICOS Y TABLAS

Gráfico

GRÁFICO: Idea sintetizadora que ayuda en el análisis de los datos.

CLASES: Existen dos clases de gráficos: 1. Los que van a mostrar variaciones de determinados fenómenos, 2. Los que aportan una información o análisis gráfico.

ELEMENTOS:

1. Título (qué, dónde, cuándo).
2. Gráfico propiamente dicho.
3. Notas explicativas.

Normas generales para su elaboración

- Forma rectangular en su presentación con dos líneas en ángulo recto: “coordenadas rectangulares”.
- La línea horizontal o abscisa, se destina para las diferentes clases de la escala que se usa.
- La línea vertical u ordenada, se destina para anotar la frecuencia, o número de veces que se observa un fenómeno determinado.
- Las dos escalas deben ser de la misma longitud o algo mayor la abscisa que la vertical. Deben guardar una proporción de 1:1 ó 1:2. Si la ordenada mide 10 cm. la abscisa debe medir entre 10 y 20 cm. para no crear una distorsión del fenómeno que se observa.

- Las escalas deben comenzar desde cero para evitar apreciaciones incorrectas de los datos.
- Los gráficos se deben partir si los valores son muy elevados y hay pequeñas fluctuaciones solamente.
- Cada escala debe ser rotulada para comprender fácilmente qué representa: edad en años, kilos de peso, etc.
- No deben existir demasiadas subdivisiones en las escalas por su recargo gráfico.
- En lo posible emplear números enteros.

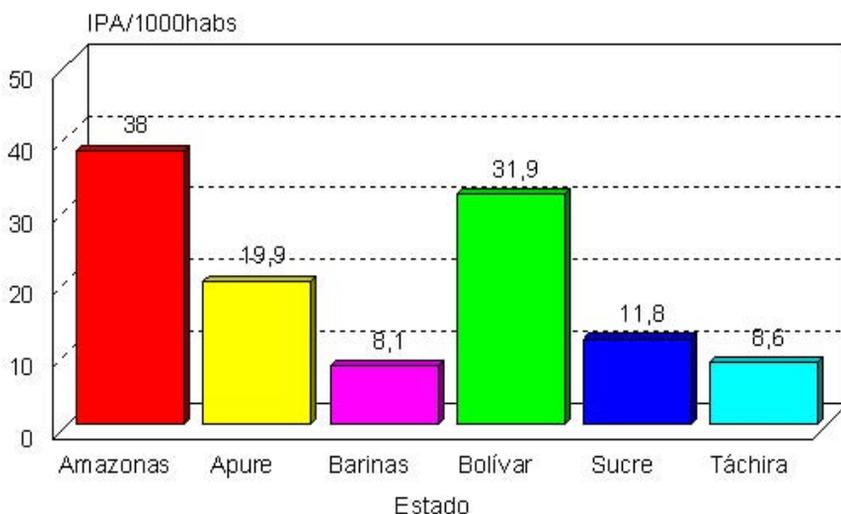
Principales gráficos según escala de variables

1. Barras Sencillas: Para ilustrar distribuciones de frecuencias en escala cualitativa y cuantitativa discontinua: para series cronológicas cuando son pocos los valores. Las gráficas de barras sencillas pueden ser horizontales o verticales como en los siguientes ejemplos.

GRAFICO 1

Incidencia Parasitaria Anual por Estado.

Venezuela. 1997

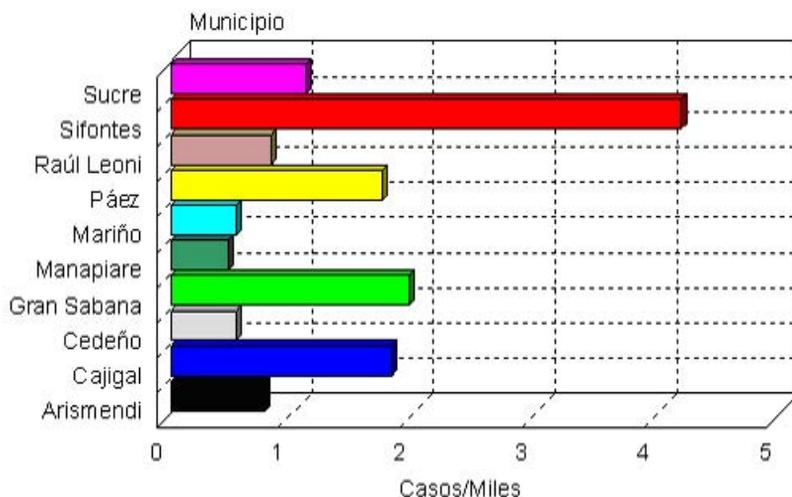


Alberto Aché. 1997.

GRAFICO 2

Malaria por Municipio

Venezuela. 1998



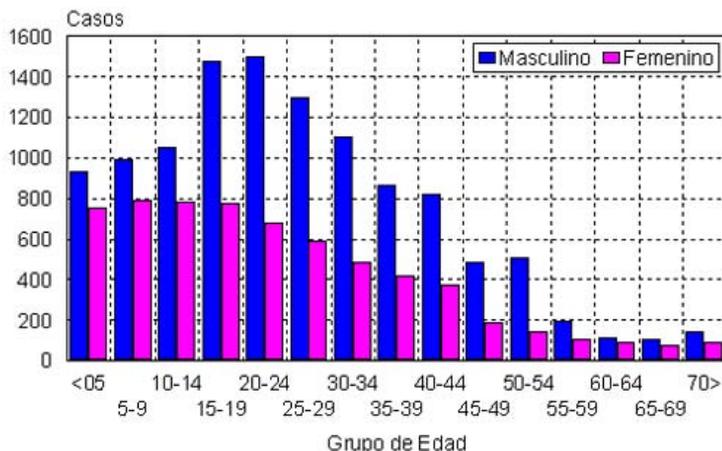
Alberto Aché. 1998.

2. Barras Dobles y Barras Compuestas: Para representar datos de asociación (por ejemplo, en relación con el tiempo) cuyas dos escalas sean cualitativas y cuantitativas discontinuas.

GRAFICO 3

Malaria por Edad y Género

Venezuela. 1998

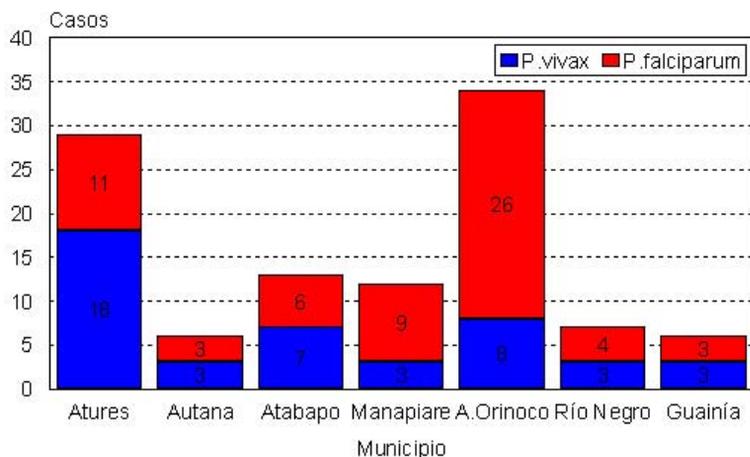


Alberto Aché. 1998.

GRAFICO 4

Malaria por especie según municipio

Amazonas. 2008



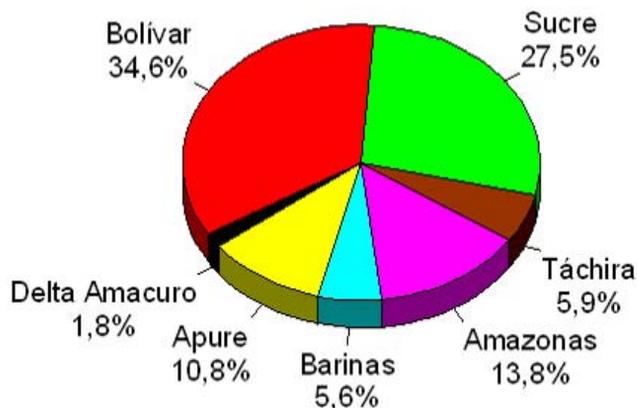
Alberto Aché. 2008

3. Diagrama de Sectores: Para fines comparativos e ilustrar los diversos componentes de una serie compuesto de datos en escala cualitativa, cuantitativa discontinua, cuantitativa continua, porcentajes, o cifras absolutas.

GRAFICO 5

Porcentaje de Malaria por Estado

Venezuela. 1997



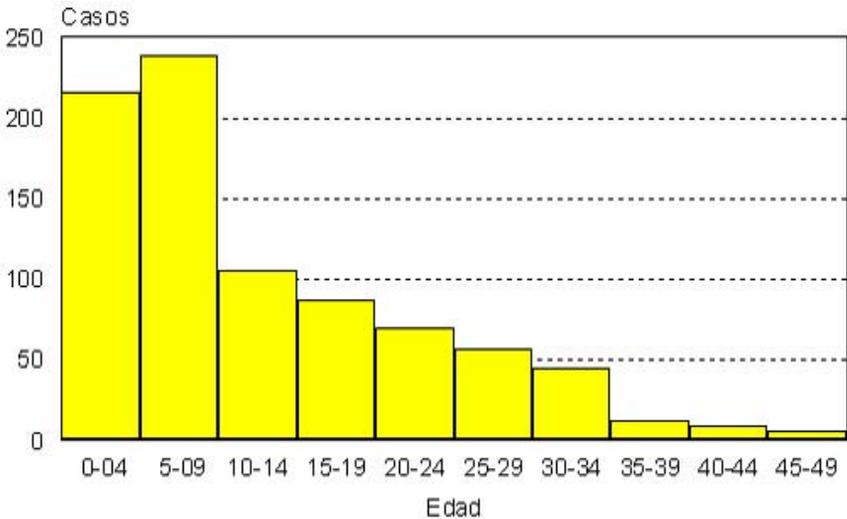
Alberto Aché. 1997.

4. Histograma: Para representar distribuciones de frecuencias en escala cuantitativa continua y porcentajes. El histograma permite obtener por cada clase el número de casos promedio por unidad de escala.

GRAFICO 6

Morbilidad de Malaria por Edad

Estado Delta Amacuro. 1996.



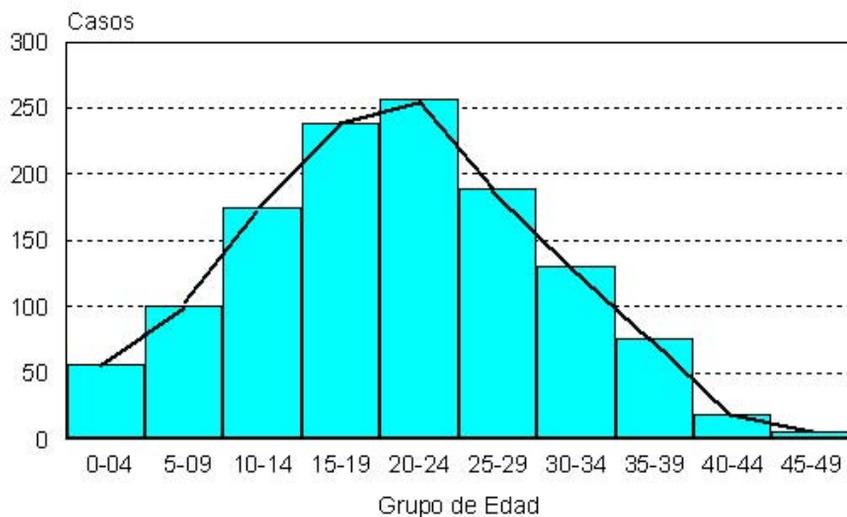
Alberto Aché. 1996.

5. Polígono de Frecuencias: Detalles para su construcción son iguales que el histograma mas no usa rectángulos, sino una serie de puntos que se colocan a la altura, en la parte media de cada clase, que ocuparían los rectángulos del histograma. Luego, estos puntos son unidos para ilustrar continuidad de la escala cuantitativa continua. Representa las diferencias absolutas o relativas cuando hay comparaciones entre dos distribuciones de frecuencias, por ejemplo una tasa de mortalidad entre género masculino y femenino. El histograma debe preferirse al polígono de frecuencia.

GRAFICO 7

Morbilidad de Malaria por Edad

Estado Delta Amacuro. 1987



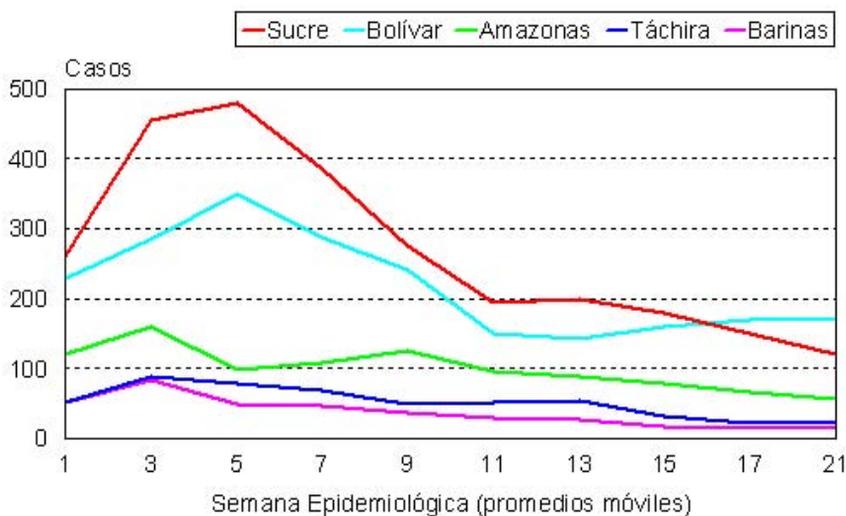
Alberto Aché. 1987.

6. Diagrama de líneas: Para ilustrar distribuciones de escala cuantitativas discontinuas y serie cronológicas.

GRAFICO 8

Morbilidad estatal semanal por malaria

Venezuela. 1997



Alberto Aché. 1997.

7. Cartograma: Representación gráfica de un mapa que puede condensar datos en números absolutos, escalas cualitativas, cuantitativas discontinuas, cuantitativas continuas, porcentajes y áreas de riesgo

FIGURA 1

PROGRAMA DE MALARIA
AREAS DE RIESGO POR MUNICIPIOS Y ESTADOS
VENEZUELA
1991 - 1995

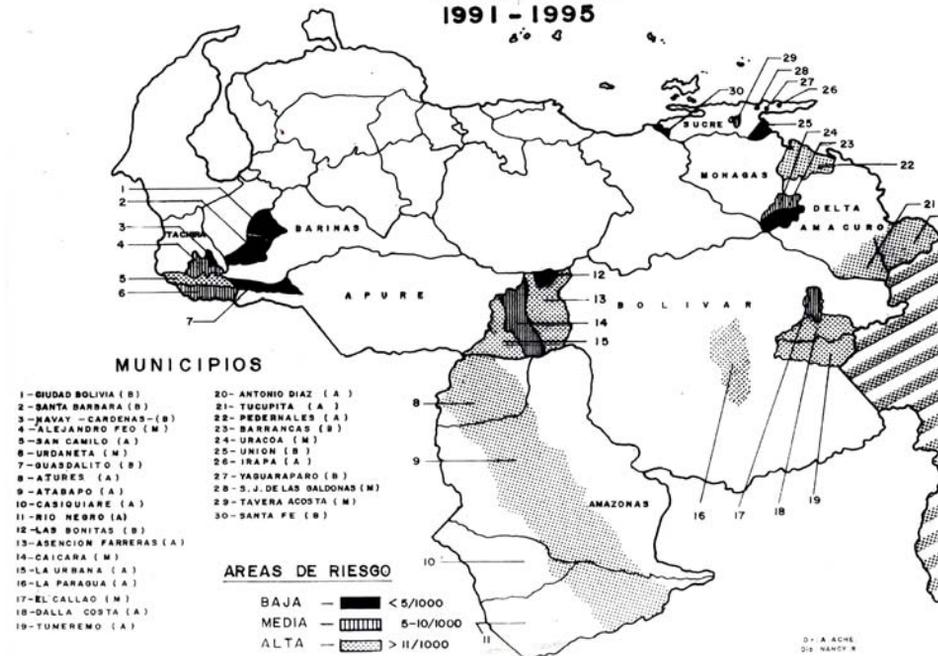


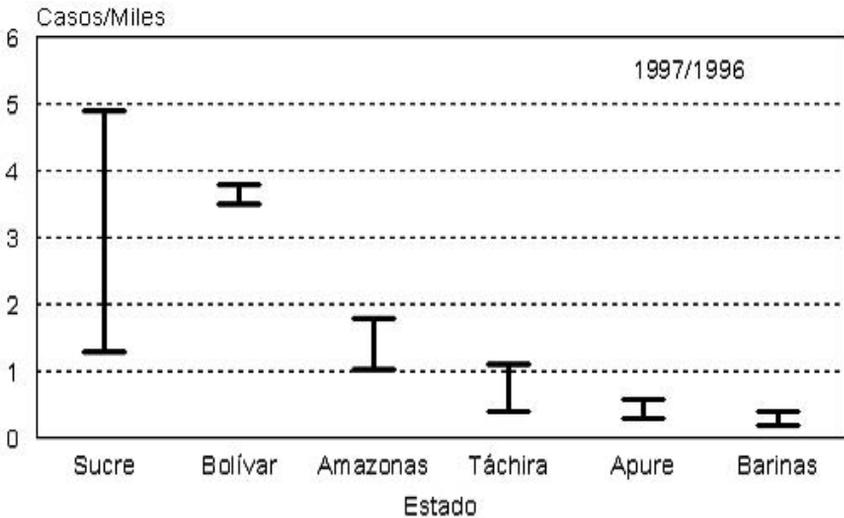
Gráfico elaborado por Alberto Aché y Nancy Rondón. 1996

8. Barras de Error: (I) Ilustran distribuciones comparativas de frecuencias cuantitativas discontinuas, cuantitativas continuas y números absolutos. En el gráfico la morbilidad correspondiente a 1997 fue mayor en todos los estado. Sin embargo el diferencial mayor de registro de casos se observa en el estado Sucre.

GRAFICO 9

Malaria por Estado

Venezuela. 1997/1996



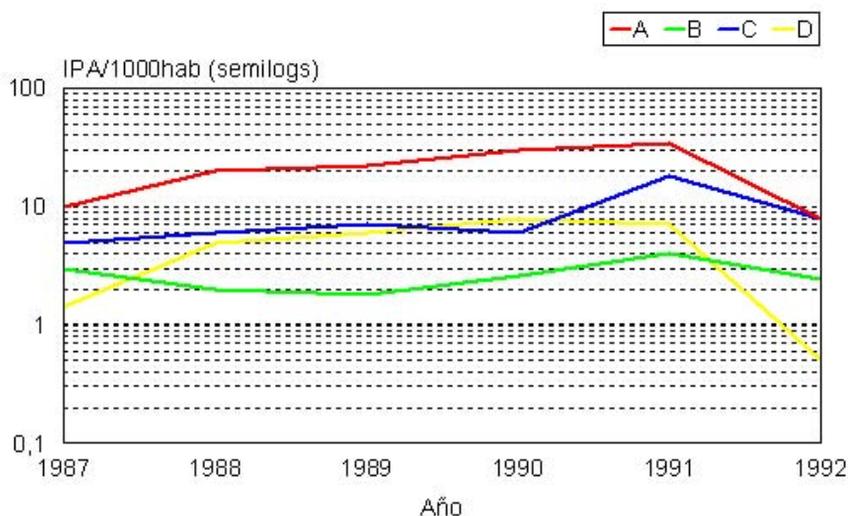
Alberto Aché. 1998.

9. Diagrama Semilogarítmica: Emplea una escala logarítmica en la escala de las ordenadas (y) en combinación con una escala aritmética en el eje de la abscisa (x). La impresión visual que brinda expresa las diferencias proporcionales directamente que no se logra con la escala aritmética. Es decir, se aprecia gráficamente un aumento o descenso de 10%, 50% ó 60% según cada Demarcación. Además, permite mostrar fluctuaciones de una serie de valores que en la escala aritmética no se aprecian debido a la sobreposición de líneas.

GRAFICO 10

Incidencia por malaria según Demarcación

Estado Sucre. 1987-1992



Alberto Aché. 1993.

10. Diagrama Polar: Primero se calcula el promedio de la morbilidad por malaria por municipio y se toma ese promedio como radio, ajustado a escala, para trazar el círculo. Luego se grafican los valores mensuales; sobresaliendo aquellos que están en exceso y recortando los que se encuentran bajos. Este gráfico permite visualizar fluctuaciones de la morbilidad y a su vez hacer comparaciones por áreas.

GRAFICO 11

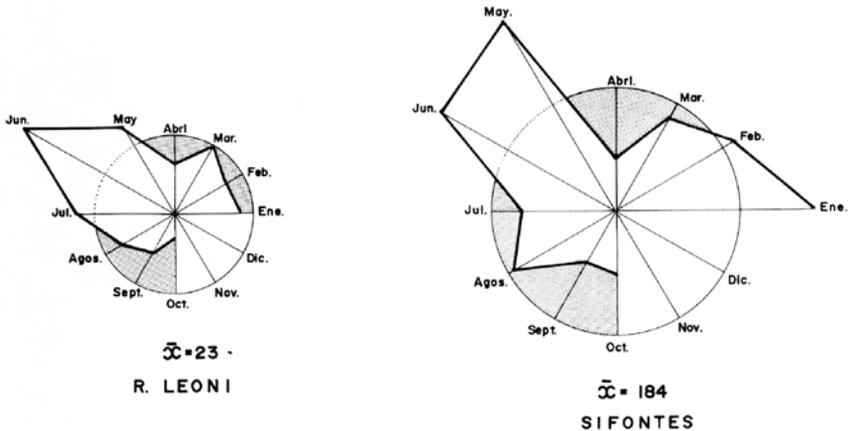
CASOS DE *Plasmodium falciparum* POR MUNICIPIOS
ESTADO BOLIVAR. 1998

Gráfico elaborado por Alberto Aché y Jesús Barrios. 1998

Cuadros estadísticos

- Rótulo debe ser claro, conciso y especificar la información en función de persona, tiempo y lugar.
 - La naturaleza de los datos - (¿qué?)
 - La localidad, país, estado, municipio, área - (¿dónde?)
 - Período o tiempo a que se refieren los datos - (¿cuándo?)
- El Cuadro propiamente dicho, con su numeración.
- Etiquetar cada columna y fila, e incluir las unidades de medición de los datos (por ejemplo, año, mm, Hg, mg/dl).
- Exhibir totales para las columnas y filas cuando sea apropiado. Si hay porcentajes (%) aportar el total (siempre debe sumar 100).
- Identificar aquellos datos que faltan o han sido excluidos, bien sea en el mismo cuadro, por debajo del cuadro, o con una nota a pie de página.
- Explicar los códigos, abreviaturas o símbolos a pie del cuadro (por ejemplo: Sífilis P & S = Sífilis Primaria y Secundaria).
- Indicar la fuente de los datos por debajo del cuadro.

VI. MÉTODOS BÁSICOS DE EVALUACIÓN EPIDEMIOLÓGICOS EN MALARIA

1. Encuestas malariométricas: permiten establecer la prevalencia de la malaria en un momento dado, y facilitan evaluaciones rápidas de una determinada situación. Pueden ser parasitológicas o esplénicas; como también de comportamiento humano.
2. Búsqueda de casos: mediante la vigilancia epidemiológica activa y pasiva. También permite el estudio individual del caso de malaria para establecer el caso primario y área de transmisión.
3. Investigaciones epidemiológicas: abarcan los estudios observacionales de cohorte, casos-controles y transversales; como también los estudios experimentales como ensayos clínicos y ensayos de comunidad.
4. Estudios entomológicos: permiten incriminar a los vectores responsables y conocer su etología para la aplicación correcta de medidas de intervención.

Análisis de una situación malárica

El análisis completo de una situación malárica deberá incluir una descripción de la distribución de la enfermedad en función de persona (quiénes), tiempo (cuándo) y lugar (dónde); sus consecuencias en términos de morbilidad, mortalidad y pérdidas económicas. De ser posible deberá incluir una explicación de esa distribución en cuanto a sus factores causales potenciales (ocupacional, religiosa, geográfica, ecológica, social, política, biológica y económica). Tomar en consideración todas las facetas de las intervenciones: control de vectores y participación activa de la población en las actividades de control.

Es indispensable contar con buenas fuentes de información para que el manejo de los datos sea veraz y así poder confeccionar indicadores malariométricos confiables, así como de datos entomológicos y climatológicos, y una adecuada utilización de la estadística para establecer la cadena causal e instrumentar una priorización de las acciones de control donde y cuando sean necesarios.

Ese análisis exhaustivo en ocasiones no sería práctico debido a la situación endémica o epidémica de la enfermedad. Por lo tanto, el control de la malaria tendrá que depender de un conocimiento imperfecto, ya que muchos factores no podrán ser determinados y la discriminación de los factores causales se harán paulatinamente sobre la marcha. La estratificación es una alternativa que facilita la reducción de la complejidad de muchas situaciones maláricas.

Dado que la malaria está íntimamente relacionada con varios factores, es conveniente observar la presencia de “casas maláricas”, detallar los movimientos poblacionales y evaluar demográficamente quiénes se están enfermando (si hay niños pequeños enfermos es indicativo que la infección se está generando dentro de las casas; si los enfermos son adultos predominantemente y se desplazan fuera de la comunidad, es probable que la transmisión está ocurriendo en otro lugar), y recorrer los alrededores de las casas y la comunidad para detectar criaderos y evaluar su eliminación a la brevedad posible con la ayuda de los miembros de la comunidad. Es importante hacer capturas de anofelinos para determinar el horario mayor de picadura, y si los vectores son endófilos o exófilos y si son endofágicos o exofágicos.

Un aspecto importante del análisis descriptivo de la información obtenida es contrastar los indicadores. La exposición de un solo indicador en forma gráfica suele exhibir una información limitada.

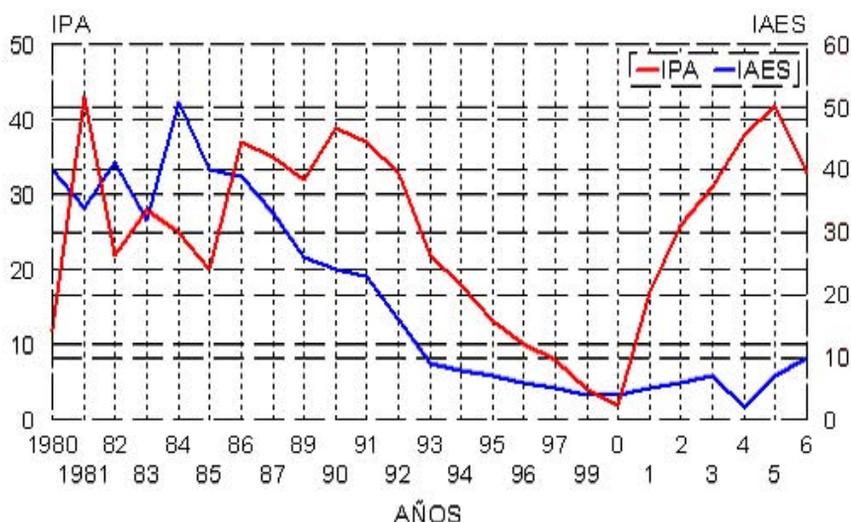
También es imprescindible tener información de la situación de la transmisión con la ayuda de los canales endémicos para denotar el comportamiento de la malaria.

En el siguiente Gráfico 1 se observa la evolución de la malaria durante los años 1980-2006. Durante los años entre 1981 a 1992 el IAES alcanzó valores mayores de 10%. Esto indica que la capacidad de búsqueda de casos fue óptima y se puede confiar en las cifras de la IPA durante esos años. Por el contrario, entre los años 1993 a 2005 el IAES registró valores por debajo de 10% y esto induce a pensar que posiblemente los valores de la IPA no sean reales, pudiendo ser mayores o menores.

Gráfico 12

Evolución de Malaria

IPA e IAES. 1980-2006



Alberto Aché. 2008.

Series de tiempo, tendencias, cambios estacionales y cíclicos

Casi todos los indicadores malariométricos, por ejemplo: tasa esplénica, IPA, razón de dispersibilidad, razón de difusibilidad, mortalidad e indicadores entomológicos varían considerablemente de acuerdo a las estaciones del clima en un mismo año, así como de año en año. Cuando se cuantifica la malaria a diferentes intervalos de tiempo en una misma población o área, suelen presentarse variaciones que merecen ser tomadas en cuenta e investigadas tales como:

1. Variaciones asociadas con factores climáticos estacionales.
2. Posibles cambios cíclicos, es decir, la tendencia que tiene una tasa o índice de repetirse a intervalos más o menos regulares de pocos años. Por ejemplo, los ciclos paraquinquales a consecuencia del fenómeno de El Niño (alza en la transmisión malárica) y La Niña (descenso en la intensidad de la transmisión).

3. Tendencias a plazos largos o cambios seculares que pueden reflejar una inclinación gradual de la enfermedad hacia el alza o la baja en el tiempo.
4. Variaciones aleatorias que surgen por innumerables factores, por ejemplo, una merma en las actividades de control por diversas razones, desplazamientos poblacionales, apertura de una mina de oro, etc. Estos factores pueden interactuar con los factores anteriores.

Si los efectos de estas diferentes y posibles causas de variación no son de naturaleza aditivas, es decir, si el efecto de un factor sobre un índice no está interrelacionado de manera alguna con algunos de los otros factores incidentes, basta aplicar solamente métodos estadísticos sencillos para diferenciar y analizar estos efectos. Sin embargo, generalmente existe un grado de interrelación al extremo que un factor puede interferir en períodos sucesivos y puede, en algunos casos, alterar los valores subsiguientes. De cualquier manera, siempre interesa saber de alguna forma cuáles son esos patrones de variabilidad. Como primer paso es indispensable graficar las mediciones individuales de las variables para poder observar cualquier diferenciación en los datos obtenidos.

Dispersibilidad y Difusibilidad

La palabra “dispersibilidad” fue introducida por Stallybras para indicar el número de casos de una enfermedad transmisible que se origina de un caso infeccioso. Este indicador se obtiene dividiendo el número de casos nuevos observados en un mes por todos los observados en el período homólogo anterior correspondiente.

$$\text{Razón de Dispersibilidad} = \frac{\text{Número de casos nuevos registrados en un período (mes)}}{\text{Número total de casos registrados en igual período (un mes) homólogo inmediatamente anterior (mes anterior)}}$$

Cuando la enfermedad se transmite directamente de persona a persona, y tiene un período de incubación corto, se prefiere usar la semana como período. Si la enfermedad tiene un vector en el cual el parásito debe experimentar un ciclo evolutivo y el período de incubación es más largo, se prefiere usar el mes como período de medición. Si el valor de la Razón es menor a 1, debido a las acciones de control, entonces habrá un control de la dispersibilidad y de la malaria. Si el valor de la Razón de Dispersibilidad es 0.88 o menor, como consecuencia de las intervenciones, se produce una caída en crisis de la malaria.

$$\text{Razón de Difusibilidad} = \frac{\text{Número de localidades con casos nuevos durante el mes}}{\text{Número de localidades con casos en igual período homólogo inmediatamente anterior}}$$

El concepto de “Difusibilidad”, se entiende por “extender” “derramar”, fue introducida por el Dr. Arnoldo Gabaldon para indicar el número de localidades que se infectan con casos procedentes de otras localidades. La Razón de “Difusibilidad” es mayor a 1 cuando la enfermedad se está extendiendo y menor a 1 cuando se está reduciendo.

Mientras la “Dispersibilidad” mide la tasa de reproducción de la infección, es decir la movilidad vertical de la enfermedad, la “Difusibilidad” mide la movilidad horizontal (en superficie) de la misma. En la dinámica de la transmisión malárica, la “Dispersibilidad” es una función del vector, inmunidad del hombre y el ambiente ecológico, mientras que la “Difusibilidad” es una función del hombre y de sus hábitos sociales.

Variación estacional

De los datos epidemiológicos obtenidos, podemos examinar la distribución del número de casos por semana o mes. Esto facilita visualizar los cambios de morbilidad con las estaciones del tiempo y de conocer las tendencias al alza o a la baja. Desde luego conviene examinar los datos que corresponden a un determinado número de años anteriores, mínimo 5 años. El estudio de las variaciones estacionales se facilita por el cómputo de las medianas mensuales que corresponden a cada uno de los años, por el período que se quiere examinar, y de esa forma se tendrá un grado de conocimiento de cómo progresa la enfermedad en el tiempo y en relación con las estaciones climáticas. Un ejemplo práctico se observa con el Cuadro 1 en el cual se enumera el número de casos de malaria registrados mensualmente durante los años 1984-1992. Se obtienen las medianas ordenando las series de registros de casos mensuales por año de mayor a menor. El número que ocupe la quinta posición en cada serie de tiempo será la mediana correspondiente a ese mes (en este caso como la serie es impar, el número que ocupe la posición central automáticamente es la mediana, pero cuando la serie es par se suman las dos cifras centrales y se divide por 2 para establecer el valor de la mediana). Ya no importan los años, por cuanto el objetivo es examinar la variación estacional durante doce meses al año, es decir de enero a diciembre. Para algunos meses es necesario hacer un ajuste de los tres valores (el valor máximo, la mediana y el valor mínimo) en vista que no todos tienen 30 días calendarios exactos. Febrero tiene 28 días y otros meses tienen 31 días. En estos casos el ajuste se hará con base en 30 días calendario mes y se multiplicará por ese factor de corrección. Por ejemplo, para el mes de febrero ese factor será 1.071 (30/28) y los meses con 31 días ese factor será 0.967 (30/31). Los meses que tienen 30 días calendarios conservarán sus respectivas medianas.

Índice endémico

Indicador que se emplea para establecer situaciones de normalidad o de epidemia. Su fórmula viene dada por el valor central (mediana) de la morbilidad por mes de un quinquenio.

Índice epidémico

Indicador empleado para conocer la magnitud de la epidemia. Su fórmula viene dada por el total de casos en un período divididos entre la media tricentral del período. La media tricentral es igual a la suma de los casos de períodos iguales en un quinquenio inmediatamente anterior del período en evaluación, menos los valores máximo y mínimo dividido entre 3.

$$\text{Índice Epidémico} = \frac{\text{Total de casos en un período}}{\text{Media tricentral del período inmediatamente anterior}} \times 100$$

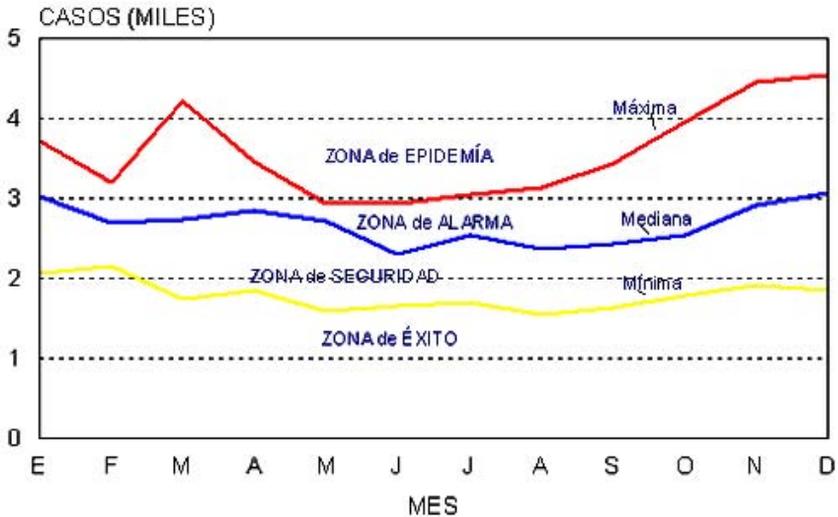
Cuadro 11**Registro Mensual de Casos de Malaria. 1984 - 1992**

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1984	2966	2893	4342	3456	2563	2210	2268	2389	2279	2482	3241	3653
1985	3116	2466	2852	3144	2814	2909	2793	1591	2547	2646	2917	3411
1986	3247	2591	2960	2783	2989	2212	2276	2517	2175	2626	2915	2786
1987	3249	2511	2819	2873	3011	2871	3151	2414	2955	3266	3460	3171
1988	2532	2409	2628	2683	2323	2294	2628	2878	2475	2925	2909	3893
1989	3354	2836	2704	2832	3021	2924	3027	2446	3423	4074	4441	4691
1990	3840	2988	1802	2934	2987	2681	2636	3229	2432	2545	2690	2649
1991	2811	2265	1959	1839	1645	1640	2067	2490	1627	1841	1903	1910
1992	2132	1999	3561	1979	1957	2175	1759	2342	1962	2416	2686	2353
Med	3116	2511	2819	2832	2814	2294	2628	2446	2432	2626	2915	3171
Maxi	3840	2988	4342	3456	3021	2924	3151	3229	3423	4074	4441	4691
Mini	2132	1999	1802	1839	1645	1640	1759	1591	1627	1841	1903	1910
MdAj	3013	2689	2726	*	2721	*	2541	2365	*	2539	*	3066
MxAj	3713	3200	4199	*	2921	*	3047	3122	*	3940	*	4536
MiAj	2062	2141	1743	*	1591	*	1701	1538	*	1780	*	1847

Alberto Aché. 1993.

Una vez obtenido los valores máximos, medianas y mínimos se procede a elaborar una gráfica de líneas para observar las tendencias en el tiempo (Gráfico 2). Con ella se pueden delimitar las zonas de éxito, seguridad, alarma y epidemia. De igual manera se puede contrastar con datos climáticos (pluviosidad, humedad relativa, etc.).

Casos Mensuales de Malaria 1984 - 1992



Alberto Aché. 1993.

Un segundo método consiste en la determinación de los cuartiles (Q1, Q2, Q3) de un quinquenio previo al año que se quiere comparar. Se ordena la serie de casos, correspondiente a un quinquenio o septenio, de menor a mayor. Una vez prorrateado los límites se coteja con el año que se quiere comparar y se elabora un gráfico. Seleccionando los primeros 5 años del Cuadro 1.

Cuadro 12

Registro Mensual de Casos de Malaria. 1984 - 1992

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1984	2966	2893	4342	3456	2563	2210	2268	2389	2279	2482	3241	3653
1985	3116	2466	2852	3144	2814	2909	2793	1591	2547	2646	2917	3411
1986	3247	2591	2960	2783	2989	2212	2276	2517	2175	2626	2915	2786
1987	3249	2511	2819	2873	3011	2871	3151	2414	2955	3266	3460	3171
1988	2532	2409	2628	2683	2323	2294	2628	2878	2475	2925	2909	3893

Como ejemplo ordenamos el mes de enero de menor a mayor: 1. 2532, 2. 2966, 3. 3116, 4. 3247, 5. 3249. Como la serie es impar de 5 años, necesitamos tan solo 3 valores de esa serie para elaborar el gráfico. Para obtener la ubicación de Q1, Q2 y Q3 para ser graficados, es necesario aplicar las fórmulas de ubicación: $\frac{1}{4}(n+1)$, $\frac{1}{2}(n+1)$ y $\frac{3}{4}(n+1)$ respectivamente, y donde $n = 5$ el número total de la serie. Para Q1 = 2.5, Q2 = 3 y Q3 = 4.5. A Q2 le corresponde automáticamente el

valor situado en la tercera posición (3116). Pero debemos prorratear los valores ubicados en la primera y segunda posición (2532 y 2966) para obtener el valor único de Q1 porque 2.5 está indicando que su ubicación estaría entre el primer y segundo valor de la serie. De manera similar, Q3 estaría entre la cuarta y quinta posición de la serie. Para resolver esta situación, prorrateamos los valores inferiores y superiores correspondientes a cada uno con la fórmula:

Límite Inferior + [(Límite Superior – Límite Inferior) x 0.25] para Q1, y se multiplica por 0.75 para Q3.

$$\text{Para Q1} = 2532 + [(2966 - 2532) \times 0.25] = 2641$$

$$\text{Para Q3} = 3247 + [(3249 - 3247) \times 0.75] = 3249$$

Entonces los tres puntos a graficar para el mes de enero correspondientes a Q1, Q2 y Q3 son 2641, 3116 y 3249 respectivamente.

El tercer método consiste en obtener los promedios para cada mes de la evaluación de un quinquenio, como en este caso 1984-1988. De cada promedio se calcula la desviación estándar (de), y con él se procede a determinar los inter-

Cuadro 13

Año	E
1984	2966
1985	3116
1986	3247
1987	3249
1988	2532

valos de confianza de 95% según la distribución - t con la siguiente fórmula: IC 95% = Media ± t de / √ n.

En este caso el promedio de enero en los 5 años es 3022.0, la desviación estándar = 297.58, n = 5 (5 años) y t toma el valor asignado en la Tabla t para 4 grados de libertad (n – 1 en este caso) = 2.77. En consecuencia la fórmula anterior quedaría conformada de la siguiente manera con todos los componentes:

IC 95% = 3022.0 ± 2.77 x 297.58 / √5. Una vez resulta la ecuación, el límite superior = 3391.5 y límite inferior = 2652.5. Con los 3 valores (media, límites superior e inferior) se procede a graficar esos puntos correspondientes a enero para la conformación de los recorridos.

Un cuarto método consiste en aplicar los promedios móviles para determinar la suma acumulativa de los meses respectivos de un quinquenio. Se obtiene la media o promedio móvil correspondiente a 3 meses (anterior, inmediata y posterior) en los últimos 5 años (n = 15). Por ejemplo, de los registros del cuadro 2, para determinar el punto a graficar para el mes de marzo se suman los registros de casos para el quinquenio correspondiente a los meses de febrero, marzo y abril y se divide por las 15 observaciones (43,410 ÷ 15 = 2894).

Cuadro 14

F	M	A
2893	4342	3456
2466	2852	3144
2591	2960	2783
2511	2819	2873
2409	2628	2683

Luego para abril se suman los casos de marzo, abril y mayo. Para enero se suman los registros de diciembre del año anterior junto con enero y febrero. Para diciembre, se suman noviembre, diciembre conjuntamente con enero del año próximo. Para un mayor refinamiento se puede calcular los intervalos de confianza de 95%. Para ello se procede a calcular la media y desviación estándar con en el primer método.

Como en Venezuela hay registros semanales de los casos de malaria, es preferible aplicar estos 3 procedimientos con esos datos semanales para calibrar cuál de ellos es más sensible tanto para visualizar tendencias como para el pronóstico de un brote.

Eliminación de la variación estacional

Dado que la malaria es esencialmente una enfermedad que obedece las estaciones climáticas, si existen algunas variaciones en la morbilidad entre los meses de enero a diciembre en cualquier serie de tiempo, cabe preguntar ¿se ajusta a ciclo climático según las estaciones de lluvia y verano? De lo contrario, debemos eliminar la variación artificiosa. Solemos observar en nuestros reportes epidemiológicos un pico “bimodal” de la malaria en el año. Pero corresponde a lo que podríamos llamar “un año administrativo” de los casos registrados de enero a diciembre. Lo adecuado es observar el registro de casos de una estación lluviosa a otra, por ejemplo de mayo de un año a mayo del año subsiguiente, o de verano a verano para así poder detectar correctamente alguna variación estacional.

Eliminación de variaciones cíclicas

El uso de las “medianas móviles o promedios móviles” permiten eliminar cualquier efecto artificioso de una serie de tiempo por lapsos más prolongados. Para este propósito, primeramente se decide el período a observar en años y su correspondiente número de casos o la incidencia por cada año por semanas epidemiológicas. Luego se procede a hacer agrupaciones de 5 años. Supongamos que se quiere observar las variaciones cíclicas por 10 años, se ordena la serie y luego se agrupan los casos de un quinquenio para promediarlos y se grafica ese primer punto (2149). Posteriormente se excluyen el número de casos del primer año de esa primera serie y se incluye el número de casos del sexto año para así conformar otra serie de 5 años, promediándola y graficando el segundo valor (2312), y así sucesivamente hasta llegar al último grupo de 5 años como se ve a continuación.

Años	Casos	
1967	1816	} --- = 2149
1968	1207	
1969	4115	
1970	2355	} ----- = 2312
1971	1251	
1972	2632	
1973	1948	
1974	1703	
1975	2417	
1976	4618	

De ese modo, la curva de “medianas móviles” indicaría de manera aproximada el comportamiento de la tendencia de esa serie a plazo largo. Para complementar, se deberá calcular las desviaciones (tanto negativas como positivas) de estos puntos (2149, 2312,...) y también graficarlos. De esa forma, las desviaciones indicarán los efectos de factores aleatorios que se superponen a las variaciones cíclicas. Una forma de minimizar la presencia de estos elementos aleatorios es calcular las medianas móviles sobre la base de agrupaciones de tres años o media tricentral.

VII. MEDICIONES DE EFECTO Y ASOCIACIÓN

El objetivo de la mayoría de los estudios epidemiológicos es detectar y estimar efectos. Para comprender cabalmente los obstáculos metodológicos para lograr esos objetivos es necesario aclarar las diferencias entre efectos y asociaciones. Supongamos que queremos estimar el efecto de una exposición sobre un riesgo. En primer lugar, si no podemos observar directamente ese efecto, en su lugar observamos la asociación de esa exposición con el riesgo. Esta sustitución de una asociación por un efecto no nos dará un buen estimativo del efecto si la asociación que escogemos para observar no iguala el efecto que queremos estimar.

Los epidemiólogos emplean el término efecto en dos sentidos. Primero, a cualquier caso de una enfermedad que puede ser el efecto de una causa dada. Efecto aquí se emplea como el punto terminal de un mecanismo causal identificando el tipo de resultado que una causa pueda generar. En este caso por ejemplo podemos afirmar que la infección por VIH es el efecto de compartir agujas (por uso de estupefacientes). Pero este uso del término efecto identifica tan sólo una de las consecuencias de las infecciones por VIH mediante un determinado tipo de actividad (compartir agujas). Pero existen otros efectos de esa exposición, por ejemplo la hepatitis B es una posibilidad.

En segundo término, se emplea con sentido más particular y cuantitativo. En este caso, efecto es también la cantidad de variación en la frecuencia de una enfermedad en una población ocasionado por una causa específica. Si la frecuencia

de la enfermedad es medida en términos de una tasa de incidencia o proporción, entonces el efecto sería el cambio en la tasa de incidencia a consecuencia de un factor en particular. Por ejemplo, podríamos decir en el caso de los drogadictos que el efecto de compartir agujas en contra de los que no comparten agujas permite el incremento de infección a HIV en el orden de 0.001 a 0.01 en un año.

En epidemiología se suele referir a las características potenciales de causalidad como exposiciones. Por lo tanto, una exposición puede referirse a una conducta (compartir agujas), un tratamiento (educación para la salud acerca de los peligros de emplear agujas), una característica (un genotipo) o en un sentido general debido a una exposición real en sí (transfusión de sangre contaminada).

Los efectos en la población se expresan comúnmente como tasas de incidencia o de prevalencia. Los efectos absolutos se expresan como diferencias en las tasas de incidencia o de prevalencia. Los efectos relativos los expresa como la razón de esas tasas.

Comúnmente en Epidemiología, también los efectos los cuantificamos como el riesgo de enfermarse o de morir, y en consecuencia implica el concepto de factor de riesgo. Este término se usa para expresar las siguientes consideraciones según Last.

1. “Un atributo o exposición que se asocia con una probabilidad mayor de desarrollar un resultado específico, tal como la ocurrencia de una enfermedad; este atributo no necesariamente constituye un factor de causal”.
2. “Un atributo o exposición que aumenta la probabilidad de la ocurrencia de una enfermedad u otro resultado específico”.
3. “Un determinante que puede ser modificado por alguna forma de intervención, logrando disminuir la probabilidad de una enfermedad u otro daño específico a la salud; para evitar confusión, esta connotación debe ser referida como factor de riesgo modificable”.

Si aplicamos un programa de educación para la salud para prevenir la malaria mediante el uso de mosquiteros y telas metálicas en la población y medimos en el tiempo la proporción de personas con malaria entre los que se adhieren al programa y ponen en práctica las medidas de protección versus aquellos que no aplican las medidas de protección y se enferman de malaria, obtendremos al final una diferencia de la tasa, o proporción absoluta, o neta entre ambos grupos (expuestos y no expuestos) que denominamos efecto absoluto o tasa/riesgo excesivo o tasa/riesgo diferencial y más comúnmente como riesgo atribuible, y se expresa:

Los términos Riesgo Relativo y Riesgo Atribuible son dos mediciones de asociación entre la exposición a un determinado factor y el riesgo de desarrollar una enfermedad o un evento:

$$\text{Riesgo Relativo de Malaria} = \frac{\text{Tasa de Incidencia entre los expuestos}}{\text{Tasa de Incidencia entre los no expuestos}}$$

1 a) Riesgo Atribuible (en los expuestos) =

$$\text{Tasa de incidencia en expuestos (x 1000)} - \text{Tasa de Incidencia en no expuestos (x 1000)}$$

- a) Es una medición de efecto absoluto de la exposición
- b) Sirve de guía de las necesidades o beneficios individuales
- c) Con frecuencia no es generalizado
- d) Puede ser estimado sólo en estudios de cohorte, mas no en estudios de casos-controles.

1 b) Porcentaje de Riesgo Atribuible (en los expuestos)

$$\frac{\text{Tasa de incidencia en expuestos (x 1000)} - \text{Tasa de Incidencia en no expuestos (x 1000)}}{\text{Tasa de incidencia en expuestos (x 1000)}} \times 100$$

2. Riesgo Relativo (en los expuestos); Razón de Tasas; Razón de Riesgos y se expresa:

$$\text{Riesgo Relativo} = \frac{\text{Tasa de Incidencia en expuestos (x 1000)}}{\text{Tasa de Incidencia en no expuestos (x 1000)}}$$

- a) Suele ser empleado como medición de fuerza etiológica
 - b) No es un buen parámetro para cuantificar impacto de salud pública
 - c) Generalizado con frecuencia
 - d) Puede ser estimado con estudios de cohorte y de casos-controles
3. Mediciones de impacto en la población o en salud pública por efecto de una exposición. Dependen de tres factores:
- a) La prevalencia entre los expuestos (p)
 - b) La tasa de los expuestos (t1)
 - c) La tasa de los no expuestos (t0)
- 4 a) Por lo tanto la Tasa General o Neta (TG) en la población (expuestos y no expuestos) puede expresarse como:

$$\text{TG} = t1 \times p + t0 (1 - p)$$

4 b) Riesgo Atribuible en la Población: es considerado como una medición del efecto (hipotético) que se generaría sobre la tasa en la población con la eliminación o neutralización del factor de exposición, y se expresa:

$$\text{Riesgo Atribuible} \times \text{Prevalencia de la exposición} \quad \text{o} \quad (t_1 - t_0) p$$

$$\frac{\text{Tasa General} - \text{Tasa en los no expuestos}}{\text{Tasa de Incidencia en la población total} - \text{Tasa de Incidencia en los no expuestos}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{TG} - t_0}{\text{Tasa de Incidencia en la población general}}$$

4 c) Porcentaje de Riesgo Atribuible en la Población o Fracción Etiológica:

$$\frac{\text{Tasa de Incidencia en la población total} - \text{Tasa de Incidencia en los no expuestos}}{\text{Tasa de Incidencia en la población general}} \times 100$$

Alternativamente podemos emplear las siguientes fórmulas con datos de los estudios observacionales para efectuar los cálculos respectivos

$$\text{(Estudio de Cohorte)} \quad \frac{p (RR - 1)}{p (RR - 1) + 1} \times 100$$

$$\text{(Estudio de Casos-Controles)} \quad \frac{p (OR - 1)}{p (OR - 1) + 1} \times 100$$

Cálculo de las Medidas de Riesgo

Relación entre casos de malaria tipo de actividad económica de los habitantes de la localidad X, 2006.

Cuadro 15
Casos de Malaria

Característica	Sí	No	Total
Agricultor	202	2014	2216
Otros trabajadores	81	2811	2892
Total	283	4825	5108

$$\text{Tasa de Incidencia en Expuestos} = 202/2216 = 91.15 \text{ ‰}$$

$$\text{Tasa de Incidencia en No Expuestos} = 81/2892 = 28.00\text{‰}$$

$$\text{Riesgo Relativo} = 91.15/28.00 = 3.25$$

$$\text{Riesgo Atribuible (en expuestos)} = 91.15 - 28.00 = 63.15$$

$$\% \text{ de Riesgo Atribuible (en expuestos)} = \frac{91.15 - 28.00}{91.15} \times 100 = 69.28\%$$

$$\% \text{ de Riesgo Atribuible (en la población)} = \frac{0.434 * (3.25 - 1)}{1 + 0.434 (3.25 - 1)} \times 100 = 49.4\%$$

$$\text{Donde } * = P = 2218/5108 = 0.434$$

El % de Riesgo Atribuible, es un indicador de riesgo que expresa el porcentaje o proporción de enfermedad en la población bajo vigilancia o estudio que es atribuida al factor en cuestión, de tal manera que esa proporción de riesgo debe desaparecer una vez eliminada o intervenida dicho factor.

Veamos un ejemplo: En una comunidad minera donde 70% de las personas viven cerca de criaderos (población expuesta). Calculamos el RR y luego el %RA.

$$\text{RR en personas que viven cerca de criaderos} = \frac{\text{IPA de personas que viven } < 300\text{m de criaderos}}{\text{IPA de personas que viven } > 300\text{m de criaderos}}$$

$$\text{RR en personas que viven cerca de criaderos} = 18.6/1.3 = 14.3$$

$$\text{Para } \% \text{RA} = \frac{p (RR - 1)}{p (RR - 1) + 1} \times 100$$

$$\% \text{RA} = \frac{0.7 (14.3 - 1)}{0.7 (14.3 - 1) + 1} \times 100 = 90.3\%$$

Es decir, 90.3% de la incidencia malárica en esta comunidad, asumiendo que sea un factor causal, es debida a la condición de vivir cerca de los criaderos. Por lo tanto, la eliminación de los criaderos puede producir una disminución de hasta 90.3% de la incidencia de la malaria.

VIII. CHI CUADRADO, ÍNDICE DE KAPPA y AUMENTO O DESCENSO PORCENTUAL

Chi Cuadrado con corrección de Yates

El Chi cuadrado se emplea para determinar el grado de asociación entre dos categorías

contrastadas.

$$\chi^2 = \frac{(|ad-bc| - N/2)2 N}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

Donde $N = a + b + c + d$, y los signos | | indican valores absolutos

Ejemplo:

Cuadro 16
Esplenomegalia

Área	+	-	Total
A	21 (a)	59 (b)	80 (a+b)
B	37 (c)	63 (d)	100 (c+d)
Total	58 (a+c)	122 (b+d)	180 (N)

$$\chi^2 = \frac{(|21 \times 63 - 59 \times 37| - 180/2)2 \times 180}{80 \times 100 \times 58 \times 122} = 1.885$$

1.885 < 3.841 por lo tanto el resultado no es significativo.

Para que sea significativo el valor de χ^2 debe ser de 3.84.

Cuando es necesario emplear tablas de 2 x 3 ó 2 x 4 se emplea la fórmula tradicional de Pearson sin la corrección de continuidad de Yates:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Observado} - \text{Esperado})^2}{\text{Esperado}}$$

Índice de Kappa

Este Índice es útil para hacer estudios de la confiabilidad o concordancia entre observadores (en este caso dos microscopistas), o entre un mismo observador en dos tiempos distintos.

Su uso está reservada para variables cualitativas o categóricas. Si son cuantitativas continuas habitualmente emplearíamos el coeficiente de correlación.

Fórmula del Índice de Kappa $K = Po - Pe/1 - Pe$

Donde:

Po = proporción de concordancias observadas

Fórmula de $Po = a + d/a + b + c + d$

Pe = proporción de concordancia esperadas

Fórmula de $Pe = [(a+b)(a+c)] + [(c+d)(b+d)] / N^2$

Veamos el siguiente ejemplo para evaluar la concordancia en la lectura de láminas para la investigación de hemozoarios entre 2 microscopistas

Cuadro 17

Microscopista 2

Microscopista 1	Positivo	Negativo	Total
Positivo	18 (a)	12 (b)	30
Negativo	2 (c)	88 (d)	90
Total	20	100	120 (N)

El valor de Kappa obtenido para estos microscopistas es de 0.66 (66%) y es considerada como una buena fuerza de concordancia

Cuadro 18

Valor de Kappa	Fuerza de concordancia
< 0.20	Pobre
0.21 – 0.40	Débil
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Buena
0.81 – 1.00	Muy Buena

Aumento o descenso porcentual

Este cálculo se aplica tanto a las cifras absolutas como a las relativas (tasas, coeficientes, índices, etc.) y se obtiene de la manera siguiente: Sean dos valores, en que A es mayor que B, entonces

$$\text{Aumento porcentual de A con relación a B} = \frac{(A - B)}{B} \times 100$$

$$\text{Descenso porcentual de B con relación a A} = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

Ejemplo: Si $A = 80$ y $B = 50$

¿Cuál es el aumento porcentual de 80 casos de malaria durante la semana epidemiológica 30 con relación a 50 casos registrados durante la semana epidemiológica 29?

$$\text{Resultado} = \frac{(80 - 50)}{50} \times 100 = 60\%$$

¿Cuál es el descenso porcentual de la morbilidad malárica que durante la semana epidemiológica 18 fue de 50 casos en comparación con el registro de 80 casos durante la semana epidemiológica 17?

$$\text{Resultado} = \frac{(50 - 80)}{80} \times 100 = -37.5\%$$

El signo negativo es indicativo del descenso registrado de una semana epidemiológica con relación a la otra.

IX. AJUSTANDO UNA LÍNEA DE TENDENCIA/LÍNEA DE REGRESIÓN

Cuando los valores de un índice siguen una tendencia que es más o menos constante en el alza o la baja, se puede ajustar una línea recta para describir la inclinación de los valores observados. Al ajustar la línea, podemos visualizar la tendencia de una tasa promediada. Como primer paso, es aconsejable hacer un diagrama de dispersión para detectar la posible ubicación de la línea entre los puntos a simple vista. Este tipo de línea recta suele llamarse línea de regresión, donde “y” es la variable que responde (variable dependiente) y “x” es la variable explicativa (variable independiente). De manera que α se llama una constante o intercepta y β el coeficiente de regresión o pendiente. La forma cuantitativa de captar la relación entre “x” y “y” buscando una forma de regresión de “x” y “y” se llama análisis de regresión. Si se adopta el método de los mínimos cuadrados, entonces α o la intercepta representa la media predecible de la variable dependiente “y” cuando la variable “x” es igual a cero. Sin embargo, la cantidad más importante viene dada por la pendiente, que se interpretará como el cambio promediado estimado en la variable dependiente “y” por cada cambio de unidad en la variable independiente “x”. Veamos un ejemplo de una investigación realizada en el estado Monagas, para cuantificar el efecto de las plantas de Eucaliptus sobre la presencia de larvas de *An. darlingi* en una muestra de veinte criaderos demarcados en el área de estudio como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 19

Metros de <i>Eucaliptus</i> sembrados	8.0	8.5	9.0	9.5	10
Promedio de larvas de <i>An. darlingi</i> en los criaderos	4.62	4.12	3.21	2.86	1.83
	4.50	3.88	3.05	2.53	2.02
	4.43	4.01	3.16	2.71	2.24
	4.81	3.67	3.30	2.62	1.95

Primeramente se obtienen los valores de α y β para luego calcular la línea de regresión: $y = \alpha + \beta x$. Pasos a seguir:

1. Obtener promedios de “x” y “y” de los datos.

$$x = (8.0 + 8.5 + 9.0 + 9.5 + 10) \times 4 / 20 = 9.00$$

$$y = (4.62 + 4.50 + \dots + 2.24 + 1.95) / 20 = 3.276$$

2. Sumas de cuadrados y productos cruzados alrededor de la media.

Calcule $S(xx)$ y $S(xy)$.

$$\begin{aligned} \text{i) } S(xx) &= \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n \Rightarrow \text{a) } \sum x_i^2 = [(8.0)^2 \times 4 + \dots + (10)^2 \times 4] = 1.630 \\ &\quad \text{b) } (\sum x_i)^2 / n = [(8.0 \times 4 + \dots + 10 \times 4)]^2 = 180^2 / 20 = 1.620 \end{aligned}$$

$$\therefore \sum x^2 - (\sum x)^2 / n = 1.630 - 1.620 = 10.0$$

$$\text{ii) } S(xy) = \sum x_i y_i - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i) / n$$

$$\text{donde: } \sum x_i y_i = [(8.0 \cdot 4.62) + \dots + (9.5 \cdot 2.86) + \dots + (10.0 \cdot 1.95)] = 576.88$$

$$(\sum x_i) = [(8.0 \times 4 + \dots + 10 \times 4)] = 180$$

$$(\sum y_i) = (4.62 + 4.50 + \dots + 2.24 + 1.95) = 65.52$$

$$\therefore S(xy) = \sum x_i y_i - [(\sum x_i) \cdot (\sum y_i)] / n = 576.88 - [180 \cdot 65.52] / 20 = -12.8$$

3. Se obtienen β y α .

$$\beta = S(xy) / S(xx) \quad \text{y} \quad \alpha = y - \beta x$$

$$\text{Entonces: } \beta = -12.8 / 10.0 = -1.28 \quad \text{y} \quad \alpha = 3.276 - (-1.28) \cdot 9.00 = 14.80$$

Finalmente la línea de regresión simple es $y = \alpha + \beta x \Rightarrow y = 14.80 - 1.28x$. Observamos que β es negativo, indicando una tendencia hacia la baja o disminución de y . Es decir, por cada metro aumentado con plantas de Eucaliptus, los criaderos disminuyen en promedio 1.28 larvas.

No es aconsejable hacer inferencias más allá del rango de la línea de regresión. También debe tenerse presente que el hecho de ajustar una línea a un diagrama de dispersión no significa necesariamente una relación asociativa.

X. ESTANDARIZACIÓN

Al hacer comparaciones entre dos comunidades empleando tasas, es necesario tomar en cuenta que puede haber diferencias entre ellas por razones de la estructura poblacional atribuido a los grupos de edad disímiles. Esto puede sesgar cualquier hipótesis etiológica de una investigación epidemiológica si los factores a estudiar son genéticos, dietéticos, ambientales o psicosociales. No se estaría haciendo comparaciones equitativas e introduce sesgos de confusión. Este es el caso entre las localidades de Las Majadas y El Mácaro (Cuadro A). Las Majadas posee una estructura poblacional más joven que El Mácaro: 74% de esa población se encuentra entre los grupos de edad de 0 a 44 años, mientras que 72% de la población de El Mácaro está entre 45 a mayores de 75 años. Obviamente esto crea una distorsión en las tasas de mortalidad general: 11‰ para Las Majadas contra 23.8‰ para El Mácaro. Para corregir esta situación se hace necesario aplicar un procedimiento de estandarización.

Dicha estandarización puede ser de forma directa o indirecta. Para realizar una estandarización directa se necesita contar con una población referencial estándar, obtenida mediante los censos nacionales, donde la estructura de los grupos de edad se aproxima a lo que sería normal para un municipio o estado en donde se hacen las comparaciones de las localidades. Con base en esa población estándar, se aplican las tasas de mortalidad de cada localidad generando unas “muertes esperadas”, es decir las muertes que existirían si las estructuras de esas poblaciones tuviesen la estructura de los grupos de edad de la población estándar. En total, serían 235 y 201.5 para Las Majadas y El Mácaro respectivamente como se observa en el Cuadro B. Esas muertes esperadas se dividen entre la población total (12.000) de la población estándar para generar las nuevas tasas de 19.6‰ para Las Majadas y 16.8‰ para El Mácaro. De esta manera se evidencia que la tasa de mortalidad es mayor en Las Majadas y no en El Mácaro como se había observado al principio.

Para realizar la estandarización indirecta se obtienen los mismos resultados, pero empleando tasas de mortalidad estándar referenciales que también se obtienen de registros actuariales (Cuadro C). A estas tasas de mortalidad estándar referenciales le aplicamos las poblaciones de los grupos de edad de cada localidad para generar “muertes esperadas”. Es decir un número de muertes que esperaríamos si cada localidad tuviesen tasas de mortalidad correspondientes para esos grupos de edad. Una vez obtenidas las muertes esperadas establecemos las Razones de Mortalidad Estándar (RME) mediante la división de las muertes observadas entre las muertes esperadas. En el caso de Las Majadas esa $RME = 67/62.5 = 1.072$, y para El Mácaro esa $RME = 145/159.4 = 0.910$. Luego, ambas razones se multiplican por la tasa de mortalidad global estándar, 18.5‰. Tenemos entonces: $18.5/1000 \times 1.072 = 19.8/1000$ para Las Majadas y $18.5/1000 \times 0.910 = 16.8/1000$ para El Mácaro.

El ajuste de las tasas para ambas localidades brinda resultados similares y ambos métodos corrigen las distorsiones de las estructuras poblacionales ocasionadas por poseer una composición de grupos de edad disímiles.

Cuadro A. Cuadro 20

Grupo Edad	Las Majadas			El Mácaro		
	Población	N° Muertes	Muertes/ 1000	Población	N° Muertes	Muertes/ 1000
0-14	500	2	4	400	1	2.5
15-29	2000	8	4	300	10	3.3
30-44	2000	12	6	1000	5	5
45-59	1000	10	10	2000	18	9
60-74	500	20	40	2000	70	35
≥ 75	100	15	150	400	50	125
Total	6100	67	11.0	6100	145	23.8

Tomado de Kramer, M.S y modificado por Alberto Aché.

Cuadro B. Cuadro 21

Grupo Edad	Las Majadas			El Mácaro	
	Población Estándar	Muertes/ 1000	Muertes Esperadas	Muertes/ 1000	Muertes Esperadas
0-14	500	4	2	2.5	1.25
15-29	2500	4	10	3.3	8.25
30-44	3000	6	18	5	15
45-59	3000	10	30	9	27
60-74	2500	40	100	35	87.5
≥ 75	500	150	75	125	62.5
Total	12000	19.6	235	16.8	201.5

Tomado de Kramer, M.S y modificado por Alberto Aché.

Cuadro C. Cuadro 22

Grupo Edad	Las Majadas			El Mácaro			
	Muertes/ 1000 Población Estándar	Población	Muertes Esp.	Muertes Obs.	Población	Muertes Esp.	Muertes Obs.
0-10	3	500	1.5	2	400	1.2	1
15-29	4	2000	8	8	300	1.2	1
30-44	5	2000	10	12	1000	5	5
45-59	10	1000	10	10	2000	20	18
60-74	38	500	19	20	2000	76	70
≥	140	100	14	15	400	56	50
Total	18.5	6100	62.5	67	6100	159.4	145

Tomado de Kramer, M.S y modificado por Alberto Aché.

XI. PREDICCIÓN DE BROTES

Es posible pronosticar un brote eventual o situación anómala de la malaria a nivel local. El método utilizado por Cullen consiste en emplear la media mensual del número de casos de malaria sumado a dos veces la desviación estándar de la correspondiente media mensual. Se asume que 95% de todos los casos “normalmente” registrados mensualmente estarían dentro de los límites de ± 2 desviaciones estándar de la correspondiente media mensual registrada. Por lo tanto, esto implica que 97.5% de todos los casos “normales” en un mes estarán por debajo del rango de la media mensual más 2 desviaciones estándar. Cualquier registro mensual que sobrepase este rango es señal del comienzo de un posible brote. Este método es mucho más sensible cuando se emplean los registros de casos por semanas epidemiológicas.

Enumeremos los pasos a seguir:

1. Conformar un cuadro con los registros de casos mensuales o semanales y por años. Puede cuantificarse varios años como datos base (por ejemplo, un quinquenio o septenio) y cuyos valores se pueden comparar con los registros actuales para tener una indicación de la proximidad de una situación de alarma. Veamos los datos de dos áreas, municipios “A” y “B”, en los cuales fue posible prevenir unos brotes y tomar medidas a tiempo para conjugar dos situaciones de malaria epidémica en un tiempo menor.
2. Calcular las medias y desviaciones estándar correspondientes a cada mes o semana por los grupos de años. Luego establecer el cálculo de la media más 2 veces la desviación estándar para cada mes o semana.
3. Establecer lo que es “normal” y “anormal” para el área o municipio en cuestión. Observar las variaciones estacionales para poder llegar a una conclusión.
4. Graficar la media mensual o semanal y la media + 2 desviaciones estándar para un número de años sucesivos.
5. Computar la “t” de Student para los meses de alarma y tener su valor de significancia.

En el ejemplo dado de área “A” (Cuadro No. 3), se aprecia el registro de casos mensuales entre los años 1973 a 1976 que conforman los datos base y se consideran como tendencias normales. Se obtienen las medias, desviaciones estándar y la media más 2 desv. est., que permitió detectar la aparición de una onda epidémica en enero de 1977. para ese mes, la media esperada era de 15.8 (desv. est. = 7.9). Con el registro de 48 casos, representa 4 veces la desviación estándar más la media establecida para ese mes. Al superar al límite fijado de la media más 2 desviaciones estándar mensual, se pudo movilizar recursos a tiempo y contener la situación en un tiempo relativamente corto. De persistir

algunas dudas en torno a los valores de enero, porque podría tratarse de una falsa alarma si los casos son importados, basta examinar los meses siguientes para tener bien claro lo que está sucediendo. Por ejemplo, ya en abril se registra un valor que es 3.5 veces la d. est. + la media. Es muy probable que ya para ese mes la clasificación de los casos sea distinta y el análisis indicaría la verdadera situación. Ahora, si examinamos la totalidad de los casos de enero y de abril, observamos que se hallan entre $t0.975$ y $t0.99$, con significancia para la toma de decisiones.

En el área "B" (Cuadro 4), los datos base corresponden a los años 1973 y 1978, considerándose como "tendencias normales" y los registros más recientes van desde 1979 a 1981. Aquí también se detectó un pico epidémico en febrero de 1979, cuando se registró 14 casos (4.75 veces la d.e. + media). Valores que representan una amplia evidencia de un brote en ciernes. El número de casos de febrero y marzo de 1979 son altamente significativos, exceden el nivel de $t0.995$ y confirmando la sospecha del inicio de un brote.

Cuadro 23

Área "A". Número de casos por mes. 1973 - 1981

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1973	10	11	7	12	17	51	90	77	41	30	41	15
1974	8	3	2	3	31	37	62	47	38	19	38	65
1975	21	15	7	12	13	33	91	102	73	43	27	35
1976	24	7	2	7	11	16	55	38	65	55	86	62
TOTAL	63	36	18	34	72	137	298	264	217	147	192	177
Media	15.8	9.0	4.5	8.5	18.0	34.3	74.5	66.0	54.3	36.8	48.0	44.3
D. Est.	7.9	5.2	2.9	4.4	9.0	14.4	18.7	29.2	17.4	15.6	26.0	23.7
D. Est. + 2 D. Est.	32	19.3	10.3	17.2	36	63	112	124	89	68	100	92
1977	48	15	9	24	35	132	116	167	192	173	83	121
1978	82	28	41	11	44	39	131	122	204	150	83	121
1979	46	40	29	20	10	29	47	46	42	28	23	26
1980	9	15	8	18	5	10	22	30	41	47	2	14
1981	1	6	11	8	8	26	68	56	104	110	109	42

Alberto Aché. 1996.

Cuadro 24

Área "B". Número de casos por mes. 1973 - 1981

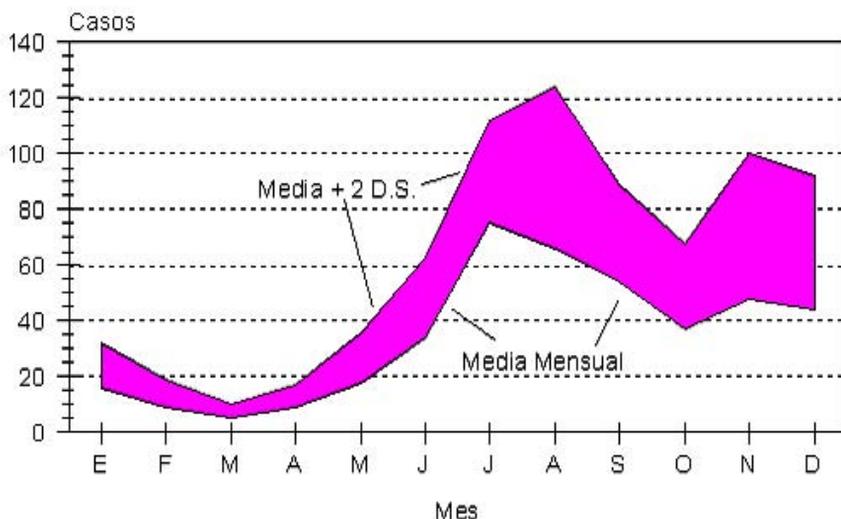
Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1973	1	1	4	6	0	7	7	2	9	7	4	7
1974	11	1	1	0	2	2	3	4	6	1	10	2
1975	4	1	0	0	1	3	7	1	0	4	5	6
1976	1	5	4	0	0	3	2	0	4	4	0	6
1977	3	3	0	3	6	10	2	2	10	8	2	10
1978	4	1	0	6	1	2	2	3	3	4	10	10
TOTAL	24	12	9	15	10	27	23	12	32	28	31	41
Media	4.0	2.0	1.5	2.5	1.7	4.5	3.8	2.0	5.3	4.7	5.2	6.8
D. Est.	3.7	1.7	2.0	2.9	2.3	3.3	2.5	1.4	3.8	2.5	4.1	3.0
Media + 2 D. Est.	11.4	5.3	5.5	8.4	6.2	11.0	8.8	4.8	12.9	9.7	13.4	12.8
1979	4	14	11	4	3	19	55	35	11	5	14	26
1980	20	7	2	9	29	244	437	40	23	41	28	41
1981	45	21	19	0	10	9	12	14	5	3	13	13

Alberto Aché. 1996.

Gráfico 3

Comportamiento de Brote

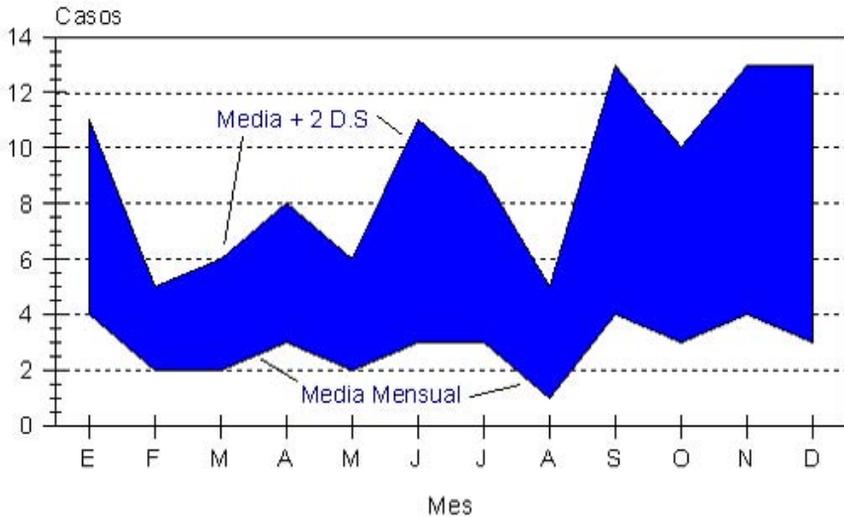
Area "A"



Alberto Aché. 1998.

Gráfico 4 Comportamiento de Brote

Area "B"



Alberto Ach . 1998.

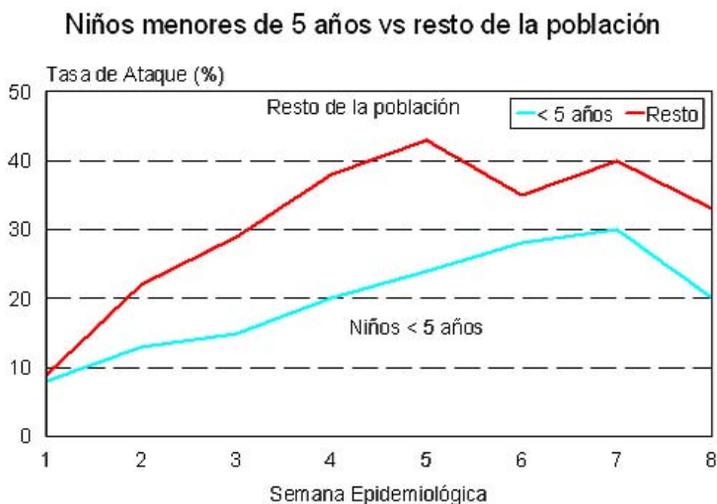
Alternativamente se puede utilizar los recorridos de los canales endémicos para advertir el potencial de un brote. Empleando los registros de casos semanales para la confección de los mismos, es necesario estar atento cuando el número de casos semanales se aproxima al tercer cuartil (Q3). En eso caso estaría denotando la posibilidad de un brote.

También es útil emplear el  ndice Epidémico, mediante el registro de los casos por semana epidemiológica, para detectar la potencialidad de un brote.

Otra posibilidad es utilizar comparativamente las tasas de ataque en niños menores de 5 años y el resto de la población durante 8 semanas epidemiológicas para advertir un posible brote. En la medida que la tasa de ataque de los < de 5 años se acerque al resto de la población estaríamos en presencia de un brote.

Gráfico 5

Tasas de Ataque Comparativas de Malaria



Alberto Aché. 2008.

Por último, el método de los promedios móviles en un quinquenio + 2 desviaciones estándar o método de las sumas acumuladas es una aplicación bien robusta para la detección temprana de brotes. En el siguiente cuadro observamos el número de casos registrados entre las semanas epidemiológicas 1 al 6 durante el quinquenio 2001 – 2005.

Año	S1	S2	S3	S4	S5	S6
2001	1609	2235	2035	1597	4927	2442
2002	1214	1322	1784	1880	1863	1958
2003	1198	1099	2010	1411	1449	2018
2004	2597	2219	2988	2977	5276	3534
2005	2941	2449	2619	2462	2973	2200
SUMA	9559	9324	11436	10327	16488	12152

Suma Acumulada para la Semana 2 = $\sum S1+S2+S3/15 = (9559 + 9324 + 11436)/15 = 2021$.

Luego se procede al cálculo de la desviación estándar de la misma manera como el método de Cullen empleando como promedio 2021. Luego ese promedio + 2 desviación estándar = 3264. Ahora se procede a graficar de la misma manera como el método de Cullen.

Para el cálculo de la semana epidemiológica 1 se incluiría los registros de la semana 52 para los años 2000-2004. De igual manera para el cálculo de la semana 52 del año 2005, se incluiría el registro de la primera semana de 2006 para obtener la suma de las primeras semanas de los años 2002-2006.

XII. ESTRATIFICACIÓN DE MALARIA

La malaria es una enfermedad focalizada cuya distribución es considerablemente amplia. El mismo grado de reducción de la enfermedad no se puede lograr simultáneamente en un territorio nacional o estatal debido a limitaciones administrativas, operacionales, financieras, técnicas y por situaciones epidemiológicas heterogéneas. Por lo tanto, se debe implementar la estratificación para reducir y simplificar un problema complejo, facilitando su comprensión para la formulación de soluciones. Muchos factores contribuyen a la epidemiología de la malaria y de ser posible, identificar algunos patrones regulares dentro de esa heterogeneidad (distribución y prevalencia de los distintos plasmodios, distribución de vectores, intensidad de la transmisión, características ecológicas, demográficas y climáticas que no son uniformes en un área determinada), posibilita la relimitación de regiones, poblaciones o situaciones epidemiológicas que exhiban semejanzas relativas con base en ciertas características específicas.

La estratificación de la malaria se lleva a cabo mediante unos procesos de análisis y síntesis de la información epidemiológica disponible. Es un proceso dinámico, sujeto a revisiones periódicas, que abarca la recopilación de información, la aplicación de una metodología y la obtención de un producto final. Comprende 5 etapas fundamentales:

1. Recolección de datos: de todas las actividades epidemiológicas tanto médicas tanto de control vectorial: IPA, IAES, ILP, además de otras tasas, índices y razones; incidencias por especies; distribución de vectores; actividades antimaláricas: cobertura y actividades de control vectorial especiales como por ejemplo la lucha antilarvaria o la manipulación ecológica. Observar mediante gráficos de tendencias el comportamiento de la incidencia en el tiempo entre los años con registros a nivel de epidemia o endemia. Tomar en cuenta las actividades socioeconómicas, como los movimientos poblacionales.
2. Procesamiento de datos: para cada criterio de interés: información proveniente de encuestas maláricas; IPA de los municipios o localidades; resultados de intervenciones antimaláricas; prevalencia de casos resistentes a medicamentos; impacto de las medidas de control sobre la incidencia; tasa de repunte de la malaria en un área o municipio en particular; porcentajes de los tipos de tratamientos suministrados y consumidos a la población; porcentaje de cobertura de visitas a casas; así como los rociamientos intramurales y rociamientos espaciales (nebulizaciones); incidencias por especies parasitarias; fórmulas parasitarias; y resultados de los estudios entomológicos. La información puede ser procesada de acuerdo a los criterios de estratificación imperantes: epidemiológicos, operacionales y socioeconómicos y cuya flexibilidad de tiempo puede ser por semana, mes o año.

3. Agrupación de los datos: según las características y criterios, para la formación de matrices o estratos que pueden tener como unidades básicas caseríos, demarcaciones, municipios o conglomerados de estos elementos. Fundamentalmente se debe confeccionar mapas de distintos colores para señalar una matriz en particular: áreas fluviales, áreas mineras, concentraciones demográficas con determinadas actividades comerciales o agrícolas que conformarían regiones con potencial malariogénica; regiones con resistencia de medicamentos; áreas de alta movilidad poblacional; niveles de hipoendemicidad o mesoendemicidad; agrupaciones de zonas según los ciclos de rociamientos cumplidos: < 10 ciclos, < 20 ciclos, > 20 ciclos; áreas menos accesibles/más accesibles. También se debe contar con la debida información geográfica y demográfica. Los mapas confeccionados pueden tener diversos elementos superpuestos en un área determinada. De acuerdo a la complejidad de la situación observada, se debe proceder a una estratificación más detallada (subestratificación) para así simplificar más la diversidad epidemiológica
4. Interpretación de los datos: en una primera fase se debe proceder a un análisis retrospectivo para tener un mejor conocimiento de los que acontecía previamente. También, se debe presentar cuadros descriptivos o de síntesis, así como de mapas condensados. En lo posible, hacer un análisis comparativo de la situación anterior con la nueva en proceso de estratificación.

En una segunda fase se debe aplicar procedimientos estadísticos sencillos, que incluiría la determinación de medidas de dispersión, correlación y regresión; luego, un análisis multivariado y por ultimo, un análisis exploratorio de datos. Finalmente, se puede avanzar a procedimientos matemáticos más complejos tales como la clasificación teórica de la información, el análisis probabilístico de distribuciones y modelajes matemáticos.

5. Estratificación de áreas: relimitación gráfica de estratos o áreas; agrupaciones de diversos indicadores, así como agrupaciones administrativas; cronogramas de actividades a ejecutar según los recursos disponibles y de volúmenes de trabajos necesarios para el logro de los propósitos. Es necesario fijar objetivos claros, programables y realizables para atender a los estratos. Fijar objetivos específicos par un período que podría extenderse entre 2 ó 3 años.

Estratificación Epidemiológica de Riesgo de Malaria

Más recientemente el concepto de riesgo epidemiológico ha sido incorporado en el esquema de estratificación, lo cual sirve como base para el diagnóstico situacional y la toma de decisiones sobre las estrategias de intervención. Esta estratificación epidemiológica de la malaria se define como un proceso dinámico y continuo que involucra investigación, diagnóstico, análisis y la interpretación de información que sirve como base para la comprensión y clasificación metodológica de áreas geo-ecológicas y grupos humanos de acuerdo a los factores de riesgo para la malaria.

Un estrato de riesgo es un agregado de individuos y grupos sociales, ubicados en áreas geográficas bien definidas, que comparten una jerarquía similar de factores de riesgo. En consecuencia, las medidas de intervención para su modificación son similares dentro de cada estrato.

La característica principal de esta estrategia es el estudio epidemiológico que se lleva a cabo sobre determinados individuos y grupos sociales de los factores de riesgo que son responsables por la incidencia de la malaria a nivel local. La comprensión del perfil de los factores de riesgo a nivel local, tales como la iniquidad social, permite una mejor selección de medidas de prevención y control, dada que la naturaleza de la transmisión focalizada de la malaria es un proceso complejo y dinámico que contribuye a la configuración específica de la morbilidad y la mortalidad y su correspondiente perfil de riesgo.

Bases teóricas para la estratificación epidemiológica de la malaria

- A. La necesidad de reconocer las grandes iniquidades sociales existentes en la distribución del riesgo de enfermarse y morir de malaria. Los factores sociales juegan un rol importante en la transmisión de malaria. En Venezuela, los municipios con mayores necesidades básicas insatisfechas son los que exhiben las mayores tasas de enfermedad.
- B. La transmisión de malaria es un proceso focalizado que es complejo y dinámico. La frecuencia y distribución de la malaria depende de una combinación de varios factores de riesgo, que a nivel local, contribuyen a la configuración específica la morbi-mortalidad de la malaria y los perfiles de riesgo.
- C. La metodología epidemiológica es flexible que permite su ajuste a las diferentes situaciones socio-epidemiológicas y eco-geografías específicas.
- D. La caracterización de factores de riesgo para la estratificación de la malaria necesariamente involucra dimensiones socio-económicas y ecológicas, al igual que los aspectos organizacionales de los servicios de salud.

La metodología tiene importantes ventajas en la estratificación de la malaria por varias razones, y quizás una de las más importantes es que en cada estrato de riesgo confronta la especificidad de los procesos de la transmisión y los factores de riesgo involucrados. También aporta información básica para la selección apropiada de los métodos de intervención.

Métodos para la estratificación epidemiológica de riesgo

La estratificación es un proceso integral de diagnóstico-intervención-evaluación que optimiza el proceso de la toma de decisiones. Puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Estudio de la Incidencia Parasitaria Anual (IPA) y sus tendencias seculares en años recientes para identificar áreas prioritarias.
2. Identificación y cuantificación de los factores de riesgo de la malaria según áreas prioritarias o localidades empleando la metodología epidemiológica de riesgo.
3. Determinación epidemiológica de los estratos maláricos de riesgo según una clasificación por los factores de riesgo más importantes.
4. Selección de las intervenciones con el objetivo de reducir o eliminar los factores de riesgo más importantes según cada estrato.
5. Incorporación de los servicios de salud para la implementación de las acciones con base en la metodología de estratificación epidemiológica de riesgo.
6. Identificación de la estructura, proceso, e indicadores de impacto, para la evaluación de los efectos generados por las intervenciones.
7. Ejecución de intervenciones específicas destinadas a reducir o eliminar cada factor de riesgo.
8. Cuantificación de:
 - a) Reducción del riesgo de enfermarse o morir de malaria. Los indicadores son las tasas específicas de incidencia y mortalidad.
 - b) Cambios en los factores de riesgo, cuantificados con base en el riesgo relativo el porcentaje de riesgo atribuible en la población.
 - c) Evaluación de cada intervención de acuerdo a los indicadores de estructura, proceso e impacto.
 - d) Monitoreo y ajuste del proceso en todas sus etapas.

Bajo esta estrategia y en el contexto de la malaria, un factor de riesgo se define como cualquier variable o conjunto de variables que están involucrados en la incidencia de la malaria. También puede definirse como cualquier característica, atributo, condición o circunstancia que incrementa la probabilidad de la aparición de casos, o la mortalidad, por malaria en cualquier momento.

Identificación de áreas prioritarias

Al estudiar las IPAs y sus tendencias seculares en años recientes, será posible identificar las áreas donde las intervenciones antimaláricas no han tenido éxito. Con observar estas tendencias quedará al descubierto la magnitud de la transmisión incrementada o disminuida según el caso. Puede emplearse unos valores arbitrarios para denotar áreas de baja, mediana o alta transmisión.

XIII. MUESTREO

El tamaño de una muestra requerida para un estudio de prevalencia, es decir, para realizar una encuesta a nivel local, dependerá de la precisión deseada y el nivel de prevalencia de la enfermedad. Si por ejemplo la malaria tiene una incidencia o prevalencia de alrededor de 10 por 1000 (de no existir cifras basta un estimativo en el peor de los casos), entonces de una muestra de 100 personas escogidas al azar, se esperaría encontrar sólo 1 caso de malaria, con buenas probabilidades de encontrar ninguno. Por lo tanto, con esa muestra tan pequeña es improbable cuantificar acertadamente la prevalencia de la enfermedad. Si la muestra se agranda a 1000 personas, se esperaría hallar 10 casos. Para otras enfermedades tan comunes como las helmintiasis, por ejemplo con una prevalencia de 30%, bastaría una muestra de 100 a 200 personas para obtener la necesaria precisión de la tasa de prevalencia en la población, prescindiendo de un tamaño muestral tan grande de 1000 personas.

Si la muestra se selecciona correctamente, cuanto más grande sea, mayor exactitud tendrán los estimativos de la verdadera prevalencia en la comunidad de donde se obtuvo. Por lo tanto, en un estudio de prevalencia, el tamaño muestral representa la mínima cantidad de sujetos requeridos para dar un estimativo de la prevalencia con el grado de precisión deseado.

Veamos un ejemplo con los datos del Cuadro 5. Si se sospecha que la incidencia o prevalencia de la malaria se ubica entre 20 y 40% en la población, y si una encuesta parasitológica tiene buenas probabilidades de estimar la incidencia o prevalencia en esa población con un margen de error de 5% de su valor real, entonces será necesario examinar por lo menos 369 personas. Si al concluir el estudio y la prevalencia resulta ser de 32.5%, entonces la verdadera prevalencia en esa población estaría entre 27.5 y 37.5% (32.5 +/- 5%).

Cuadro 25

Tamaño de muestra mínimo para un estudio de prevalencia según la tasa de prevalencia esperada.

Margen de error de muestreo tolerado(%) ²	Tasa máxima de prevalencia esperada (%) ¹							
	1	2.5	5	10	20	30	40	50
0.5	1.522	3.746	7.300	13.800	-	-	-	-
1	381	937	1.825	3.458	6.147	8.068	9.220	9.604
2	-	235	457	865	1.537	2.017	2.305	2.401
5	-	-	73	139	246	323	369	385
10	-	-	-	35	62	81	93	97
15	-	-	-	-	28	36	41	43

1. Siempre escoge la mayor tasa de prevalencia esperada. Si la tasa es mayor de 50% use 100 - la tasa esperada > 50%.

2. Esto representa el intervalo de confianza de 95%. Por ejemplo, si la verdadera prevalencia fuese de 10% y escogiéramos una muestra de 139 personas, tendríamos una certeza de 95% que la prevalencia detectada por la muestra detendría un error entre 5 a 15% (es decir 10 +/- 5%). En general, no deberá aceptarse márgenes de error de mayores de 5%.

Tomado de Swaroop, S y traducido por Alberto Aché.

De no contar con el Cuadro 5, se podría calcular el tamaño de la muestra con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{pq}{(E/1.96)^2}$$

Donde:

N = tamaño mínimo de la muestra.

p = máxima tasa de prevalencia esperada.

q = 100 - p.

E = margen de error de muestreo tolerado.

Por ejemplo, si p = 40; q = 60; E = 5, tenemos:

$$N = \frac{(40 \times 60)}{(5/1.96)^2} = 369 \text{ personas}$$

XIV. DETERMINACIÓN DEL UMBRAL CLÍNICO

¿Cómo determinamos el umbral clínico de la malaria?

Definimos el umbral clínico como el nivel de la parasitemia por encima del cual la probabilidad de que los síntomas son causados por la malaria es mayor a la probabilidad de que los síntomas son generados por otra enfermedad.

Para ello debemos utilizar métodos estadísticos para tratar de distinguir entre la fiebre atribuida a la malaria de otras fiebres. El mejor método es la fracción atribuible que permite calcular el número de fiebres atribuibles a la malaria de acuerdo a los diferentes niveles de parasitemia.

Fracción Atribuible: Tomando en cuenta todos los casos de fiebre, es la proporción atribuible a malaria. En los pacientes febriles cuyas gotas gruesas resultan positivas para malaria, solamente una proporción de ellos son atribuibles a la malaria y el resto a otras patologías. En pacientes febriles con gotas gruesas negativas, es improbable que tengan malaria. De tal manera, asumimos que en este grupo afebril no hay enfermos atribuibles a la malaria.

Cuadro 26

		Fiebre	
		Sí	No
Parásitos	Sí	Parasitado y con fiebre	Parasitado y sin fiebre
	No	No parasitado y con fiebre	No parasitado y sin fiebre

¿Cómo calculamos la fracción atribuible a malaria?

Primero asumimos que la proporción de febriles entre los parasitados es f_p y la proporción de febriles sin parásitos es f_{p0} . Entonces, entre los parasitados con fiebre ocasionados por la malaria, la proporción de fiebres atribuidas a la malaria vendría expresada por el riesgo atribuible:

$$(f_p - f_{p0})/f_p$$

Además, si denominamos “p” como la proporción de casos de fiebre con parásitos, entonces las fiebres atribuidas a la malaria en todos los pacientes con fiebre sería la fracción atribuible (FA) expresados como:

$$FA = p(fp - fp0)/fp$$

Veamos un ejemplo que proviene de un estudio poblacional de niños realizado en Gambia por Alfonso en 1993.

Cuadro 27

		Fiebre		Total
		Sí	No	
Parásitos	Sí	41	86	127
	No	33	247	280
Total		74	333	407

Entre los niños parasitados con fiebre tenemos $41/127 \times 100 = 32\%$, y entre los niños no parasitados con fiebre $33/280 \times 100 = 11\%$. Estas cifras indican que $fp = 0.32$ (32%) y $fp0 = 0.11$ (11%).

Ahora, entre los niños con parásitos y fiebre, la proporción de fiebres atribuibles a la malaria es:

$$(fp - fp0)/fp = (0.32 - 0.11)/0.32 = 0.63$$

Esto significa que 63% de los niños febriles con parásitos se presumen enfermos de malaria y probablemente 27% de las fiebres es causado por otras patologías.

La proporción “p” de casos de fiebre que tienen malaria es $41/74 = 0.55$

Y la probabilidad global de que la fiebre es causada por la malaria (o fracción atribuida a ella) sería:

$$FA = 0.55 \times 0.63 = 0.35$$

Esto significa que probablemente tan solo 35% de todas las fiebres son atribuidas a la malaria.

XV. ANÁLISIS DE UN SERVICIO DE MALARIA

Fue el economista y médico inglés William Perry, en el siglo 17, quien dejó en claro la noción de la enfermedad como carga económica y el valor de las posibles ganancias en productividad por la reducción de la morbimortalidad. Si bien los efectos económicos globales por las enfermedades tropicales no son del todo conocido, desde esa época hasta el presente se han confirmado dos grandes métodos para evaluar la reducción de los niveles de las enfermedades, a saber: el método del capital humano, expresado por las ganancias potenciales en la productividad; y por el abordaje de la demanda del consumidor, es decir, basado en el comportamiento de los consumidores quienes demandan servicios preventivos o curativos. La evaluación por el método del capital humano guarda una estrecha relación con la epidemiología debido a las cuantificaciones de los efectos de los problemas de salud y de los servicios sanitarios prestados que esta disciplina pueda aportar. En el contexto del surgimiento de la malaria y otras enfermedades endémicas en nuestro país, es válida la aplicación del método del capital humano. Por otra parte, no es desestimable hacer una valoración de la demanda de servicios preventivos y curativos que tienen varios asentamientos mineros y otras comunidades aledaños y donde se presentan estas enfermedades endémicas con mayor fuerza.

La evaluación de los servicios de salud o de programas debe considerarse como un componente esencial de la vigilancia o monitoreo epidemiológico. Además de la recopilación de datos epidemiológicos, el registro de información sobre los costos de un programa puede aportar valiosos conocimientos acerca de:

1. La cantidad de fondos necesarios para continuar ese programa;
2. El uso apropiado que se le debe dar al personal disponible,
3. La eficiencia lograda con los suministros, recursos y la logística aportados;
4. La obtención de información adicional en relación al desperdicio de recursos y el desaprovechamiento de potenciales efectos positivos a lograr.

Existe una plétora de términos confusos acerca de las técnicas para la evaluación económica de los programas de salud. Sin embargo, a grandes rasgos, dichas metodologías se agrupan en los siguientes componentes:

1. La descripción de costos o análisis de costos;
2. La descripción de eventos o análisis de eventos en relación a costos o análisis de costo-eficacia/efectividad;
3. El análisis para la minimización de costos;
4. El análisis de costo-beneficio;
5. El análisis de costo-utilidad.

Cabe destacar que cualquiera que sea la técnica empleada para la evaluación económica, ésta debe concebirse como una comparación entre distintas alternativas o de diferentes tipos de intervención. En algunos casos, queda implícita que la alternativa para hacer la comparación reside en la “no acción” o “hacer nada”; opción que no siempre responde a la realidad, dada la amplia diversidad de alternativas y propuestas formuladas por organismos internacionales.

1. ESTRUCTURA

- a) Accesibilidad
- b) Disponibilidad

2. PROCESO

- a) Actividades
- b) Productividad
- c) Uso
- d) Utilización
- e) Calidad

3. RESULTADOS INMEDIATOS

- a) Cobertura
- b) Eficiencia
- c) Eficacia
- d) Efectividad

4. RESULTADOS EN COMUNIDAD

1. ESTRUCTURA

a) **Accesibilidad:** Es la condición variable de la población para utilizar los servicios de salud relacionados con la malaria.

Indicadores: de la oferta del servicio de salud.

Indicadores de Estructura

Áreas de problemas	Indicadores
Accesibilidad geográfica	Distancia. Duración del viaje según el medio de transporte. Mapas de distancia e isócronas.
Accesibilidad económica	Pagos efectuados por transporte; compra de medicamentos; días de estancia; capacidad de pago
Accesibilidad cultural	Aceptabilidad de los servicios y atención médica brindada por personal del Programa de Malaria o del centro de salud por las comunidades y grupos étnicos; número de rechazos de personas de grupos étnicos.
Accesibilidad atribuida a la Organización del Programa de Malaria	Tiempo de espera para que un enfermo sea tratado; para realizar una gota gruesa; para efectuar un rociamiento espacial o ciclo de rociamiento

b) Disponibilidad: Es la relación entre los recursos existentes en un servicio del Programa de Malaria (humanos, financieros, suministro, infraestructura o tecnológicos) y la población a la cual están destinados.

Ejemplo: Número de trabajadores de salud/población de referencia.

Número de centros de salud/población de referencia

Número de médicos/Población de referencia

Indicadores: La disponibilidad se calcula dividiendo la cantidad de un determinado recurso por la población correspondiente.

Ejemplos: Número de visitantes rurales/Población bajo vigilancia

Número de rociadores/Población bajo vigilancia

También puede emplearse el número de horas de trabajo mensual o anual de esos trabajadores y no números enteros de trabajadores.

2. PROCESO E INDICADORES

a) Actividades

Para cumplir con los objetivos del Programa de Malaria, tanto los recursos humanos como físicos deben desempeñar determinadas funciones que se miden en términos de actividades. Es necesario establecer un tiempo para el cumplimiento de cada actividad según la especificidad de la tarea, distancia, concentración de la población y área de trabajo. Aunque los Servicios Regionales tienden a presentar el número de sus actividades en un tiempo determinado como muestra de su desempeño (metas cumplidas por año/mes etc.), este indicador por sí solo es poco revelador sino está relacionado a la población bajo vigilancia o a las metas del programa (entendiendo que la meta tiene un tiempo definido para su ejecución. Por ejemplo: Cumplir un ciclo de rociamiento entre el 6-2-2008 al 6-6-2008, en la localidad de La Hamaca, municipio Las Majadas, estado Bolívar).

Cuadro 29

Recursos	Indicadores (según el tiempo)
Visitadores Rurales	Número de visitas a casas cumplidas en áreas dispersas y concentradas; láminas tomadas; tratamientos administrados.
Rociadores	Número de casas rociadas; ciclos cumplidos de rociamientos intramurales y rociamientos espaciales
Microscopistas	Número de láminas examinadas; muestras hemáticas tomadas
Inspectores Sanitarios	Número de supervisiones; encuestas realizadas; capturas nocturnas de anofelinos adultos; captura de larvas; actividades de promoción a salud; croquizaciones y mapeos

b) Productividad y Rendimiento

Productividad: Es el número de actividades realizadas por unidad de recursos disponibles por unidad de tiempo.

Rendimiento: Es el número de actividades realizadas por unidad de recursos utilizados. El rendimiento es semejante a la productividad, pero mientras en la productividad se compara con el recurso disponible, el rendimiento se compara con el recurso utilizado. Por ello mismo, cuando la utilización de un recurso es 100% el rendimiento coincide con la productividad.

Indicador: Cociente entre el número de actividades y el tiempo disponible por recurso.

Ejemplos:
$$\frac{\text{Número de visitas a casas en el mes/año}}{\text{Total de Visitadores Rurales disponibles para la actividad en el mes/año u horas trabajadas}} \times 100$$

$$\frac{\text{Número de visitas a casas en el mes/año}}{\text{Total de Visitadores Rurales empleados en la actividad en el mes/año u horas trabajadas}} \times 100$$
$$\frac{\text{Número de láminas examinadas}}{\text{Número de horas o días de trabajo por microscopista}} \times 100$$
$$\frac{\text{Número de casas rociadas}}{\text{Número de horas de trabajo de los rociadores}} \times 100$$

c) Uso

1. **Intensidad de uso:** Es el número promedio de los servicios recibidos en un período de tiempo. Se calcula dividiendo el número de unidades de servicios (o actividades) por el número de usuarios de los mismos.

Cuadro 30

Ejemplos:

Servicio Prestado	Indicador (Período = 1 año/mes)
Búsqueda Activa	Número de láminas tomadas a febricitantes/Número de casos de malaria
Puesto de Notificación	Número de visitas al puesto de notificación/Número de casos de malaria

2. **Extensión de uso:** Es la proporción de la población que usa un servicio determinado en un período de tiempo.

Ejemplos:

Cuadro 31

Servicio Prestado	Indicador (Período = 1 año/mes)
Búsqueda Activa	Número de láminas tomadas a febricitantes/Población bajo vigilancia
Puesto de Notificación	Número de visitas al puesto de notificación/Población bajo vigilancia

d) **Utilización:** Es la relación entre el recurso utilizado y el recurso disponible para una actividad o por un servicio por unidad de tiempo.

Ejemplos:

1. Indicadores cuantitativos de utilización

Cuadro 32

Recurso	Indicador
Rociamientos a casas	Número de horas trabajadas rociando por ciclo/Número de horas contratadas
Supervisión	Número de horas en tareas de supervisión/Número de horas contratadas

Cuadro 33

2. Indicadores cualitativos de utilización

Recurso	Indicador
Productividad	Número de días laborados efectivamente/ Número de días con viáticos asignados
Promedio de población protegida por rociamientos	Número de habitantes por casa rociada/ Población total bajo vigilancia
Promedio de población que usan repelentes	Número de habitantes que usan repelentes/ Población bajo vigilancia

e) Calidad: Es una combinación de características humanas y tecnológicas que los servicios deben poseer para poder cumplir sus objetivos.

1. La calidad técnica: Se define en términos de cuatro variables:

- I. La integridad, es decir, atender y satisfacer todas las necesidades de los pacientes;
- II. Los contenidos, es decir, hacer todo lo que se debe hacer en cada caso;
- III. La destreza, es decir, hacer bien lo que se debe hacer;
- IV. La oportunidad, es decir, hacer a tiempo y en la secuencia adecuada lo que se debe hacer.

3. RESULTADOS INMEDIATOS

1. Cobertura: Es la proporción de personas con necesidades de servicios de salud que recibe atención para tales necesidades. La cobertura indica si el servicio de salud está llegando a la población que realmente lo necesita.

Ejemplos:

I. Índice de cobertura a casas =

$$\frac{\text{Número de casas visitadas en todos los recorridos} \times \text{Número de recorridos efectuados en un período de tiempo (mes/año)}}{\text{Número de casa existentes en todos los recorridos} \times \text{Número de recorridos programados en un período de tiempo (mes/año)}} \times 100$$

II. Índice de cobertura a población =

$$\frac{\text{Población protegida en todos los recorridos} \times \text{Número de recorridos efectuados en un período de tiempo (mes/año)}}{\text{Población a proteger en todos los recorridos} \times \text{Número de recorridos programados en un período de tiempo (mes/año)}} \times 100$$

III. Índice de puestos de notificación visitadas =

$$\frac{\text{Número de puestos de notificación visitados en el mes/año}}{\text{Número de puestos de notificación existentes}} \times 100$$

De este indicador se deriva también el Índice de puestos de notificación productivos

IV. Índice de láminas por tipo de búsqueda =

$$\frac{\text{Número de láminas positivas procedentes de la búsqueda activa o pasiva o pasiva activada}}{\text{Total de láminas positivas}} \times 100$$

V. Índice de láminas por 100 km² =

$$\frac{\text{Número de láminas positivas}}{\text{Área en km}^2} \times 100$$

2. Eficacia: Se define como el logro del objetivo sobre los usuarios del mismo.

El Programa de Malaria tiene algunos que son de uso frecuente: IPA, IAES, IP, Índice Epidémico. Otros ejemplos pueden ser:

Cuadro 34

Servicio	Indicadores x 100
Tratamientos	Número de pacientes curados de malaria/ Número de pacientes tratados
Rociamientos	Número de casas sin malaria/Número de casas rociadas

3. Eficiencia: Muestra la relación entre los efectos de un programa o servicio y los gastos correspondientes de recursos e insumos.

Cuadro 35

Servicio	Indicadores
Tratamientos	Costo de los medicamentos/Número de pacientes curados
Rociamientos	Costo de los rociamientos/Número de casas sin malaria

4. Efectividad: Se define como el resultado de las acciones de salud sobre la población objeto de los mismos. Mide no solo el impacto de los servicios de salud sino el proceso general de desarrollo socio-económico.

XVI. BIBLIOGRAFÍA

Aché, A. & Mazzarri M. (1997). *Malaria en Venezuela. Resúmenes del II Congreso Latinoamericano de Malaria*. Medellín, Colombia.

Alfonso, P.L.; Lindsay, S.W.; Armstrong-Schellenberg, J.R.; Keita, K.; Gómez, P.; Shenton, F.C.; Hill, A.G.; David, P.H.; Fegan, G.; Cham, K. (1993). A malaria control trial using insecticide-treated bed nets and targeted chemoprophylaxis in a rural area of The Gambia. The impact of the interventions on mortality and morbidity from malaria. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*: 87, suppl 2: 37-44.

Black, R.H. (1968). *Manual of Epidemiology and Epidemiological Services in Malaria Programmes*. W.H.O. Geneva.

Bruce-Chwatt, L.J. (1985). *Essential Malariology*. John Wiley & Sons. New York.

Castillo-Salgado, C. (1992). *Epidemiological Risk Stratification of Malaria in the Americas*. Paper prepared for Interregional Meeting on Malaria for the Americas. (PAHO/WHO).

De Shelly Hernández, R. (1959). *La Estadística Aplicada a las Ciencias Biológicas*. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.

Kelsey, J.L.; Whittemore, A.S.; Evans, A.S.; Thompson, W.D. (1996). *Methods in Observational Epidemiology*. Oxford University Press.

Kirkwood, B.R. & Sterne, J.A.C. (2003). *Medical Statistics*. Blackwell Science.

Kramer, M.S. (1988). *Clinical Epidemiology and Biostatistics*. Springer-Verlag.

Last, J.M. (1983). A Dictionary of Epidemiology. Oxford University Press.

OMS. Ginebra. (1986). 18° Informe. Comité de Expertos en Paludismo. Series de Informes Técnicos 735.

Stallybrass, C.O. (1931). The Principles of Epidemiology and the Process of Infection. Macmillan. New York.

Swaroop, S. (1957). Statistical Methodology in Malaria Work. WHO/Mal/174. WHO/HS/58.

Swaroop, S.; Gilroy, A.B.; Uemura, K. (1966). Statistical Methods in Malaria Eradication. Monograph Series, No. 51. WHO. Geneva.

Van den Ende, J.; Van Gompel, A.; Lynen, L.; Van Damme, W.; (1996). Clinical algorithm for malaria in Africa. Lancet; 347:1327.

Wernsdorfer, W.H. & McGregor, I. (1988). Malaria: Principles and Practice of Malariology. Churchill Livingstone. Edinburgh.

WHO. Geneva. (1963). Terminology of Malaria and of Malaria Eradication.

WHO. Geneva. (1995). The Epidemiological Approach to Malaria Control.

WHO. Moscow. (1985). Report of the Informal Consultation on Stratification for Planning Antimalaria Action.

AA/aa
2009