ANEXO 2

1. NOVENTA PERCENTIL ESTIMADO.

El PMSMB ha adoptado recientemente la estrategia de *muestreo sistemático al azar* para la evaluación de los moluscos que se desarrollan en aguas que no estén impactadas por fuentes puntuales de contaminación. Esté método involucra el calculo del estimado del 90 percentil. Este anexo proporciona la información necesaria para este cálculo.

Antecedentes

Conforme a su convención anual en 1989, el ISSC adoptó la estrategia del *muestreo sistemático al azar* para utilizarse en la evaluación de moluscos que se cultivan en aguas que no están influenciadas por fuentes de contaminación puntual. Cuando *se* elige emplear la estrategia de *muestreo sistemático al azar* para recolectar muestras de aguas proveniente *de* esas áreas de cultivo, se deberán utilizar los siguientes lineamientos para calcular el 90 percentil estimado. El método para el *cálculo* del 90 percentil fue usado en la evaluación de aguas de crecimiento de moluscos bivalvos y fue sugerido por Mr. John Veazey del Departamento de Fuentes Naturales de Georgia, como una adecuación a la 8109[1].

El interés de la salud pública es que mientras muchas aguas pueden cumplir la mediana (o media geométrica) y criterios de factor de porcentaje, algunas estaciones de muestreo de aguas de cultivo de moluscos, presentan un nivel considerable de variación en una distribución de resultados del muestreo. En una situación así, el riesgo para consumo público de moluscos ha sido una preocupación, dado que los datos de la muestra de este tipo pueden indicar que las aguas donde se cultiva el molusco estén contaminadas de manera intermitente.

El criterio "10 por ciento sobre 43" no se considera suficiente para proteger la salud pública cuando se conocen acontecimientos meteorológicos o hidrológicos, que ocurren intermitentemente, que muestran que afectan de manera adversa la calidad del agua de cultivo. El "factor de porcentaje" no fue desarrollado para permitir la variación en los datos, causada por cambios en las condiciones ambientales en el período del muestreo. El "factor de porcentaje" se desarrolló para utilizarlos con un conjunto de datos recopilados bajo condiciones uniformes y está diseñado para reflejar la variación inherente de la metodología NMP[2.]

[1] Mientras que la 8109 sugirió el uso de 90 percentil estimado para la evaluación de las aguas en que se cultivan moluscos, la idea original fue utilizarla junto con una estrategia de muestreo directo. Las deliberaciones de la reunión del ISSC de 1989 dieron por resultado la adopción del percentil 90 estimado para utilizarlo en la evaluación de los datos recopilados por medio de un programa de *muestreo sistemático al azar*.

[2] La estimación del 90 percentil es adecuada para ser usada únicamente cuando el estándar de análisis de multitubos *NMP* es usado en pruebas dilución de 3 o 5 tubos. Ver *Recomended Procedures for the Examination of Seawater and Shellfish*, 4th Edition, APHA 1970.

Sin embargo, los niveles actuales de “no más del 10 por ciento" (230/330 NMP por 100 ml) permiten de alguna manera un mayor grado de variación que el atribuible a la sola prueba NMP. La presencia de amplias oscilaciones en la calidad del agua que resultan de las cambiantes condiciones ambientales no se contempla en los criterios de la calidad del agua de no mayor al 10 por ciento.

La Revisión de 1965 de la Parte I del ***Manual de Operaciones*** se analizó este punto (página 11, nota de pie 6) en la cual se demostró que un factor de tolerancia NMP estaba incluido en la derivación del valor de 230 NMP por 100 ml ("factor de porcentaje " de coliformes totales). Este valor, para ser utilizado en aguas de cultivo con densidades uniformes de bacterias, reconoce que "la determinación del NMP no es una medida precisa de concentraciones de bacterias". La nota de pie dice:

> Esto es, en muestras repetidas de aguas conteniendo densidades uniformes de bacterias se obtendrán variaciones a las estimaciones de NMP. El uso del factor de tolerancia 3.3 (aplicable únicamente para una solución decimal NMP de 5 tubos) es un método de reconocimiento de esta variación.
> Por ejemplo, en un cuerpo de agua en el cual la mediana de la concentración de bacterias coliformes es de 70 por 100 ml, 95% del NMP observado estará entre 20 y 230 por 100 ml; es decir 70/3.3 = 21 y 70 x 3.3 = 230.

El dilema que enfrenta el evaluador estatal del agua de cultivo de moluscos es cómo distinguir entre la variación inherente de la prueba NMP y la que resulte de las condiciones ambientales regulares que degradan la calidad del agua. El PMSMB nunca intentó certificar una área de cultivo de moluscos que esté contaminada un 10 por ciento del tiempo.

Cuando los acontecimientos ambientales (como la lluvia) producen efectos desfavorables sobre la calidad del agua, la distribución puede contener puntos en los datos que varían ampliamente de la media geométrica. Un conjunto de datos de ese tipo contendría probablemente datos superiores que representan periodos cuando los moluscos pueden estar expuestos a enormes cantidades de contaminantes. En esta situación, la determinación de conformidad para el PMSMB, para *un* grupo de muestras de agua de cultivo recolectadas al azar de una estación en particular, puede convertirse en una función arbitraria de la mecánica del muestreo (tiempo, frecuencia) más que una característica real de las aguas de cultivo.

El 90 percentil estimado se ajustará a los casos de contaminación al azar que pueden producir un conjunto de datos que sean sesgados a causa de unos cuantos valores NMP elevados. Cuando datos de muestras de agua de cultivo de moluscos recolectados de eventos de contaminación intermitentes se combinan con datos colectados bajo condiciones normales en una distribución de datos, aumenta la variación. El cálculo estimado del 90 percentil reflejará esta variación. Por lo tanto, el 90 percentil estimado permitirá el uso de una estrategia de *muestreo sistemático al azar*, mientras protege contra la posibilidad de la existencia de condiciones desfavorables intermitentes que son frecuentemente tan difíciles de definir, como son difíciles de identificar y monitorear.

Guía

El 90 percentil estimado se obtendrá de la siguiente ecuación:

$$\textbf{90 est.} = \textbf{Antilog}\ [(S_{log})\ 1.28^{(3)} + \overline{X}_{log}]$$

S_{log} = desviación estándar de los logaritmos de los valores NMP

Donde:

$\overline{X}_{log}$ = La media de los logaritmos de los valores NMP que incluyen todo el conjunto de datos (también conocida como media logarítmica o promedio aritmético de los logaritmos); la media geométrica es el antilogaritmo de $\overline{x}_{log}$

Otros:

- Para fines de cálculos matemáticos, los valores NMP que signifiquen el rango superior o inferior de sensibilidad para la prueba, deberán aumentar o disminuir un número significativo. *Los resultados del NMP se reportan en forma de dos números significativos*. Por ejemplo, un valor NMP "menor *que* 2", deberá disminuir a 1.9 para indicar el nivel inferior de sensibilidad de la prueba de 5 tubos. En una forma similar, se deberá utilizar 2.9 para indicar los valores de NMP, "menores *que* 3", para la prueba de 3 tubos. Por otro lado, se determina un valor NMP de 1700 para indicar el valor "mayor que 1600", para la prueba de 5 tubos.

- Los logaritmos deben ser redondeados a tres decimales.

- Los antilogaritmos de los cálculos del logaritmo del NMP se pueden redondear al entero inmediato inferior sin decimales. *Por* ejemplo, antilog (0.556) = 3

- La desviación estándar de los datos de los logaritmos del NMP se deberán calcular de la siguiente manera:

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\sum (x - \overline{x})^2}{n-1}}$$

(3) Este valor se obtuvo de la distribución normal estándar-

Aplicación del Lineamiento

Ejemplo 1

1) Convertir los valores NMP a logaritmos

Obs	NMP	Log_{10}
1	2.9	0.462
2	2.9	0.462
3	2.9	0.462
4	2.9	0.462
5	2.9	0.462
6	2.9	0.462
7	2.9	0.462
8	2.9	0.462
9	3.6	0.556
10	3.6	0.556
11	3.6	0.556
12	3.6	0.556
13	3.6	0.556
14	3.6	0.556
15	3.6	0.556

Obs	NMP	Log_{10}
16	3.6	0.556
17	3.6	0.556
18	3.6	0.556
19	9.1	0.959
20	9.1	0.959
21	9.1	0.959
22	9.1	0.959
23	9.1	0.959
24	9.1	0.959
25	23	1.362
26	23	1.362
27	23	1.362
28	43	1.633
29	43	1.633
30	460	2.663

2) Calcular la media geométrica y la desviación estándar

Mediana = 3.6

Porcentaje mayor a 43 = 3.3%

Media geométrica(Antilog $\bar{X}$ log) = (Antilog 0.834) ó **6**

Log Desviación Estándar (S_{log}) = 0.506

3) Calcular el 90 Percentil estimado utilizando la siguiente ecuación:

90 Est. = Antilog [(S_{log}) 1.28 + $\bar{X}_{log}$]

90 Est. = Antilog [(0.506)1.28 + 0.834]

90 Est. = Antilog [1.482] ó 30

4) Interpretación

La media geométrica de la estación es menor a 14 y el 90 percentil estimado es menor de 49 (prueba de tres tubos). Por lo tanto, esta estación *cumple* los criterios del PMSMB para una área aprobada.

Ejemplo 2

(1) Convertir los valores NMP a logaritmos

Obs	NMP	Log_{10}
1	1.9	0.279
2	1.9	0.279
3	1.9	0.279
4	1.9	0.279
5	1.9	0.279
6	1.9	0.279
7	1.9	0.279
8	1.9	0.279
9	2.0	0.301
10	2.0	0.301
11	2.0	0.301
12	2.0	0.301
13	2.0	0.301
14	2.0	0.301
15	2.0	0.301

Obs	NMP	Log_{10}
16	2.0	0.301
17	4.5	0.653
18	4.5	0.653
19	7.8	0.892
20	7.8	0.892
21	7.8	0.892
22	11	1.041
23	11	1.041
24	23	1.362
25	23	1.362
26	23	1.362
27	23	1.362
28	33	1.519
29	540	2.732
30	1700	3.230

(2) Calcular la media geométrica y la desviación estándar

Mediana	=	2.0
Porcentaje mayor a 43	=	6.6%
Media geométrica (Antilog $\bar{X}$ log)	=	(Antilog 0.788) ó 6
Log Desviación estándar (S_{log})	=	0.737

(3) Calcular el 90 Percentil estimado utilizando la ecuación anterior:

90 Est. = Antilog $[(S_{log})\ 1.28 + \bar{X}_{log}]$

90 Est. = Antilog [(0.737)1.28 + 0.788]

90 Est. = Antilog [1.731] ó 53

(4) Interpretación

Aunque esta media geométrica de la estación es menor a 14, la desviación estándar que resulta de los valores altos en este conjunto de datos, llevaría a concluir que la calidad del agua ha sido afectada adversamente por la afluencia de tormentas ó de otros eventos contaminantes periódicos. El 90 percentil estimado fue de 53 (mayor de 43, prueba de cinco tubos). Por lo tanto, esta estación *no cumpliría* los criterios del PMSMB para un área aprobada.