

CRITERIOS BACTERIOLOGICOS Y CALIDAD SANITARIA DE LAS AGUAS DE LAS PLAYAS DE COSTA RICA PERIODO 1986-1987

Darner Mora *
Juan C. Rojas*
Marco Sequeira**
Ana Mata*
Moisés Coto***

RESUMEN

Se presenta el primer estudio integral de la calidad del agua de las principales playas de Costa Rica, para lo cual se establecieron los Criterios Bacteriológicos Nacionales, aprovechando los 785 resultados bacteriológicos de los 50 puntos de muestreo del Litoral Pacífico y 19 de las costas del Atlántico. Además se identificaron y evaluaron las fuentes puntuales y dispersas de contaminación fecal, que influyen sobre las aguas de playa.

INTRODUCCION

Costa Rica cuenta con playas de extraordinaria belleza. En ambos litorales existen amplias planicies costeras, cortadas por pequeños sistemas montañosos de no más de mil metros de altura. El litoral atlántico con 212 km de longitud es arenoso y bajo, el pacífico es sinuoso con 1016 km de largo.

A pesar del gran atractivo turístico, no han existido en nuestro medio la conciencia ni el planeamiento suficientes a la hora de establecer edificios y urbanizaciones cerca de las costas, y se han hecho descargas al mar de desechos domésticos, bacteriológicamente muy contaminados, lo cual provoca un deterioro de la calidad sanitaria de las aguas en ciertas zonas costeras del país.

La ausencia en nuestro medio de Criterios Bacteriológicos para evaluar la calidad sanitaria de las aguas de mar, usadas para natación aunado a la importancia turística y los problemas de salud que puede ocasionar el nadar en aguas contaminadas con materia fecal, fueron los elementos que dieron

origen a la realización de esta investigación con dos objetivos principales, a saber:

- 1) Establecer criterios bacteriológicos propios para evaluar este tipo de agua
- 2) Evaluar la calidad sanitaria de las principales playas de Costa Rica.

Para alcanzar estos objetivos nos respaldamos en los aspectos epidemiológicos, estéticos y ecológicos, correlacionados con variables físico-químicas (turbiedad, color, pH, etc.) y bacteriológicas como el número más probable de coliformes fecales, coliformes totales y el aislamiento de la bacteria patógena *Salmonella*.

MATERIAL Y METODOS

Previo a una inspección de campo en cada playa se ubicaron 59 puntos de muestreo en las costas del litoral pacífico, desde Puerto Soley hasta Puerto Jiménez (4 muelles, 5 desembocaduras de ríos, quebradas y 51 aguas de playas). En el litoral atlántico se localizaron 19 puntos de muestreo (2 muelles, 4 desembocaduras de ríos y 13 aguas de playa) (Figura No. 1).

La frecuencia de muestreo (Cuadro No. 1) se estableció de acuerdo con la importancia turística, habitantes de las zonas, problemas ecológicos (como desembocadura de ríos, presencia de alcantarillado sanitario, esteros, hoteles, hospitales y muelles).

Las muestras para análisis bacteriológicos y físico-químicos se recolectaron de enero de 1986 a enero de 1988, penetrando en el mar hasta una profundidad media utilizada por los bañistas normalmente y llevando los envases a 30 cm debajo de la superficie; como lo recomienda Brunker².

* Microbiólogo.

** Químico.

*** Asistente del Laboratorio Central de A y A.

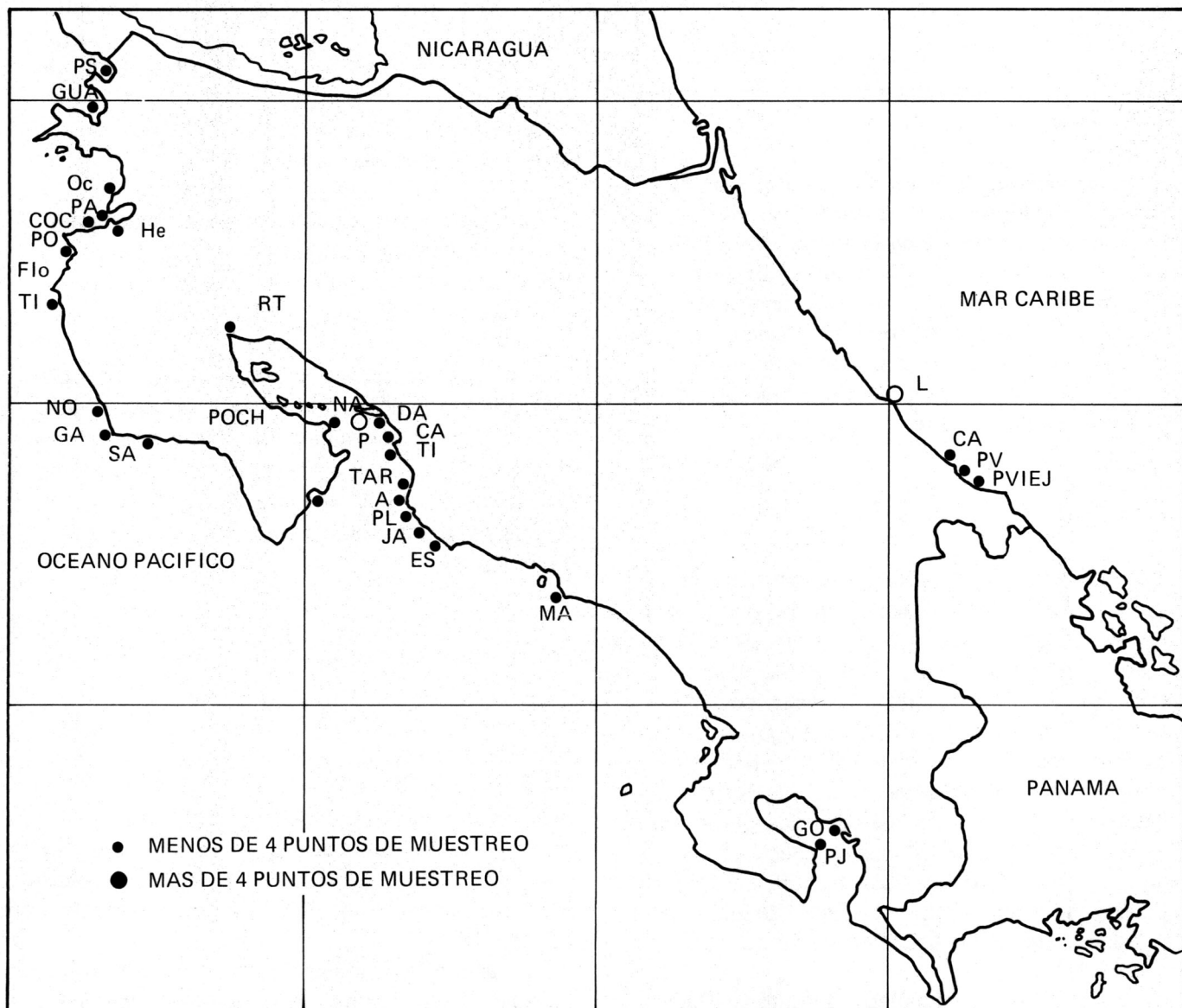


FIGURA No. 1. Puntos de muestreo

CUADRO No. 1

*Resumen de los puntos de muestreo, frecuencia de muestreo
y número de habitantes de los centros urbanos y rurales
de las costas de Costa Rica*

Lugar	Punto de monitoreo	Número puntos	Frecuencia de muestreo	Número de habitantes
Puerto Soley	PS 1, Ps 2	2	Semestral	5 517
Guajiniquil	Gua 1	1	Semestral	930
Playa Panamá	Pa 1	1	Trimestral	5 952
Playa Hermosa	Her 1, Her 2	2	Trimestral	5 952
Playas del Coco	Coc 1, Coc 2, Co 3	3	Trimestral	5 952
Playa Ocotal	Oc 1	1	Trimestral	5 952
Playa Potrero	Po 1	1	Semestral	3 372
Playa Brasilito	Br 1	1	Semestral	3 372
Playa Conchal	Co 1	1	Semestral	3 372
Playa Flamingo	Fla 1	1	Semestral	3 372
Playa Junquillal	Jun 1	1	Semestral	6 823
Playa Tamarindo	Tam 1	1	Semestral	6 823
Playa Nosara	No 1	1	Semestral	1 930
Playa Garza	Ga 1	1	Semestral	1 930
Playa Sámará	Sa 1, Sa 2, Sa 3	3	Semestral	1 930
Playa Tambor	Pta 1	1	Semestral	3 629
Playa Naranjo	Na 1, Na 2	2	Semestral	5 611
Playa Pochote	Poch 1	1	Semestral	5 611
Playa Puntarenas	E 1, E 3, E 5, E 7, E 8, E 10, G 82, G 72, G 62, G 52	11	Mensual	48 963
Playas Doña Ana	DA 1	1	Mensual	6 767
Playa Azul	A 1	1	Bimestral	3 143
Playa Tárcoles	Ta 1	1	Bimestral	3 143
Playa Pta. Leona	PL 1, PL 2	2	Bimestral	3 143
Playa Jacó	Ja 1, Ja 2, Ja 3, Ja 4	4	Bimestral	3 143
Caldera	Cal 1, Cal 2	2	Trimestral	
Playa Tivives	Ti 1	1	Trimestral	1 254
Quepos	Q 1, Q 2, Ma 1, Ma 2	4	Semestral	9 154
Golfito	Go 1, Go 2, Go 3	3	Semestral	28 869
Pto. Jiménez	J 1	1	Semestral	4 758
Limón Centro	L 1, L 2, L 4, E 1, E 2, E 3, E 4, E 5, E 6, E 7, E 8	11	Mensual	59 487
Cahuita	Ca 1, Ca 2, Ca 3	3	Bimestral	2 157
Puerto Vargas	PV 1, PV 2	2	Trimestral	2 157
Puerto Viejo	P. Viej 1	1	Trimestral	2 157

Métodos de laboratorio

Los métodos físico-químicos y bacteriológicos se realizaron con las directrices del "Standard Method of Examination of Water and Wastewater" APHA, AWWA¹. Las variables de turbiedad y color se utilizaron para evaluar el aspecto estético de las aguas, el oxígeno disuelto, alcalinidad, pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y cloruros se usaron para observar la influencia que tienen los estuarios sobre las playas. La técnica del número más probable de coliformes totales y fecales x 100 ml se usaron para evaluar la calidad sanitaria de las aguas. El aislamiento de la bacteria patógena *Salmonella*, para estudiar el aspecto epidemiológico y como un indicador del problema higiénico sanitario de las playas.

Metodología para establecer Criterios Bacteriológicos Nacionales

Definir criterios bacteriológicos para aguas de mar, adecuados con nuestra situación geográfica, económica, social es una necesidad para no cometer el error de la gran mayoría de los países latinoamericanos, que han adoptado los estándares de los Estados Unidos a condiciones ambientales muy diferentes, como son la temperatura, clima y otros. Nos hemos propuesto crearlos para aguas de uso recreacional de contacto primario (mar). El método para establecer estas guías de calidad se define como *una relación cuantificable de exposición efecto basado en evidencias científicas entre el nivel de algún indicador de calidad de agua involucrada y los riesgos potenciales para la salud asociados con el uso del agua con fines de recreación*. Según J. Salas¹⁰

una guía de calidad de agua derivada de tal criterio es una densidad máxima sugerida del indicador en el agua que está asociada con riesgos inaceptables de salud. El concepto de aceptabilidad indica que están involucrados factores sociales, culturales, económicos y políticos, así como de salud.

En razón de lo anterior, el elaborar criterios para este tipo de agua nos obligó a correlacionar los

indicadores (coliformes totales y fecales) con el factor estético (color, turbiedad), con lo ecológico (desembocadura de ríos, descarga de aguas negras, presencia de muelles, etc.) y el aspecto epidemiológico, para lo que nos fundamentamos en la relación indicador *versus* aislamiento de la bacteria causante de diarreas como *Salmonella*. Además los 785 resultados de coliformes totales y fecales se procesaron por medio de frecuencias, estableciéndose las siguientes clases: 0,3 a 100, 101 a 240, 241 a 460, 461 a 1000, 1001 a 2399 y $\geq 2\ 400$. Se sacó el número que más se repite (moda), las frecuencias donde más se acumulan los datos y donde se encuentran el 80% de los resultados. También se siguieron las recomendaciones de 1974 de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de que los límites superiores recomendados para organismos indicadores deberían expresarse en términos globales de órdenes de magnitud en vez de un número límite o específico.

Análisis de resultados

El estudio de los resultados del número más probable (N.M.P.) de coliformes, tanto en los 79 puntos de muestreo de las diferentes playas del país, como de los puntos de contaminación puntual o continua (ríos, quebradas, esteros, alcantarillado sanitario) nos permite proponer con un grado alto de confianza, **Criterios Bacteriológicos para Evaluar la Calidad Sanitaria de las Aguas de las Playas de Costa Rica**; así como la evaluación de la calidad sanitaria de nuestras principales playas en el período de 1986 a 1987.

Estudio de Resultados para Establecer Criterios Bacteriológicos

Para establecer "Criterios bacteriológicos de agua para uso recreacional", como lo define J. Salas¹⁰, es necesario establecer una relación cuantitativa de exposición (efecto basado en evidencias científicas entre los indicadores utilizados (C.T. y C.F./100ml) y los riesgos potenciales para la salud asociados con el uso de agua con fines de recreación. Además el criterio se debe respaldar con factores epidemiológicos, estéticos y ecológicos.

Características de los Indicadores Bacteriológicos utilizados

El grupo coliforme ha sido empleado desde el siglo pasado como indicador sanitario para diferentes tipos de agua. Sin embargo, con el correr de los años, diferentes investigadores han dado mayor énfasis a Coliformes Fecales, por ser más específicos de contaminación fecal.

En esta investigación se usaron los dos grupos de coliformes por dos razones:

- 1) La gran mayoría de criterios y estándares internacionales se basan en estos dos indicadores
- 2) Para poder comparar estudios realizados por Brunker² y Fernández, Brunker y González⁴ con los resultados nuestros en las playas de Puntarenas.

La relación coliforme total (C.T.) y coliforme fecal (C.F.) en mil análisis de agua de mar, nos indica que los fecales son un 63% de los totales y que del 20% de las pruebas del N.M.P. el 66% de las bacterias identificadas (prueba completa) fueron del género *Escherichia coli*. Esto permite afirmar que los coliformes totales se encuentran en una cantidad dos veces mayor que los fecales. Esta relación es muy diferente a la encontrada por otros autores en los Estados Unidos, donde los coliformes fecales son el 20% de los totales en aguas de mar¹¹. Sustentados en la relación C.T./C.F. de nuestros datos, consideramos que los Criterios de Coliformes Totales son el resultado de multiplicar los criterios de Coliformes Fecales por dos.

Análisis estadístico de los resultados bacteriológicos

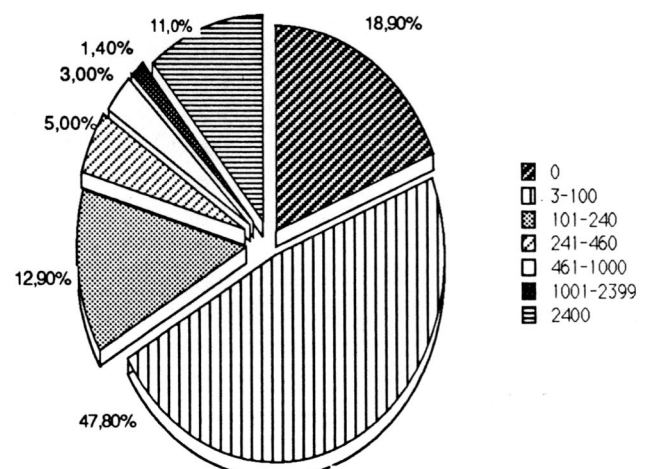
Los 785 resultados de las pruebas del número más probable (N.M.P./100ml) de los diferentes puntos de muestreo, se ordenaron y distribuyeron en frecuencias o intervalos; como se presentan en la Figura No. 2. Se observa que el 19% de los resultados son negativos por coliformes fecales, lo que demuestra que en aguas de mar no contaminadas con materia fecal, no deben existir estos tipos de bacterias. Es decir, la moda o el número que más se repite es cero. El 48% de los datos se encuentra en el intervalo de 3

a 100, el 13% entre 101 a 240, el 5% entre 241 a 460, el 3% entre 461 a 1000, el 1,4% entre 1001 y 2399 y un 11% en el intervalo abierto ≥ 2400 . Este arreglo estadístico nos permite observar que el 90% de los 785 resultados bacteriológicos se encuentran por debajo de 240 C.F./100ml.

En el Cuadro No. 5 se correlaciona el N.M.P. de C.F./100ml con el aislamiento de la bacteria *Salmonella*, observándose que el 70% de aislamientos se encontraron en aguas que presentaron más de 240 C.F. en el mismo momento del muestreo. Estos resultados coinciden con los de E. Geldrich⁶ en aguas de estuarios.

Aspectos epidemiológicos, estéticos y ecológicos

Las primeras evaluaciones concernientes a recreación de contacto primario e incidencia de enfermedades se llevaron a cabo por la Asociación Americana de Salud Pública. A principios de 1920, dicha Asociación condujo estudios que permitieron afirmar la prevalencia de enfermedades infecciosas que pueden contagiarse por medio de piscinas y aguas de mar^{11a}. Moore⁸ reportó la primera aplicación efectiva de guías bacteriológicas al agua de mar, expresadas por Winslow y Moxon^{11b}, en un estudio de polución del Puerto de New Haven, en los Estados Unidos, en donde se atribuyó el contagio de fiebre



Período 1986 - 1987
Total de datos 785

FIGURA No. 2. Distribución de resultados de coliformes fecales en las aguas de las playas de Costa Rica.

CUADRO No. 2

Promedio de las variables físico-químicas y bacteriológicas de los puntos de muestreo del litoral pacífico

Puntos de muestreo	Número datos	xg. Coliformes x 100ml		Aislamiento <i>Salmonella</i>	Turbiedad	Color verdadero
		Totales	Fecales			
PS 1	5	7	4	0	8,0	1
PS 2	5	18	3	0	8,0	1
Gua 1	5	28	8	0	1,6	1
OC 1	8	2	2	0	1,2	1
Coc 1	8	12	6	0	3,1	1
Coc 2	8	16	7	0	2,4	1
Coc 3	8	4	2	0	1,6	0
He 1	8	3	2	0	1,3	0
He 2	8	3	2	0	1,8	1
Pa 1	8	7	7	0	4,0	2
Br 1	6	72	40	0	1,3	1
Co 1	5	2	2	0	0,9	0
Pot 1	6	81	31	0	0,6	0
Fla 1	4	7	5	0	0,6	0
Jun 1	6	4	3	0	0,9	1
T 1	6	3	2	0	0,7	1
No 1	4	0	0	0	1,2	1
Ga 1	4	4	1	0	4,0	1
Sa 1	4	9	9	0	–	1
Sa 2	4	5	5	0	1,6	1
Sa 3	4	16	8	0	1,6	1
Na 1	5	14	14	0	1,2	0
Po 1	4	66	12	0	0,5	0
Pta 1	4	16	16	0	0,5	2
D A	18	95	72	1	–	–
Cal 1	5	16	16	0	2,6	3
Cal 2	5	660	190	0	2,4	3
Ti 1	4	40	15	0	6,0	3
A 1	13	200	43	1	38,0	0
Ta 1	13	200	100	0	48,0	1
Pl 1	10	150	6	0	3,7	0
Pl 2	9	11	6	0	2,0	0
Ja 1	13	8	5	1	2,6	1
Ja 2	13	7	5	0	3,0	1
Ja 3	13	190	79	0	2,0	3
Ja 4	5	170	83	1	1,6	–
Es 1	4	7	3	0	1,0	2
Q 1	6	3000	900	0	3,4	–
Q 2	4	2100	1100	0	3,3	–
MA 1	4	2	2	0	2,5	2
MA 2	5	2	2	0	–	2
Go 1	6	570	210	0	2,5	0
Go 2	11	250	130	0	5,3	0
Go 3	4	26	15	0	–	–
Pj 1	4	10	3	0	6,5	2

CUADRO No. 3

*Promedio de las variables físico-químicas y bacteriológicas
de las aguas de las playas de Puntarenas*

Puntos de muestreo	Número datos	xg. Coliformes x 100ml		Aislamiento <i>Salmonella</i>	Turbiedad	Color verdadero
		Totales	Fecales			
E 1	18	70	31	0	23	3
E 2	12	79	69	1	–	–
E 3	18	76	39	0	11	2
E 4	13	78	69	0	–	–
E 5	18	62	32	0	–	–
E 7	18	150	61	0	–	–
E 8	18	81	42	0	2	2
E 9	18	120	69	1	15	3
E10	18	110	64	0	9	2
G82	18	200	89	0	–	–
G72	18	82	18	1	–	–
G62	18	44	24	0	–	–
G52	17	65	34	0	–	–

CUADRO No. 4

*Promedio de las variables físico-químicas y bacteriológicas
de las aguas de las playas de Limón*

Puntos de muestreo	Número datos	xg. Coliformes x 100ml		Aislamiento <i>Salmonella</i>	Turbiedad	Color verdadero
		Totales	Fecales			
L 2	30	410	330	1	3,0	8,5
E 1	20	75	44	1	3,0	0,9
E 2	20	220	170	0	5,0	0,7
E 3	29	700	560	0	6,0	1,0
E 4	20	3700	2700	0	7,0	1,0
E 5	20	27000	20000	0	6,0	2,2
E 6	29	7800	3300	0	5,0	8,0
E 7	20	59	19	0	5,0	1,0
E 8	19	37	24	0	5,0	1,2
Ca 1	18	97	53	0	2,0	1,1
Ca 2	18	17	12	0	2,0	1,1
PV 1	8	6	3	0	3,0	1,0
PV 2	6	2	1	0	2,0	1,7
P. Viej 1	5	9	3	0	0,4	2,0

CUADRO No. 5

Correlación del N.M.P. de Coliformes x100ml contra aislamientos de *Salmonella*

Punto de muestreo	Coliformes		Aislamiento de <i>Salmonella</i>
	Totales	Fecales	
L 1 - Río Moín	2 400	2 400	+
L 1 - Río Moín	9 300	9 300	+
L 1 - Río Moín	11 000	430	+
L 1 - Río Moín	930	430	+
L 2 - Portete	2 400	2 400	+
E 1 - Playa Bonita	930	930	+
E 2 - Puntarenas	23	23	+
G 72 - Puntarenas	930	240	+
D.A. - Doña Ana	460	460	+
E 9 - Puntarenas	15	15	+
RT 1 - Río Tempisque	230	230	+
RT 1 - Río Tempisque	2 400	930	+
RT 1 - Río Tempisque	460	150	+
Ta 12 - Río Tárcoles	9 300	4 300	+
Ja 4 - Jacó	2 400	2 400	+

tifoidea (*Salmonella*) a nadar en aguas altamente contaminadas. En esta oportunidad se fijó que la densidad de coliformes en aguas de recreación de contacto primario no debía exceder de 100/100ml. Cabelli *et al.*³, 1983, reportan que el límite de coliformes totales para los Estados Unidos de 1000/100ml, se desarrolló aparentemente por el riesgo de contraer salmonelosis en las playas de Connecticut. La Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA)¹², en 1976, presentó guías de coliformes fecales, justificadas en aislamientos de *Salmonella* en las aguas superficiales. En 1974, la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹³ convocó a una reunión de trabajo de expertos europeos sobre Guías y Criterios de Calidad para Recreación en Playas y aguas Costeras, en Bilthoven Holanda y llegó a la conclusión de que los límites superiores recomendados para organismos indicadores deberían expresarse en términos globales de órdenes de magnitud en vez de en términos rígidos de niveles específicos; sin embargo, áreas de recreación satisfactorias deberán mostrar consistentes colonias de *E. coli* menores de 100/100 ml. Para ser consideradas aguas aceptables para recreación de

contacto primario, no se deben encontrar colonias mayores a 1000 *E. coli* por 100 ml¹³.

A pesar de los estudios y razones anteriores, existen controversias de la incidencia de enfermedades transmitidas en aguas de natación, por ejemplo B. Moore⁸ indica que nadar en aguas moderadamente contaminadas no constituye un riesgo significativo para la salud pública, y por lo tanto, las guías de coliformes son irrelevantes y que los problemas de contaminación de playas deberían ser mejor tratados como problemas estéticos.

En vista de lo anterior, nuestro estudio contempla estos factores (epidemiológico y estético) además del ecológico.

En Costa Rica no existen antecedentes, donde se relacionen enfermedades infecciosas con el nadar en aguas de mar. Nuestro estudio demuestra que el 70% de los aislamientos de la bacteria *Salmonella* se encontraron en aguas que tienen densidades superiores a 240 C.F./100 ml, coincidiendo las playas de mayor contaminación (Portete, Balneario Municipal, Cieneguita, Quepos y Golfito) con descargas directas de aguas negras al mar y con altos índices de parasitosis intestinal en su población.

Con respecto al aspecto estético, no existe una relación lineal entre la densidad de coliformes y la

turbiedad o color de las aguas. Sin embargo, en el Cuadro No. 2 se observa que las playas con mayor promedio geométrico de coliformes o con fuentes puntuales de contaminación fecal como, desembocadura de ríos, quebradas, etc., son los que presentan mayor grado de turbiedad, no así de color verdadero.

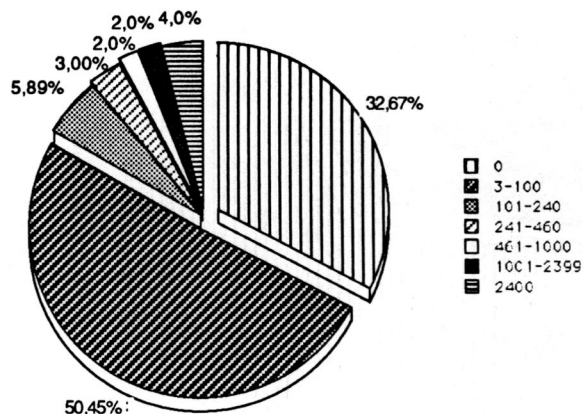
El aspecto ecológico tiene una importancia trascendental, y para evaluarlo lo más adecuado es una inspección sanitaria de la zona en estudio. Por ejemplo el promedio geométrico de Playa Azul y Tárcoles no sobrepasan los 100 C.F./100ml. Sin embargo, la presencia en sus cercanías del Río Grande de Tárcoles, indica que si bien estas aguas son aceptables para la natación, necesitan ser vigiladas con una periodicidad (mensual) regular; ya que no son del todo seguras para la natación.

Estudio de resultados para evaluar la Calidad Sanitaria

En el Cuadro No. 2 se resumen los promedios de las variables físico-químicas y bacteriológicas de los puntos de muestreo del litoral pacífico, excepto los puntos de Puntarenas. Se observa que de los 45 puntos de muestreo solo 6 pasan de los 100 C.F./100 ml de promedio geométrico (Ta 1, Cal 1, Q1, Q2, Go1, y Go2). De éstos solo los de la Playa Quepos sobrepasan el promedio geométrico de 240 C.F./100ml. El resto de playas o puntos (39), tienen una densidad menor a los 100 C.F./100ml. Además la Figura No. 3 demuestra que el 83% de los resultados son menores de 100 C.F./100ml.

El Cuadro No. 3 recopila el comportamiento de las variables físico-químicas y bacteriológicas de los puntos ubicados en la playa de Puntarenas. Se observa que ningún punto sobrepasa los 100 C.F./100ml, siendo el G82 el de mayor densidad de coliformes fecales con 89/100ml de promedio. Es importante anotar que, a pesar de la baja cantidad de coliformes, se presenta alta turbiedad, lo que causa problemas estéticos a las playas.

En el Cuadro No. 4 se presentan los resultados de las variables bacteriológicas y físico químicas de las playas de Limón; se observan puntos de muestreo altamente contaminados con materia fecal (como E2, E3, E4, E5, E6), tres de ellos son playas usadas



PERIODO 1986-1987
NO INCLUYE LA PLAYA DE PUNTARENAS
TOTAL DE DATOS 390

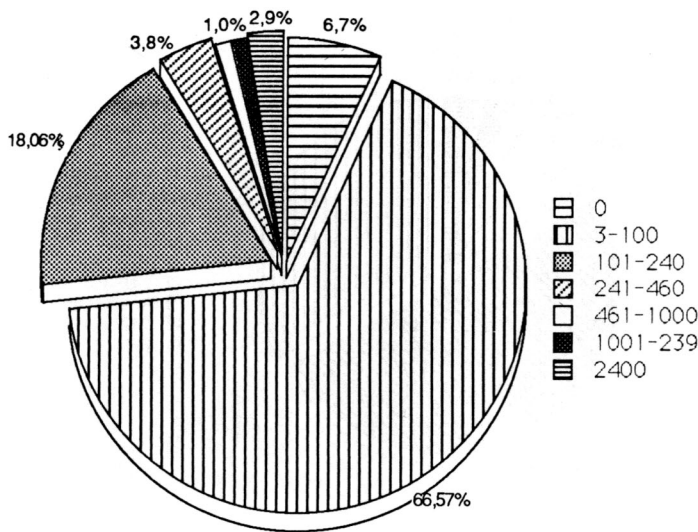
FIGURA No. 3. Distribución de resultados de coliformes fecales en las aguas de las playas del litoral pacífico.

frecuentemente para la natación, incluso auspiciadas por el mismo gobierno local como es el Balneario Municipal. La Figura No. 5 demuestra que un gran porcentaje de los resultados del N.M.P. de Coliformes Fecales se encuentran en el intervalo ≥ 2400 C.F./100ml (24%). Estos resultados confirman los estudios de Mora *et al*⁹.

En el Cuadro No. 6 se presentan los máximos promedios geométricos y mínimos de coliformes fecales, en los principales muelles de Costa Rica. Los resultados demuestran que éstos son una fuente de contaminación dispersa y que dependen de la cantidad de barcos que se encuentren en el muelle en el momento del muestreo; a excepción del Muelle Alemán en Limón, que es una fuente de contaminación puntual, ya que cerca del muelle descarga una tubería del alcantarillado sanitario de la zona.

CONCLUSIONES

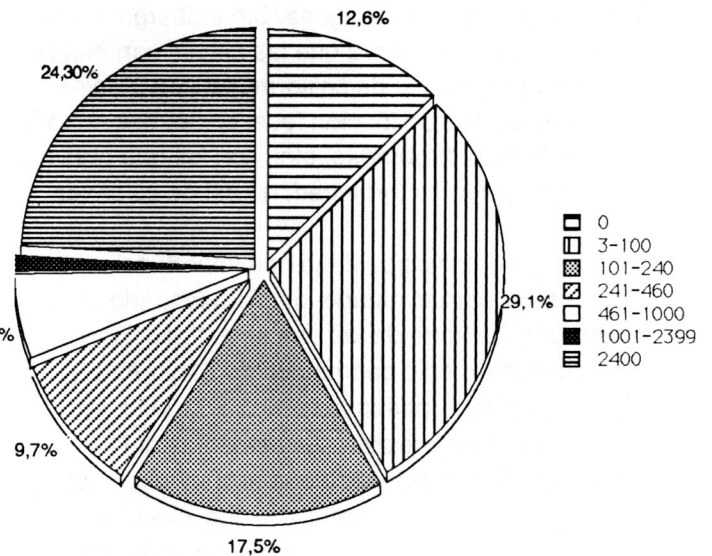
El estudio integral de las aguas de las principales playas de Costa Rica nos ha permitido conocer desde el punto de vista de calidad sanitaria, un amplio espectro o variedad de tipos de playas. Existen lugares como Sámara, Ocotol, Nosara, etc., con



PERIODO 1986 - 1987
TOTAL DE DATOS 382

FIGURA No. 4. Distribución de resultados de Coliformes Fecales en las aguas de las playas de Puntarenas.

escasa o ninguna contaminación fecal, las hay de mediana contaminación como Puntarenas, Jacó, Tárcoles y otras con una contaminación fecal muy alta como: Quepos, Golfito, Cieneguita, Balneario Municipal y Portete. Este conocimiento, sumado al estudio que se realizó de las diferentes fuentes puntuales de contaminación (a saber: la desembocadura de ríos (Tempisque, Barranca,



PERIODO 1986 - 1987
TOTAL DE DATOS 382

FIGURA No. 5. Distribución de resultados de Coliformes Fecales en las aguas de las playas de Limón.

Limoncito, Moín, Grande de Tárcoles), de alcantarillado sanitario, esteros y descargas de hospitales) y a la relación entre la densidad de los indicadores (coliformes totales y fecales) y los factores epidemiológicos (aislamiento de *Salmonella*), estéticos y ecológicos; nos permiten proponer los siguientes:

CUADRO No. 6

Promedio geométrico, máximo y mínimo de coliformes fecales en las aguas de los muelles de Costa Rica

Punto de muestreo	Número de datos	Coliformes Fecales x 100ml		
		Máximos	xg	Mínimos
Muelle Nac. Puntarenas	18	≥ 2 400	69	< 3
Muelle de Caldera	4	430	190	75
Muelle de Quepos	3	1 500	150	9
Muelle de Golfito	6	2 400	210	9
Muelle de Moín	10	11 000	210	9
Muelle Alemán (Limón)*	20	2 400 000	20 000	240

* Existe descarga de aguas negras

CRITERIOS BACTERIOLOGICOS NACIONALES PARA AGUAS DE MAR DE USO RECREACIONAL (NATACION)

Clase A. Aguas seguras bacteriológicamente para la natación
Coliformes totales/100ml <200 (\bar{x} g) o 80% <460 (N.M.P.)
Coliformes fecales/100 ml <100 (\bar{x} g) o 80% <240 (N.M.P.)

Clase B. Aguas aptas para la natación pero sujetas a inspecciones y análisis periódicos
Coliformes totales/100ml de 200 a 400 (\bar{x} g) o 80%-1000 (N.M.P.)
Coliformes fecales/100ml de 100 a 240 (\bar{x} g) o 80%-460 (N.M.P.)

Clase C. Aguas no aptas para la natación
Coliformes totales/100ml >500 (\bar{x} g) o 21% >1000 (N.M.P.)
Coliformes fecales/100ml >240 (\bar{x} g) o 21% >460 (N.M.P.)

Razones para establecer las tres clases de calidad bacteriológica

Se califican como **clase A**, las aguas de playa que tienen promedio geométrico menor de 100 C.F./100ml y el 80% de los resultados bacteriológicos, (por lo menos doce muestreos al año) menores que 240 C.F./100ml. El establecimiento de esta clase se fundamenta en dos razones:

- La mayoría de las playas (68%) que se clasifican como seguras (aptas) para la natación, no tienen fuentes de contaminación fecal a su alrededor
- Las Guías de Calidad para aguas de mar de la OMS¹³ califican como "aguas altamente satisfactorias las que muestran consistentemente menos de 100 colonias de *E. coli* por 100ml".

En la **clase B** se incluyen aguas aptas para la natación pero sujetas a análisis bacteriológicos periódicos. Se clasifican en esta clase, las aguas de mar que tengan como promedio geométrico de 100 a 240 C.F./100ml (13%). Estas aguas están sujetas a verificación periódica, ya que en sus alrededores existen fuentes de contaminación fecal, que con el correr del tiempo, pueden deteriorar la calidad sanitaria de dichas playas.

Se clasifican como **clase C**; las aguas que no son aptas o seguras bacteriológicamente para la natación. El promedio geométrico de 240 C.F./100ml es el valor límite entre lo aceptable o no para la recreación de contacto primario y además no más del 20%

del total de las muestras deben dar resultados de N.M.P. de coliformes fecales superior a 460/100ml (mínimo doce resultados bacteriológicos).

El aislamiento de la bacteria patógena *Salmonella* en un 70% en aguas con N.M.P. superior a 240 C.F./100ml, fue un factor muy importante para establecer este criterio bacteriológico.

Es importante anotar que las bacterias del grupo Coliforme (*E. coli*) son muy sensibles al agua de mar. El 90% de coliformes fecales mueren en 24 horas, por lo que la presencia de este indicador en estas aguas demuestra que la contaminación es muy reciente².

Evaluación de la calidad sanitaria de las aguas de las Playas de Costa Rica 1986/1987

De acuerdo con los "Criterios Bacteriológicos" establecidos en este estudio, la calidad sanitaria de las aguas de las principales playas de Costa Rica, se evalúa de la siguiente manera:

Clase A. Aguas seguras bacteriológicamente para la natación

Puerto Soley, Guajiniquil, Ocotol, Playas del Coco, Playa Hermosa, Playa Panamá, Playa Brasilito, Playa Conchal, Playa Potrero, Playa Flamingo, Playa Junquillal, Playa Tamarindo, Playa Nosara, Playa Sámará, Playa Naranjo, Playa Pochote, Playa Tambor, Playas de Doña Ana, Playa Caldera (Mata de Limón), Playa Tivives, Punta Leona, Playa Jacó (los puntos Ja1 y Ja2), Esterillos, Playa de Manuel Antonio (MA 1 y MA 2), Puerto Jiménez, la Playa de Puntarenas (en los puntos E1, E2, E3, E4, E5, E7), Playa Cacao de Golfito. En el litoral Atlántico: Playa Bonita, Frente Aeropuerto, Westfalia, Cahuita, Puerto Vargas y Puerto Viejo.

Clase B. Aguas aptas para la natación pero sujetas a inspecciones y análisis periódicos

Playa de Puntarenas (en los puntos E8, E9, E10, G82, G72 y G52), Playa Azul, Playa Tárcoles, Playa Jacó (los puntos Ja3 y Ja4).

Clase C. Aguas no aptas para la natación

La Playa de Quepos Centro, Playa Tortuga (Golfito), Portete, Balneario Municipal y Cieneguita.

Identificación y evaluación de las fuentes de contaminación de las aguas de playa

Todas las aguas de playa que se clasificaron en las clases B y C tienen fuentes de contaminación puntuales y dispersas muy importantes (Cuadro No. 7), a saber:

Playa Azul y Tárcoles: se ven influenciadas por la desembocadura del Río Grande de Tárcoles (5000 C.F./100ml).

Playa Jacó: la contaminación incipiente de las aguas de playa Jacó, se debe a las desembocaduras de: El Estero, Quebrada Ana y Quebrada La Tigra. Dichos cuerpos de agua son receptores de aguas negras de la población y de Hoteles como el Marparaíso y Jacó Beach).

Playa de Puntarenas: la Figura No. 6 presenta la disminución fecal que ha tenido esta playa en los últimos años. La poca contaminación actual se debe a la desembocadura del Río Barranca y Estero (Cuadro No. 7) y la actividad del Muelle Nacional.

Playa Tortuga (Golfito): la contaminación fecal de las aguas de mar de Golfito se deben a descargas directas de desechos domésticos al mar. Se suman a esta contaminación las características físicas o geográficas de la zona, ya que este tipo de playas "inferiores" tienen la desventaja de que el intercambio de aguas es menor a las de tipo "oceánica"⁵.

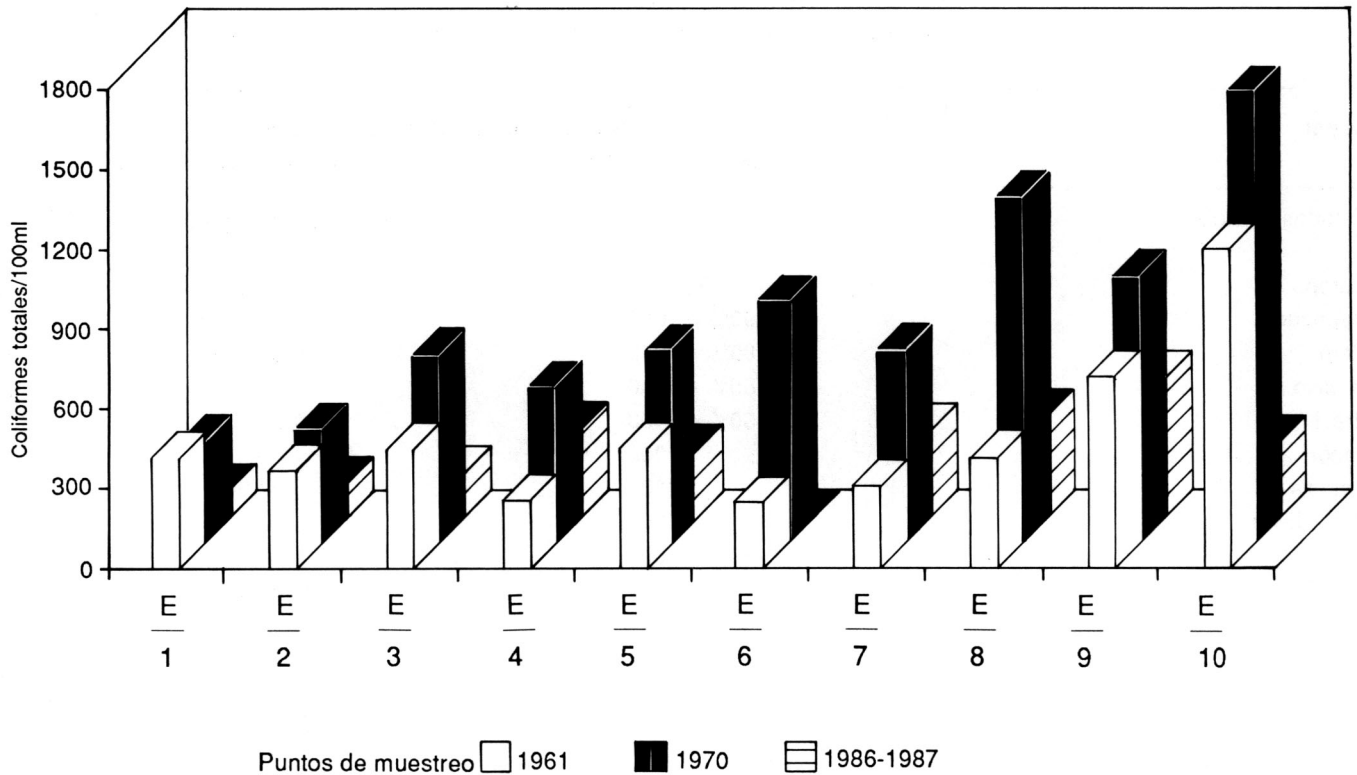
Playa Quepos: la contaminación de la playa de Quepos Centro se debe a las descargas de aguas negras directas al mar, por medio del Estero (1100 C.F./100ml) y los desechos del Hospital y la Colonia Americana con más de 2,4x10 C.F./100ml.

Playa Portete, Balneario Municipal y Cieneguita (Limón): aguas de mar del centro de Limón se ven deterioradas por las descargas directas de aguas negras del Alcantarillado Sanitario, del Hospital Tony Facio, la contaminación que provoca el Río Limoncito sobre Cieneguita (27000 C.F./100ml de promedio geométrico); Playa Portete se deteriora por la descarga de 3100 C.F./100ml de la Quebrada del mismo nombre. Además el Río Moín por su gran caudal afecta con 1300 C.F./100ml (\bar{x}) a las playas cercanas.

CUADRO No. 7

Promedio de OD, DBO y Coliformes Fecales de fuentes de contaminación puntual de las playas de Costa Rica

Puntos de muestreo	OD mg/L	DBO mg/L	\bar{x} g Colif. Fecales 100ml
Des. Río Tempisque	6,80	2,3	170
Des. Río Barranca	–	–	3 000
Des. Río g. Tárcoles	5,90	1,3	5 000
Estero de Puntarenas	5,70	1,3	900
Estero de Quepos	4,80	1,0	1 100
Des. aguas negras Hosp. Quepos	ND	ND	2 400 000
Des. Colonia Americana Quepos	ND	ND	2 400 000
Jacó Que. Ana	1,30	1,2	10 000
Jacó Queb. La Tigra	3,10	1,0	18 000
Des. Río Moín Limón	5,4	2,0	1 600
Des. Río Limoncito	1,70	2,8	27 000
Queb. Portete	4,60	–	3 100
E-4 Desc. Alcantarillado Limón (mar)	6,90	1,5	2 700
E-5 Desc. Alcantarillado Limón (mar)	6,0	1,2	20 000
Queb. Juárez-Cahuita	ND	ND	910



Nota: Los datos de los períodos 1961, 1970 corresponden a los trabajos de Bernal Fernández y Tillmann Brunker.

FIGURA No. 6. Promedio de coliformes totales en las aguas de la playa de Puntarenas. Período 1961, 1970, 1986-1987.

La calidad sanitaria de estas aguas se ha estudiado desde 1981, con una frecuencia de muestreo mensual. Para una mejor información recomendamos leer el trabajo publicado en 1987 por Mora *et al*⁹.

Recomendaciones

Los resultados de este primer estudio integral de la calidad sanitaria de las playas de Costa Rica, permiten establecer Criterios Bacteriológicos para evaluar nuestras aguas de mar, para uso de contacto primario.

Con respecto a la aplicación de nuestros criterios recomendamos:

1. Utilizar preferiblemente las bacterias del Grupo Coliformes Fecales y reservar los Coliformes Totales cuando se quiera comparar con otros estudios que hayan usado este grupo como indicador de contaminación, ya sean nacionales o extranjeros.
2. Aplicar el promedio geométrico de coliformes fecales, cuando se tenga un mínimo de 12 resultados.
3. Para evaluar la calidad sanitaria de las aguas de mar, sustentarse en análisis bacteriológicos y en la inspección sanitaria de la zona, así como tomar en cuenta los factores epidemiológicos, ecológicos y estéticos.
4. Poner avisos (rótulos) donde se diga a los visitantes o turistas que "Nadar en estas aguas puede ser perjudicial para la salud", en las playas de Quepos

CUADRO No. 8

Recopilación de criterios bacteriológicos internacionales para evaluar la calidad sanitaria de las aguas de mar

Lugar	Recreación de contacto primario	
	Coliformes Totales/100ml	Coliformes Fecales/100ml
Estados Unidos	–	200-Promedio geométrico 90% < 400
Europa	500	100
Venezuela	90% < 1000	90% < 200
Perú	80% < 5000	80% < 1000
México	80% < 1000	–
Brasil	80% < 5000	80% < 1000
Japón	1000	–
Francia	2000	< 500
Yugoslavia	2000	–
Israel	80% < 1000	–
U.R.S.S.	–	<i>E. coli</i> < 100
Polonia	–	<i>E. coli</i> < 1000
Puerto Rico	–	200
		80% < 400
Somoa Americana		90% < 200

- Centro, Golfito, Portete, Balneario Municipal (Limón) y Cieneguita, hasta tanto no se solucione el problema sanitario de estas zonas.
- Continuar con estudios periódicos de las playas que se clasificaron en las clases B y C.
 - Promover ante las cámaras de turismo mejoras en el saneamiento ambiental, no permitiendo el uso de las playas como basureros.
 - Prohibir el bañarse o nadar en quebradas que desembocan en playas (como Jacó, Portete), que están altamente contaminadas con materia fecal.
 - Impedir el establecimiento de urbanizaciones sin el debido tratamiento de sus aguas negras.

- Cabelli, V. J. *et al.* A marine recreational water quality criteria consistent with indicator concepts and risk analysis. **Journal of Water Pollution Control Federation**, 55(10):1306, 1314. 1983.
- Costa Rica. Ministerio de Economía y Comercio, Dirección General de Estadísticas y Censos, **Censo 1984, por provincias, cantones y distritos**. San José: MEIC, 1984.
- Fernández, B.; Brunker, Tillman y González, Carlos. *Calidad sanitaria de las aguas de la playa de Puntarenas, II Recalificación*. **Acta Médica Costarricense**, 14(2): 91-100. 1971.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods of Examination of Water and Wastewater**. 16 ed. Washington, 1985.
- Brunker, T. **Estudio de la calidad sanitaria de las aguas de la playa de Baño de Puntarenas**. Tesis de Grado. San José: Universidad de Costa Rica, 1963. p. 1,58.
- Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Qualidade Das Praias do Estado do Rio de Janeiro no periodo de verao 84/85**, p. 1/68. Rio de Janeiro: FEEMA: 1986.
- Geldreich E. *Conventional bacteriological Indicators of water quality*. Seminar on "Microbiological Indicator of Pollution and Health Hazards". São Paulo, 1978.

8. Moore, B. *The case against microbial standards for bathing beaches*. In: **Discharge of Sewage from Sea Out falls**. A. L. H. Gameron (Ed). London: Pergamon Press, 1975. p. 103.
9. Mora, D. A. *et al. Calidad sanitaria de las aguas de las playas de Limón, período 1981/1984. Tecnología en Marcha*. 8(2-3): 15-22. 1987.
10. Salas J., Henry. *Historia y aplicación de normas microbiológicas de calidad de agua en el medio marino. Hojas de divulgación técnica*, p. 1/14. Lima: CEPIS, 1985.
11. a-Simons, 1922. En **Hojas de divulgación técnica**. Lima: CEPIS, 1985. p. 1/14.
b-Winslow y Moxon, 1928. En: **Hojas de divulgación técnica**. Lima: CEPIS, 1985. p. 1/14.
12. U. S. Environmental Protection Agency. **Quality Criteria for Water**. Washington: Office of Water and Hazardous Materials, 1976. 42/47.
13. World Health Organization. **Guide and criteria for recreational of beaches and coastal waters**. Bilthoven, 28 Oct/1 Nov 1974.



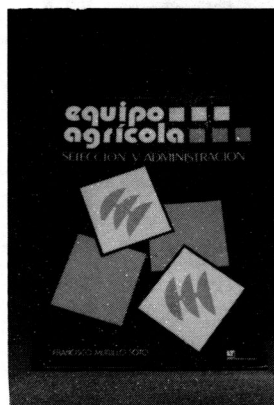
EDITORIAL TECNOLÓGICA DE COSTA RICA



EQUIPO AGRÍCOLA: SELECCION Y ADMINISTRACION

Por: Francisco Murillo Soto
213 páginas, ilustradas.

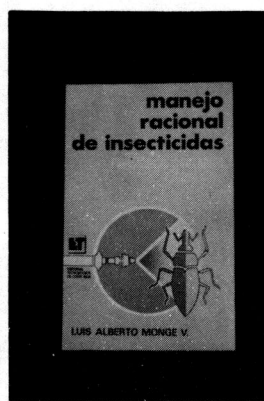
Es una obra que permite evaluar las necesidades reales de maquinaria y evitar la proliferación innecesaria de la misma.



FACTIBILIDAD DE PROYECTOS AGROPECUARIOS

Por: Walter Salas
Segunda edición 244 páginas, ilustradas.

Presenta los criterios más importantes de evaluación de proyectos, tanto desde el punto de vista particular como social. Obra de gran utilidad para el estudio y análisis de proyectos agropecuarios.



MANEJO RACIONAL DE INSECTICIDAS

Por: Luis Alberto Monge V.
74 páginas

Ofrece conceptos e información necesaria para mejorar la escogencia y rotación de los insecticidas, buscando retrasar el desarrollo de la resistencia en los insectos.

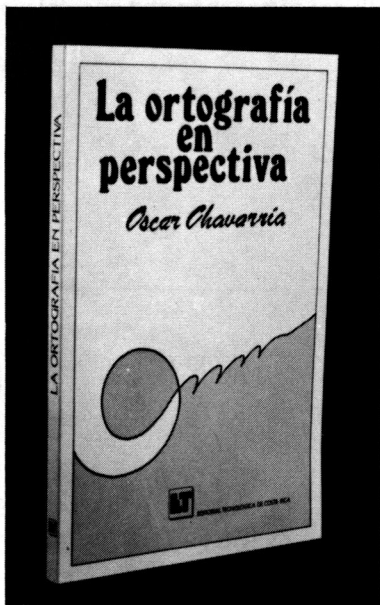


IMPULSANDO EL DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO NACIONAL

NOVEDADES



EDITORIAL TECNOLÓGICA DE COSTA RICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



LA ORTOGRAFIA EN PERSPECTIVA

Oscar Chavarría Aguilar

124 páginas

“Es una investigación rigurosa, con planteamientos teóricos interesantes relativos a la connatural relación habla-grafía y sus implicaciones en una ortografía no etimologizante como la tradicional, sino sobre la base de los hechos sincrónicos de la lengua”.

*Dr. Víctor Sánchez C., Director
Departamento de Lingüística
Universidad de Costa Rica*

HISTORIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

Varios autores

421 páginas

Este libro ofrece una visión del avance de la historia de la ciencia y la tecnología, con una variedad de temas generales y particulares, ordenados de lo más abstracto y general a lo más concreto y particular. Así, desde aspectos metodológicos generales de la historia de la ciencia, se llega a la historia de algunos aspectos de la ciencia y la tecnología en Costa Rica.

