

Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient.	8	17-31	Santa Marta, Mai 1976
---	---	-------	-----------------------

Estudios bacteriológicos en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia

Por

RENATE JESKE

Con 2 figuras y 6 tablas

Resumen

Mientras predominan las aguas salobres en la Ciénaga Grande se destacan las formas bacterianas halófilas. Durante la época de lluvias (invierno), disminuye la salinidad, sin embargo las formas halófilas aumentan en número. La reproducción de bacterias de agua dulce se inicia sólo cuando la salinidad llega bajo un valor de un 10‰. Estas alcanzan su valor máximo temporáneo en salinidades de un 3‰. Al mismo tiempo disminuyen las formas halófilas.

Observaciones sobre contaminación fecal se realizaron en las aguas de la Ciénaga. Como indicador se utilizó *Escherichia coli*. En las inmediaciones de los pueblos de pescadores es posible detectar cierta contaminación. En cambio, en el resto de la Ciénaga, en contados casos se observa *E. coli*. La presencia de *Salmonella* se investigó, ya en muestras de agua tomadas en el pueblo Bocas de Aracataca, así como también en 100 ostras (*Crassostrea rhizophorae*). 4 de 6 muestras de agua dieron resultados positivos, no así las ostras examinadas. El presente grado de contaminación de la Ciénaga Grande no es alarmante con respecto a la pesca de ostras.

Summary

Among the aquatic bacteria of the Ciénaga Grande halophilic forms predominate in the salinity range of brackish water. Their number further rises while the salinity decreases during the rainy season. Only at salinities below 10‰, however, the fresh water bacteria increase. They reach a temporary maximum at about 3‰ salinity. At the same time the halophilic flora decreases.

Using the intestinal bacterium *Escherichia coli* as indicator, a certain degree of pollution can be detected near the fishing-villages, rarely in the rest of the lagoon. 100 oysters (*Crassostrea rhizophorae*) were examined for Salmonellas and gave negative results. 4 out of 6 water samples collected between the lake-dwellings of Bocas de Aracataca contained Salmonellas. The present degree of pollution of the Ciénaga Grande is not alarming with respect to oyster fishery.

Zusammenfassung

Unter den Gewässerbakterien der Ciénaga Grande dominieren bei brackigen Salzgehalten halophile Formen. Während der Aussüßung zur Hauptregenzeit nimmt ihre Zahl weiter zu. Erst bei Salzgehalten unter 10‰ setzt die Vermehrung der Süßwasserbakterien ein. Sie erreichen um 3‰ Salinität ein vorübergehendes Maximum, während die Zahl der halophilen Bakterien zurückgeht.

Fäkale Verunreinigungen sind im Bereich der Fischerdörfer anhand des Indikatorbakteriums *Escherichia coli* nachweisbar, treten aber in der übrigen Lagune nur ausnahmsweise auf. 100 untersuchte Austern (*Crassostrea rhizophorae*) waren frei von Salmonellen. Im Pfahlbaudorf Bocas de Aracataca ergaben 4 von 6 Wasserproben einen positiven *Salmonella*-Befund. Der derzeitige Verschmutzungsgrad der Ciénaga Grande ist im Hinblick auf die Austernfischerei nicht besorgniserregend.

Introducción

Durante el período comprendido entre Septiembre y Diciembre del año 1973, se realizaron estudios bacteriológicos en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. En el invierno (estación lluviosa) esta laguna tropical de aguas salobres está sujeta a un cambio de salinidades, casi desde agua marina a valores del agua de los ríos, permitiendo así realizar investigaciones con objeto de estudiar la influencia de las salinidades. Un capítulo de este trabajo trata sobre la contaminación de la Ciénaga y su estado higiénico con respecto a la pesca de ostras.

Descripción del lugar de investigación

La Ciénaga Grande, la mayor laguna litoral colombiana, es un antiguo delta del río Magdalena. Este delta fué inundándose desde hacen 2.300 años, como consecuencia de una elevación relativa del nivel del mar. En la región central de la laguna que, en esta parte, es de una profundidad de 1,75 a 2,3 m, el fondo fangoso contiene bancos de cascajo. Las zonas del Sur, del Este, y las orillas, de menos profundidad, están cubiertas por un cieno de color gris a negro. Los flancos del delta, pantanosos, se hallan cubiertos por manglares y no son poblados. Hacia el mar, la laguna está cerrada por una barrera arenosa de 25 km de largo, la Isla de Salamanca que, a su vez, tiene una abertura de unos 200 a 300 m de ancho, la llamada Boca de la Barra. La única población, la constituyen cuatro pueblos de pescadores en la Isla de Salamanca, la ciudad de Ciénaga, en el extremo Nordeste de la laguna, con sus 42.500 habitantes (1973), y Bocas de Aracataca, un pueblo de palafitos al Sureste.

En la época de lluvias, la Ciénaga recibe aportes de agua dulce. Estas provienen de la desembocadura del río Magdalena, que filtra por la orilla occidental, y de algunos ríos que desaguan en el Este, los que tienen su origen en la Sierra Nevada de Santa Marta. En la Ciénaga, la corriente

de agua dulce se dirige hacia el Nordeste y, pasada la Boca de la Barra, desagua en el Mar Caribe. Esto causa en el período de Septiembre a Diciembre una reducción continua de la salinidad, durante la sequía, cuando por la boca penetra el agua de mar, la salinidad aumenta nuevamente. Sin embargo, se conserva una gradiente de salinidades, las que disminuyen en sentido contrario al flujo de agua dulce. Las temperaturas del agua fluctúan entre 25 y 35 °C, no se observa ritmo anual (ver tabla 1).

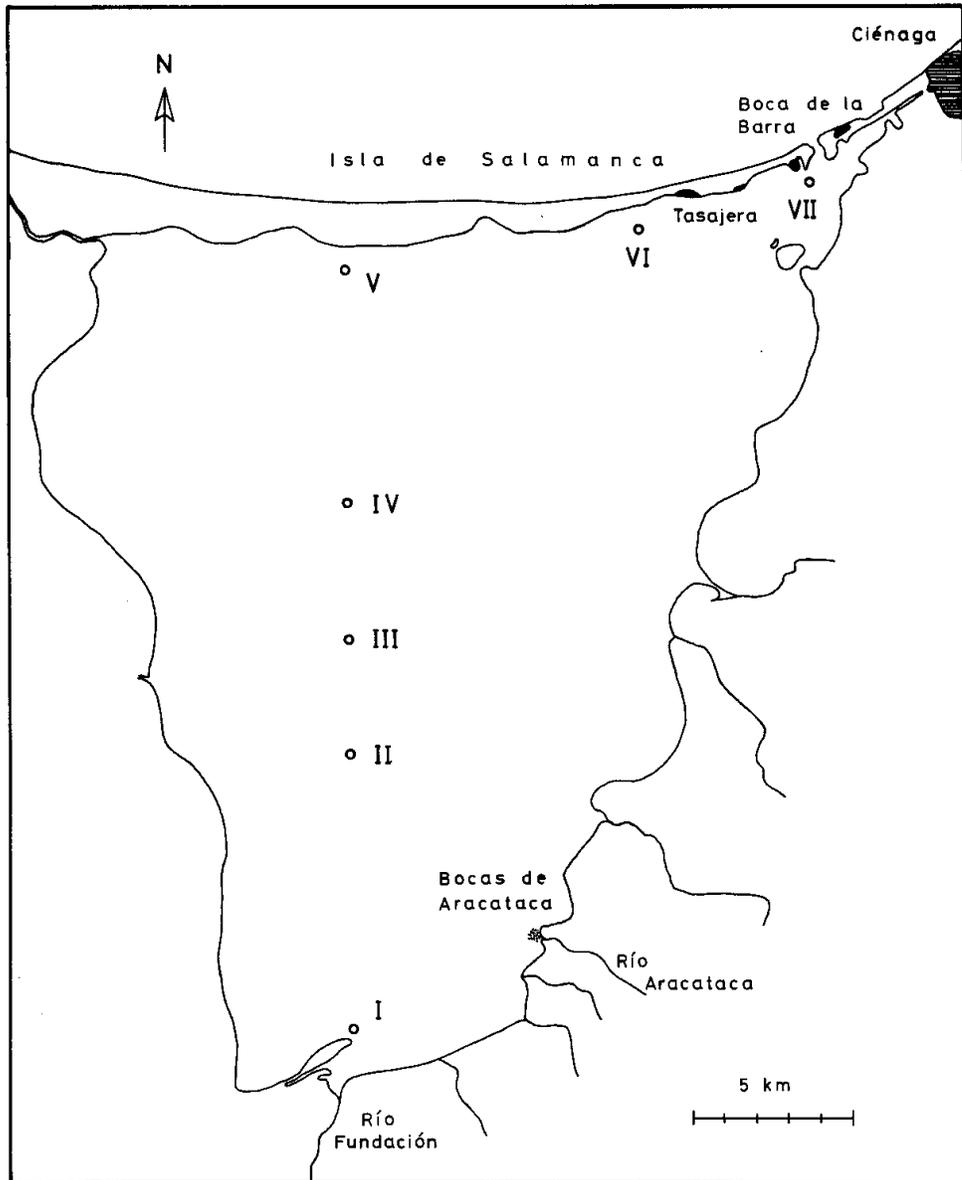


Figura 1. Mapa de la Ciénaga Grande con la ubicación de las estaciones de muestras.

Tabla 1. Temperatura registrada en la Ciénaga Grande. Valor superior: muestra superficial (a 20 cm de profundidad). Valor inferior: muestra de fondo (a 30 cm sobre el fondo).

Fechas	Estaciones						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
IX—8—73	28,6	31,0	30,7	31,0	31,5	31,5	31,5
		30,5	30,1	30,7	31,3	31,3	30,7
IX—15—73	28,0	27,9	28,4	29,5	29,5	28,2	28,7
	28,6	28,9	28,6	29,5	29,7	29,0	28,5
IX—21—73	29,2	30,4	30,3	30,6	31,0	31,3	
	30,7	29,8	30,0	30,7	31,1	31,0	31,3
IX—28—73	29,5	31,4	31,2	31,4	31,4	29,5	29,8
	29,8	30,8	30,9	30,9	31,3	29,2	27,7
X—5—73	27,9	31,1	31,1	32,9	32,1	31,5	30,6
	27,9	29,5	29,3	29,9	31,4	31,2	30,4
X—19—73	27,6	30,9	31,0	31,2	31,7	30,8	30,4
	28,6	29,8	29,6	29,7	30,8	30,3	30,2
XI—2—73	29,0	31,9	31,7	31,6	31,8	34,4	32,2
	26,0	30,3	30,2	30,1	31,8	31,2	32,4
XI—16—73	26,9	27,9	28,1	28,5	29,5	30,9	28,7
	25,7	27,6	27,8	27,9	28,1	28,5	28,6
XI—30—73	30,4	32,6	32,9	32,6	31,5	31,7	31,0
	28,2	29,8	29,9	29,9	29,5	30,1	31,0

Los aportes tanto de agua dulce como marina son de 1 a 3 °C más frías que las aguas residentes de la laguna. La presencia de una abundante producción primaria se concluye de la poca transparencia observada mediante el disco de Secchi (0,3 a 1 m). La coloración parda que presenta el agua, presumiblemente tiene su causa en la acidez (ácidos húmicos) de los depósitos de turba y de las zonas pantanosas de las orillas. La coloración es más intensa cerca de las orillas. En esta zona los valores del pH son un poco más ácidos (6,3 a 6,9) que en el resto de la laguna (7,4 a 8,9). Para una descripción geológica e hidrográfica más detallada de la Ciénaga Grande, ver WIEDEMANN (1973). Salinidad y temperatura, tanto como transparencia y valores pH fueron determinados regularmente a lo largo de las investigaciones de la autora.

Material y método

Toma de muestras: Botellas de cerveza estériles en un captador de agua según Meyer, modificado por Bach. Muestra superficial: a 20 cm. Muestra de fondo: a 30 cm sobre el fondo.

Salinidad: Determinación de la densidad con ayuda de los areómetros de agua marina de Richter & Wiese/Berlin. Determinación de las salinidades mediante las tablas de Gillbricht.

Número de bacterias: Siembra y contaje en placas de agar. Agar de ZoBell formula 2216 E con una salinidad de 24‰ — “agar marino”, de 8‰ — “agar salobre”, y de 0‰ (agua corriente) — “agar dulce” (SCHLIEPER, 1968). Dilución en solución fisiológica de cloruro de sodio. Incubación por 7 días a 26°C.

Factor de *Escherichia coli*, factor de coliformes: Deutsche Einheitsverfahren (DEV, 1960) (Métodos Standard Alemanes): Filtro de membrana sobre agar de Endo. Diferenciación de tres colonias en lo posible típicas de cada fase de dilución.

Explicaciones respecto a la determinación de las bacterias *coli*: El clásico indicador de impurezas fecales en la higiene, *E. coli*, forma sobre agar de Endo colonias típicas de color rojo oscuro con brillo metálico de fucsina. El recuento de tales colonias constituye el criterio más sencillo para impurezas fecales (“número de *E. coli*”, “número de Endo”). Sin embargo, no toda colonia con brillo metálico de fucsina necesariamente es de *E. coli*. Por el otro lado, entre las colonias rojas sin brillo metálico de fucsina, también se encuentran *E. coli* auténticas. Por estas razones, muchas veces también, se emplea el número de colonias rojas sobre agar de Endo (“número de coliformes”). En excrementos humanos, así como de animales, *E. coli* constituye el 90 a 100% de las bacterias coliformes. En muestras de agua, en cambio, el porcentaje es menor, y la comprobación de la existencia de bacterias coliformes no confirma la presencia de impurezas fecales recientes (SELENKA, 1967). Por consecuencia, es indispensable la diferenciación. De las colonias sobre agar de Endo, se aíslan las tres más típicas de cada fase de dilución y se las somete a los tests especiales (“Bunte Reihe”). Las coliformes forman ácido y gas de la lactosa a 37°C. *Escherichia coli*, de origen fecal, además fermenta glucosa a 44°C, separa indol del triptófano, no se desarrolla sobre citrato como único suministrador de C, y no contiene Citocromooxidasa. El volumen mínimo de agua, en el cual todavía se pueden detectar las coliformes, da el factor de coliformes. El volumen mínimo de agua, en el cual se puede detectar todavía *E. coli*, da el factor coli. El factor coli es un criterio seguro para la contaminación fecal por hombre y animal.

Enriquecimiento y aislamiento de Salmonellas: Según el método empleado en el Instituto de Higiene de Kiel (WUTHE, comunicación personal): El enriquecimiento se realizó en caldo de tetrionato según Preuss (serie consecutiva de 3 frascos). Para el aislamiento se inocularon placas de agar (verde de malachita — azul chino — lactosa) con material de cada frasco de enriquecimiento en dos días seguidos. Además, con la primera fase de enriquecimiento, se inocularon también

placas de Wilson-Blair. Las colonias sospechosas de *Salmonella*, se aglutinaron con los sueros de *Salmonella* "polivalente I" y "polivalente II" (Behringwerke/Marburg). En caso de aglutinación positiva, se efectuó la inoculación en agar de Kligler y caldo de Lisina-decarboxilasa ("caldo LDC"). *Salmonellas* patógenas de enteritis, forman ácido y gas de glucosa, no degradan lactosa y son positivas respecto a H₂S y LDC. *Salmonella typhi* forma poco H₂S y aglutina uno de los sueros 0:9 o V_i. *Salmonella paratyphi* A es negativa respecto a LDC y aglutina el suero 0:2.

Determinación de tipos de *Salmonella*: La determinación de los tipos de las *Salmonellas* aisladas y pre-examinadas, la realizó el Dr. H.-H. WUTHE del Instituto de Higiene de Kiel. Su determinación fué ratificada por el Instituto Central de *Salmonellas* en Hamburgo.

Preparación de las ostras: Las ostras se transportaron en recipientes estériles sobre hielo. Se abieron con un cuchillo estéril. Se formaron grupos de 10 ostras, y el contenido de cada 10 (cuerpos y agua del manto) fué homogenizado mediante "Ultraturrax" bajo condiciones estériles. El enriquecimiento se realizó en 10 ml de material homogenizado con 90 ml del caldo de Preuss.

Resultados

Influencia de la salinidad sobre la flora bacteriana

Bacterias acuáticas pueden ser cultivadas en laboratorios en un amplio espectro de salinidad, siempre que sean cultivos puros, pero en el ambiente natural, la menor ventaja de desarrollo causa una reproducción acelerada de la población favorecida. Por lo cual, la reducción de la salinidad del agua salobre a la del agua dulce, tiene que originar una transformación fundamental de la flora bacteriana. Una tal transformación de la población bacteriana, se observó en la Ciénaga Grande, durante la estación lluviosa del año 1973.

De Septiembre a Diciembre de 1973, se realizaron diez cortes en la laguna, a lo largo de los cuales, se registró una disminución de la salinidad de 26 ‰ a menos del 1 ‰ (ver tabla 2). Las estaciones seleccionadas no siguieron la misma dirección de Sur a Nordeste que toma el flujo del agua dulce, sino, que se eligió una línea desde el extremo Sur hacia el Norte, hasta la Isla de Salamanca (estaciones I a V), de allí al Este (est. VI) para terminar en la región estuárica del Nordeste, cerca de la boca (est. VII) (ver figura 1).

Las bacterias halófilas, que se desarrollan solamente en presencia de sal, predominaron en toda la laguna en la época, en que se inició el estudio (Septiembre 8, 1973), no obstante los valores muy diferentes de salinidad, que presentó el agua. En consecuencia, se contaron 12.900 a 70.500 bacterias/ml sobre "agar marino", mientras que el número de bacterias sobre "agar dulce" fué menos de 1.000, a excepción de la

Tabla 2. Salinidad registrada en la Ciénaga Grande. Valor superior: muestra superficial (a 20 cm de profundidad). Valor inferior: muestra de fondo (a 30 cm sobre el fondo).

Fechas	Estaciones						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
IX—8—73	2,1	20,2	26,0	24,8	22,2	19,3	15,9
	11,2	24,5	26,0	25,1	22,4	20,5	18,3
IX—15—73	7,5	12,9	22,7	23,0	19,4	17,9	17,2
	7,6	19,6	22,8	23,4	19,6	18,1	31,4
IX—21—73	6,7	14,5	18,1	16,6	18,6	17,7	16,0
	10,1	18,8	20,3	20,9	18,8	18,0	16,2
IX—28—73	3,4	16,3	19,3	19,6	15,5	14,7	27,3
	7,2	17,7	19,6	19,4	15,7	14,7	31,6
X—5—73	3,0	13,8	15,3	18,2	14,8	12,4	11,2
	3,9	14,4	15,8	18,6	14,8	13,9	12,7
X—19—73	0,5	6,1	10,2	12,5	12,1	10,8	11,4
	1,9	8,0	10,3	13,2	12,2	11,0	11,4
XI—2—73	0,4	2,2	3,0	4,7	7,7	5,0	3,2
	0,3	2,2	3,4	4,8	8,2	6,5	3,2
XI—16—73	0,5	1,4	0,4	0,6	3,4	3,4	2,0
	0,5	1,5	0,8	0,5	3,7	4,2	2,0
XI—30—73	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	1,0	0,8
	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	0,9	0,8
XII—14—73	0,3	0,5	0,5	0,5	0,7	1,0	0,7
	0,5	0,6	0,6	0,7	1,1	1,3	0,8

muestra tomada en el Sur, donde se contaron 6.200 bacterias/ml sobre "agar dulce" (ver tablas 3 y 4). Durante la reducción gradual de la salinidad, el número de las bacterias halófilas se incrementó por un tiempo, registrándose, el 5 de Octubre de 1973, un máximo de 400.000 bacterias/ml sobre "agar marino". Al tiempo de este incremento marcado, la flora halófila estuvo constituida, en su mayor parte, por bacterias de agua salobre, las cuales tienen óptimas condiciones con salinidades alrededor del 10‰. Casi todos los números de bacterias contados sobre "agar salobre", a partir del 19 de Octubre de 1973, excedieron los números de bacterias sobre "agar marino" (ver tabla 3).

La flora halófila de agua salobre, fué gradualmente sustituida por bacterias de agua dulce, cuyo incremento se inició con salinidades bajo el 10‰ (hasta 93.500 bacterias/ml). A medida que disminuía la salinidad, proceso que se trasladó del Sur al Nordeste de la laguna, el máximo número de bacterias de agua dulce seguía la dirección de tal proceso. Bajo un 1‰ de salinidad, la flora bacteriana en su mayoría halófila, estaba reemplazada por una población de agua dulce.

Tabla 3. Número de bacterias para muestras superficiales de la Ciénaga Grande. Valor superior: agar de agua marina (de 24‰). Valor inferior (a partir del 19 de Octubre de 1973): agar de agua salobre (de 8‰). Valores expresados en bacterias/ml.

Fechas	Estaciones						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
IX—8—73	31.000	70.500	65.500	34.500	12.900	38.500	49.500
IX—15—73	71.500	64.500	133.000	16.300	137.500	57.000	44.500
IX—21—73	115.500	140.500	158.000	91.000	81.000	116.000	85.000
IX—28—73	341.000	321.500	172.000	81.000	84.500	104.000	43.000
X—5—73	169.500	239.000	400.000	211.500	124.000	122.500	121.000
X—19—73	12.000	222.000	287.000	200.000	129.500	54.500	66.500
	22.000	258.000	282.000	224.000	153.000	60.000	79.000
XI—2—73	1.400	30.000	23.500	68.500	135.000	228.500	121.000
	3.700	84.000	100.000	179.000	186.000	425.000	235.000
XI—16—73	8.800	44.000	84.500	5.500	61.500	36.500	31.000
	11.200	90.000	104.000	17.000	75.000	60.000	60.500
XI—30—73	4.300	4.000	2.500	1.700	8.000	8.000	23.000
	9.200	15.500	19.000	15.000	29.000	35.000	34.500
XII—14—73	2.400	1.800	1.100	1.900	1.900	5.600	4.000
	5.700	12.000	11.000	10.000	10.500	30.500	17.000

Tabla 4. Número de bacterias para muestras superficiales de la Ciénaga Grande. Valores obtenidos sobre agar de agua dulce y expresados en bacterias/ml.

Fechas	Estaciones						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
IX—8—73	6.200	400	700	800	100	100	600
IX—15—73	6.600	1.400	400	100	200	300	400
IX—21—73	13.300	1.300	800	900	700	100	1.500
IX—28—73	48.000	5.600	1.100	2.100	700	1.800	1.400
X—5—73	16.500	6.300	4.700	900	100	700	1.800
X—19—73	9.300	27.200	10.600	5.200	1.100	200	1.100
XI—2—73	8.800	40.000	65.100	33.000	13.300	28.800	28.500
XI—16—73	13.000		93.500		30.000	45.000	17.000
XI—30—73	13.000	21.000	20.500	16.500	29.000	39.000	36.500
XII—14—73	5.800	14.000	10.000	13.500	24.500	75.000	27.500

Como la entrada del agua dulce causa el aumento de las formas halófilas, cuya reproducción en grandes masas se expande por la laguna siguiendo el decremento de la salinidad, tiene que tratarse de una flora acuática autóctona, no de una flora introducida en la laguna con las aguas fluviales. Cuando la disminución de la salinidad llega a ciertos límites críticos, debe ella provocar la muerte, en gran escala, de organismos planctónicos. A la expansión de esta "ola de abono" sigue el crecimiento temporáneo del grupo de aquellas bacterias, que a estas salinidades encuentran condiciones favorables para su desarrollo. Salinidades de un 3‰, parece, producen la muerte de otros grupos planctónicos, y en consecuencia se inicia la reproducción en masa de las bacterias de agua dulce, proceso que continua hasta el agotamiento de sustancias nutritivas.

Se puede concluir entonces, que en aguas, tanto del trópico como de las zonas templadas, el crecimiento de las poblaciones de bacterias depende de la cantidad de sustancias nutritivas presentes, mientras que la composición de las poblaciones bacterianas es determinada por la salinidad (ver RHEINHEIMER, 1968). El grado de eutropificación de la Ciénaga Grande es comparable al de la Schlei, un estero de poca profundidad en el litoral alemán del Mar Báltico, en el cual la salinidad varía entre alrededor de un 2 y 20‰. Los números de bacterias obtenidos allí, sobre los mismos medios de cultivo utilizados en el presente estudio, alcanzaron valores máximos de casi 700.000 bacterias/ml (RHEINHEIMER, 1970). En JESKE (1975) se trata más detalladamente sobre la transformación de la flora bacteriana en la Ciénaga Grande durante el período de lluvias de 1973.

Contaminación fecal del agua y de ostras

Por los elevados números de bacterias obtenidos en la Ciénaga, esta última comprueba ser un agua altamente rica en sustancias nutritivas, de lo cual, sin embargo, nada se puede concluir en cuanto a la contaminación de la laguna por aguas residuales. Para cuatro series de muestras se hicieron determinaciones del factor coli (ver figura 2). *Escherichia coli* de origen fecal, se comprobó solamente en 9 de 28 muestras analizadas. De aquellas, dos eran del extremo Sur, frente a la desembocadura del río Fundación, seis de inmediaciones de los pueblos de pescadores en la Isla de Salamanca, una de la región central de la laguna. Las demás, 19 muestras no tuvieron resultados positivos de *E. coli* fecal, pero sí, había bacterias coliformes en 13 de ellas. Casi siempre el contenido de coliformes excede el de *E. coli* por 1 a 3 potencias de diez. La mayoría de las bacterias coliformes se puede suponer pertenecientes a la flora acuática. En la higiene, un agua se considera como potable, mientras no se encuentren *E. coli* fecales en los 100 ml. Según este criterio, el agua de la Ciénaga Grande (a excepción de las zonas de las orillas) debe considerarse como muy limpia. Donde se encontraron bacterias coli fecales,

su número era tan limitado, que permitía bañarse en el agua sin peligro. Factores coli de 0,1 ml o más no son alarmantes.

Los bancos de ostras se extienden desde la región central de la laguna hasta muy cerca de los pueblos de pescadores. Para recoger las ostras, los pescadores bajan de sus lanchas y llenan costales, protegiendo la mano

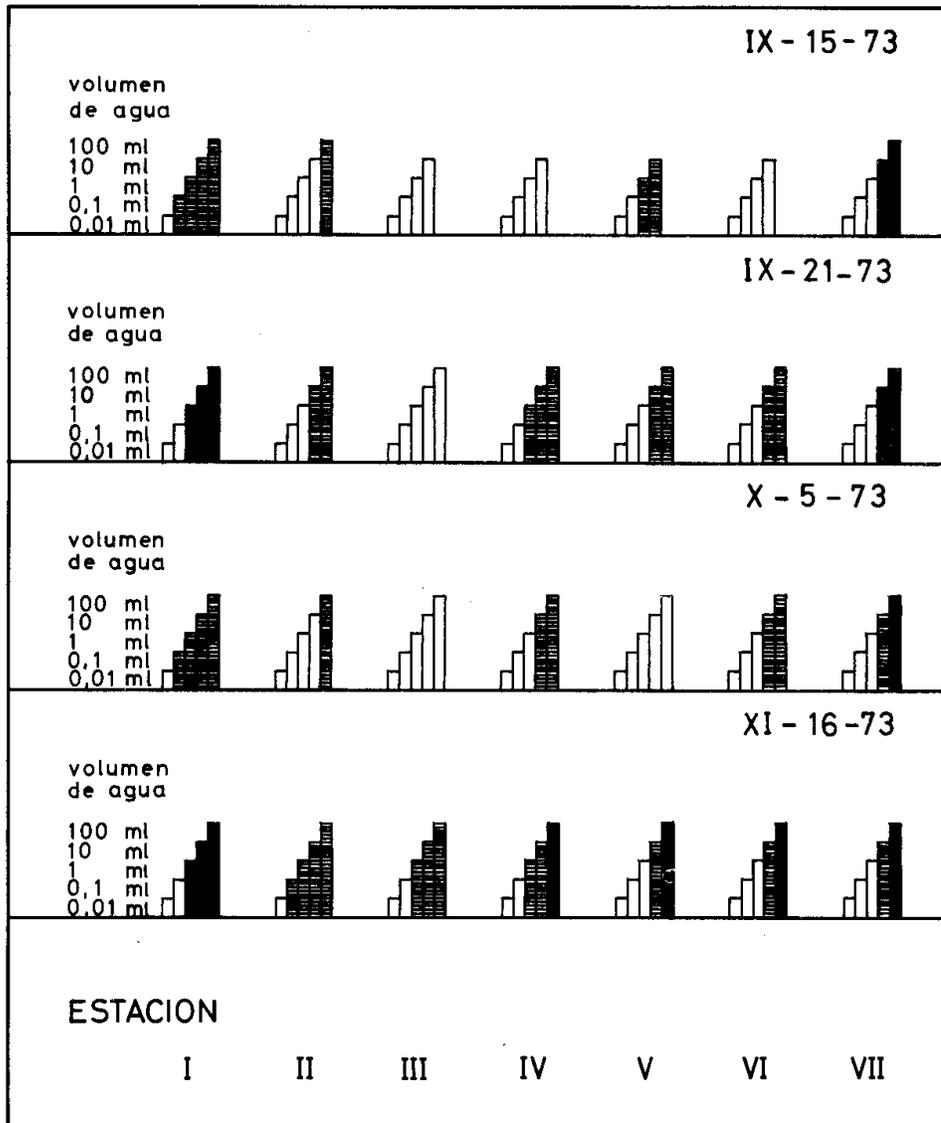


Figura 2. Factor coli y factor de coliformes para cuatro cortes de la Ciénaga Grande.

con un guante de cuero. Las ostras se venden en un peso por costal. Los costales son transportados a la Isla de Salamanca, de ahí el transporte se efectúa por la carretera principal. Sin embargo a fin de un mejor transporte, los pescadores prefieren las regiones del Norte para pescar, no suelen pescar en la cercanía de sus pueblos. Así, por ejemplo, un pescador propuso recoger las ostras a una distancia de por lo menos 250 m del pueblo. Como las poblaciones no tienen agua corriente y carecen de toda clase de instalación sanitaria, la mayor parte de la basura y de suciedad penetra en la laguna. A pesar de que los pescadores recogen las ostras a una cierta distancia mínima del pueblo, pareció probable encontrar bacterias fecales en las ostras, entre otras bacterias patógenas intestinales del tipo *Salmonella*. En todo el litoral norte de Colombia el tifus y otras infecciones de *Salmonella*, presentan características de endemia más o menos pronunciadas.

El muestreo de ostras para el examen sobre *Salmonella* se realizó en tres diferentes ocasiones. Cada vez se tomó una muestra de las ostras frescas, que estaban en venta en Pueblo Viejo, y 2 a 3 muestras de varios sitios en las inmediaciones del pueblo de Tasajera. De estas últimas, tres fueron tomadas muy cerca del pueblo (a 100 m), a fin de incluir en el examen el caso de extrema contaminación. La mayor distancia del pueblo, en la que se tomaron muestras, era de 1.000 m. (Los pescadores pescan más lejos también.) Además de eso, en cinco sitios se tomaron muestras de agua en frascos estériles con el objeto de determinar el factor coli y el número de bacterias. Ninguno de los cultivos sembrados con el material de 10 ostras contenía *Salmonellas*, así que, para la totalidad de las 100 ostras, había un resultado negativo de *Salmonella*. Esto es tanto más sorprendente, que el análisis del agua presentó, a 100 m de Tasajera, un factor coli de 1 ml (tres muestras), a los 500 m comprobó *E. coli* fecal en 10 ml (una muestra), y a 1.000 m solamente se alcanzaban valores de agua potable (100 ml sin *E. coli*, una muestra) (ver tabla 5). Teniendo en cuenta las malas condiciones sanitarias y la frecuencia de infecciones intestinales, parece muy poco probable, que no penetren *Salmonellas* en la laguna. El resultado negativo de *Salmonellas* en las 100 ostras, que en parte procedieron de aguas con bacterias coli en los alrededores del pueblo de Tasajera, hace suponer, que las *Salmonellas* mueren pronto después de llegar al agua o penetrar en las ostras.

A fin de analizar un caso de extremo grado de impureza fecal, se examinaron muestras de agua tomadas en el pueblo de Bocas de Aracataca. Este pueblo está situado en la región sureste de la laguna, directamente en la desembocadura del río Aracataca. Está formado por unas 50 chozas tipo palafito. Basura de toda clase suele echarse al agua, siendo llevada en parte a la laguna por las aguas del río. A pesar de la suciedad fecal en el agua, esta se emplea para lavar y bañarse, de vez en cuando, hasta se bebe, aunque, para este fin, suele tomarse el agua del río. En tres días,

Tabla 5. Resultado del examen de ostras

Fecha	Procedencia de la muestra de ostras	Presencia de <i>Salmonella</i> en 10 ostras	Contenido de bacterias en agua sobre el banco de ostras		“agar dulce” agar nutritivo DEV
			Factor <i>coli</i>	Factor de coliformes	
IX-19-73	a 250 m de Tasajera	negativo			
IX-19-73	a 250 m de Tasajera	negativo			
IX-19-73	Puebloviejo, ostras de venta	negativo			
IX-26-73	a 500 m de Tasajera	negativo	10 ml	10 ml	380
IX-26-73	a 1.000 m de Tasajera	negativo	100 ml	100 ml	
IX-26-73	Puebloviejo, ostras de venta	negativo	negativo	negativo	310
XI-7-73	a 100 m de T., zona occidental	negativo	1 ml	1 ml	21.000
XI-7-73	a 100 m de T., centro del pueblo	negativo	1 ml	1 ml	19.000
XI-7-73	a 100 m de T., zona oriental	negativo	1 ml	1 ml	25.000
XI-7-73	Puebloviejo, ostras de venta	negativo			4.600

Tabla 6. Datos sanitarios de las muestras de agua de Bocas de Aracataca

Fecha	Zona del pueblo	Exámen sobre <i>Salmonella</i>	Número de <i>E. coli</i> por litro	Número de coliformes por litro	Factor <i>coli</i>	Factor de coliformes
XI-20-73	Norte		30.000	480.000	0,01 ml	0,01 ml
XI-20-73	centro		4.000	44.000	0,1 ml	0,1 ml
XI-20-73	Sur		<100	36.000	0,1 ml	0,1 ml
XI-30-73	Norte	<i>S. abactetuba</i> (6 cepas)	7.000	91.000	0,1 ml	0,1 ml
XI-30-73	centro	<i>S. Newport</i> (7 cepas)	4.000	46.000	1 ml	0,1 ml
XI-30-73	Sur	<i>S. urbana</i> (3 cepas) <i>S. abactetuba</i> (2 cepas)	<100	42.000	1 ml	0,1 ml
XII-14-73	Norte	negativo	10.000	100.000	0,1 ml	0,01 ml
XII-14-73	centro	negativo	<1.000	33.000	0,1 ml	0,1 ml
XII-14-73	Sur	<i>S. wassenaar</i> sub-especie IV (3 cepas)	<1.000	11.000	100 ml negativo	0,01 ml

se tomaron muestras de agua en tres diferentes sitios del pueblo. Como el río fluye a través el pueblo en dirección de Sur a Norte, el grado de contaminación del agua aumenta en la misma dirección, como se pudo comprobar por los números coli y factores coli (ver tabla 6). A excepción de un solo caso, se comprobó la presencia de *E. coli* entre 1 y 0,01 ml de agua. De esta manera, el agua resultó estar más contaminada que la analizada en el exámen de las ostras de Tasajera. — En una serie de muestras, el enriquecimiento de Salmonellas no pudo llevarse a cabo por haberse decompuesto el caldo de Preuss. De las otras 6 muestras de agua, 2 tuvieron resultados negativos de *Salmonella*, cuatro, sí contenían Salmonellas. Llamó la atención, el hecho de que a pesar de la poca distancia entre las estaciones escogidas, había diferentes tipos de *Salmonella* en cada una de ellas, repitiéndose un sólo tipo. Así el 30 de Noviembre de 1973, se aisló *Salmonella abactetuba* de la muestra tomada en la estación norte (6 cepas), *S. newport* (7 cepas) del agua de la estación central y *S. urbana* (3 cepas) y *S. abactetuba* (2 cepas) del agua de la estación sur. El 14 de Diciembre de 1973, en la muestra de la estación del Sur se encontraron 3 cepas de *S. wassenaar*, sub-especie IV, las dos otras no contenían Salmonellas. Evidentemente, el pueblo no está infectado uniformemente, sino, que debe haber portadores endémicos de diferentes tipos de Salmonellas. Al llegar al agua, las Salmonellas desaparecen pronto, de manera que, la contaminación no se expande ni siquiera por el pueblo. Estos hechos explican también porqué, los bancos de ostras al Sur de Tasajera no estaban infectados por las impurezas fecales del pueblo.

Para excluir todo riesgo en el consumo de mariscos, HAVENMEISTER (1969) recomienda prohibir la pesca de aquellos en aguas que no tienen calidad de agua potable. STEINIGER (1952, 1956), en cambio, no ve inconvenientes en cultivar mariscos en zonas porteñas muy sucias, pero recomienda conservar los mariscos en agua limpia por 4 días antes de consumirlos hasta que hayan expulsado no solo la arena sinó también eventuales Salmonellas.

Mientras la contaminación de la Ciénaga Grande no excede al actual grado, la mayoría de las ostras se puede suponer ser exentas de Salmonellas. Sin embargo, es recomendable recoger las ostras a una distancia mínima de 1.000 m de las zonas habitadas.

Agradecimientos

El presente estudio lo financió la Deutsche Forschungsgemeinschaft (Federación Alemana de Investigaciones Científicas). Se llevó a cabo en el Instituto Colombo-Alemán de Santa Marta, Colombia. Los Srs. Prof. Dr. G. MERTINS, Dr. B. WERDING y H. ERHARDT contribuyeron considerablemente a la realización técnica del estudio. IDEMA, en Ciénaga, tuvo la amabilidad de prestar su ayuda con la embarcación para el muestreo. El Dr. H.-H. WUTHE del Instituto

de Higiene de Kiel, comunicó los métodos necesarios para la determinación de Salmonellas y, en forma desinteresada, hizo la clasificación de los cultivos aislados. La doctora WALDVOGEL, del mismo instituto, dió valioso consejo para la determinación de las bacterias *coli*. El Prof. Dr. RHEINHEIMER, del Instituto de Ciencias Marinas de Kiel, demostró su interés en el trabajo, dando sus consejos y facilitando material de laboratorio. La Sra. G. POTTGIESSER ayudó con la traducción del texto al español. A todos ellos quiero expresar mi más profundo agradecimiento.

Bibliografía

- Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. — Verlag Chemie, Weinheim 1960, 6. Lieferung, Aug. 1971.
- HAVEMEISTER, G.: Zur Frage der hygienischen Beurteilung des Meerwassers im Bereich von Muschelkulturbezirken. — Arch. Hyg. Bakteriol., 153, 460—463, München - Leipzig 1969.
- JESKE, R.: Untersuchungen über den Einfluß von Salinitätsschwankungen auf die Bakterienflora in der Lagune Ciénaga Grande de Santa Marta (Kolumbien) und im angrenzenden Meeresgebiet. — Kieler Meeresforsch., 31, Kiel 1975 (en prensa).
- RHEINHEIMER, G.: Beobachtungen über den Einfluß von Salzgehaltsschwankungen auf die Bakterienflora der westlichen Ostsee. — 2nd European Symp. on Marine Biol., Sarsia, 34, 253—262, Bergen 1968.
- Mikrobiologie. In: Chemische, mikrobiologische und planktologische Untersuchungen in der Schlei im Hinblick auf deren Abwasserbelastung. — Kieler Meeresforsch., 26, 150—156, Kiel 1970.
- SCHLIEPER, C. (Ed.): Methoden der Meeresbiologischen Forschung. — 322 páginas, VEB Fischer, Jena 1968.
- SELENKA, F.: Hygienisch-bakteriologische Grundlagen des in der Lebensmittelgesetzgebung angewandten Fäkalindikatorgedankens. — Arch. Hyg. Bakteriol., 150, 635—660, München - Leipzig 1967.
- STEINIGER, F.: Miesmuscheln in mit Salmonellen verunreinigten Häfen. — Schleswig-Holstein. Ärztebl., 12, 296—299, Bad Segeberg 1952.
- Zur Freilandbiologie der Salmonellen im Bereich des westlichen Mittelmeeres. — Zbl. Bakteriol., I, 166, 245—265, Jena 1956.
- WIEDEMANN, H.: Reconnaissance of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia: Physical Parameters and Geological History. — Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient., 7, 85—119, Santa Marta 1973.

Dirección de la autora:

Dr. RENATE JESKE, Itzehoer Chaussee 59, 237 Rendsburg, Alemania.