

Determinación de bacterias de origen fecal en hortalizas cultivadas en Xochimilco de octubre de 2003 a marzo de 2004

Marybell Vega, Mauro Jiménez, Rosa Salgado y Gabriel Pineda
Universidad Simón Bolívar, México, D. F.

Resumen

En Xochimilco, se cultivan hortalizas que al ser regadas con agua residual sin tratar pueden presentar bacterias de origen fecal, lo que las convierte en una fuente de transmisión de diarrea de origen bacteriano. Al desconocer la presencia y cantidad de este tipo de microorganismos, se planteó analizar nueve diferentes hortalizas cultivadas en ese lugar. Se siguieron métodos normalizados para su muestreo y análisis, y al final del estudio se determinó que la mayor cantidad de coliformes fecales se presentaron en epazote, espinaca, cilantro, zanahoria y lechuga escarola, en cantidades que superaron el valor permitido para este tipo de alimentos.

Palabras clave: bacterias coliformes; hortalizas; contaminación.

Abstract

Vegetables which are grown in Xochimilco are watered with residual water and can present bacteria of fecal origin. This fact turns them into a source of diarrhea of bacterial origin. The aim of this work was to analyze nine different vegetables grown in Xochimilco to determine the amount of fecal bacteria present in these vegetables. Normalized methods were applied for their sampling and analysis. During the time of study it was determined that the greater amount of fecal bacteria appeared in the ruff of epazote, spinach, coriander, carrot and lettuce. The specific quantities of fecal bacteria exceeded the value allowed in the related norm.

Keywords: bacterial coliform; vegetables; pollution.

Introducción

Xochimilco es una delegación del Distrito Federal que limita con Iztapalapa, Tláhuac, Milpa Alta y Tlalpan. Tiene una superficie de 122 km² y su población económicamente activa está conformada por 76 mil 697 personas, de las cuales 60% se dedica a las tareas agropecuarias, como la siembra de calabaza, chilacayote, lechugas escarola y romana, brócoli, verdolaga, espinaca, acelga, epazote, tomate y jitomate (Delegación Xochimilco, 2003).

Las hortalizas sembradas en el ecosistema agrícola de Xochimilco son regadas con agua de los canales. En trabajos previos se ha determinado que este recurso presenta diferentes elementos contaminantes,

como plaguicidas, fertilizantes, y microorganismos patógenos (Larson, Rothgeb, Shimp, Ward y Ventullo, 1993; Niemi y Niemi, 1991). El problema de contaminación del agua se origina por las descargas de efluentes de tipo municipal sin tratar, de aproximadamente 2 mil 500 m³ diarios (Casas, 1985), también se han detectado detergentes y metales pesados, como cadmio, zinc y cobre, en el agua de los canales (Alfaro, 1987; Castellanos, 1978; Rangel, 1981).

Con relación a los microorganismos patógenos, se ha determinado la presencia de bacterias de origen fecal, denominadas coliformes fecales, en el agua de los canales del embarcadero de Caltongo, con valores de entre 50 y 1100 NMP/100 mL (Pineda-Flores, Hernández, Cruz y Gutiérrez-Castrejón, 1999). Al ser regados con agua contaminada con coliformes

fecales, los cultivos que se producen en Xochimilco incrementan en gran medida el riesgo de transmitir la enfermedad diarreica de origen bacteriano. Por otra parte, la presencia de estas bacterias se relaciona con la existencia de otros microorganismos patógenos, como los causantes del cólera, fiebre tifoidea, shigelosis, amibiasis y hepatitis (Henry y Heinke, 1999), que también pueden encontrarse en las hortalizas.

Por tales motivos, es necesario establecer la presencia y variación mensual de coliformes fecales en las hortalizas cultivadas en Xochimilco, que son regadas con agua de los canales, para tomar las medidas sanitarias necesarias sobre el consumo de estos productos, pues éstos se comercializan en el mercado de la explanada de esta delegación y en la Central de Abasto, lo que implica que son distribuidas a una parte importante de la población del D. F.

Objetivo

Determinar la presencia y variación mensual de bacterias coliformes fecales en nueve hortalizas cultivadas en la zona de chinampas de Xochimilco D. F., para establecer la época del año, dentro del intervalo de muestreo, en el que la contaminación por este tipo de microorganismos supera el valor permitido, de acuerdo con la respectiva norma oficial mexicana.

Metodología

Muestreo de las hortalizas. Se seleccionaron nueve hortalizas, que son utilizadas comúnmente en la dieta del habitante del Distrito Federal: lechugas romana y escarola, verdolaga, espinaca, acelga, epazote, cilantro, rábano y zanahoria. Todas fueron cultivadas en la zona de chinampas de la delegación Xochimilco, México D. F., y regadas con agua de los canales.

Los muestreos se realizaron de octubre de 2003 a marzo de 2004, en la zona de la delegación donde se venden las hortalizas. Durante este periodo, una vez al mes, se adquirieron de manera aleatoria los productos antes mencionados, y luego se transportaron de acuerdo con el método descrito en la

norma NOM-109-SSA1-1994 (Secretaría de Economía, 2003b).

Determinación de coliformes fecales. Se utilizó el método Número Más Probable, descrito en la norma NOM-112-SSA1-1994 (Secretaría de Economía, 2003c), el cual consta de una prueba presuntiva y una confirmativa. Se determinó la cantidad de coliformes fecales en cada muestra individual de hortaliza. Para realizar la prueba presuntiva, en condiciones asépticas, se pesaron 10 g de ésta y se licuaron durante un minuto con 90 ml de agua peptonada estéril. De esta solución, se inocularon nueve tubos de ensayo, que contenían 10 ml de caldo lauril sulfato triptosa (CLST) estéril con campana de Durham cada uno. A tres tubos, con medio CLST de doble concentración, se les adicionó 10 ml de la solución a cada uno; a otros tres, 1 ml, y los últimos tres, 0.1 ml (los seis últimos contenían medio CLST de concentración sencilla). Todos los tubos se incubaron durante 48 horas a 37 °C.

La prueba confirmativa se realizó a partir de los tubos que mostraron formación de gas en la prueba presuntiva. Se tomaron dos asadas de cada uno y se sembraron en el mismo número de tubos con caldo verde brillante bilis lactosa con campana de Durham estéril. Se incubaron a 44 °C durante 48 horas.

El número de tubos que mostraron producción de gas en la prueba confirmativa se interpolaron en la tabla incluida en la norma NOM-112-SSA1-1994 (Secretaría de Economía, 2003c) para determinar el número de coliformes fecales presentes.

Análisis estadístico. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los datos de coliformes fecales presentes en las hortalizas por cada mes de muestreo. Se utilizó el programa GLIM 3.22 con una distribución de tipo normal y un nivel de confianza de 95%.

Resultados

En la Tabla 1 se muestra la cantidad de coliformes fecales determinada por mes en las hortalizas de Xochimilco durante el periodo de estudio.

En esta tabla se observa que febrero de 2004 fue el mes en donde se presentó la mayor cantidad de

estas bacterias en las hortalizas: cinco de ellas superaron el valor permitido de coliformes fecales; enero y marzo de 2004 tienen el mismo número de hortalizas con esta característica (cuatro); le siguen octubre con tres y noviembre con una, que superan el valor permitido de estas bacterias; diciembre de 2003 es un mes en donde la cantidad de coliformes fecales en las hortalizas disminuyó notablemente, ya que el número más alto de estos microorganismos fue de 2.8 NMP/g y ninguna de las nueve hortalizas analizadas superó el valor permitido.

Tabla 1. Coliformes fecales presentes en nueve hortalizas cultivadas en Xochimilco

Hortaliza	Coliformes fecales (NMP/g)					
	Octubre 2003	Noviembre 2003	Diciembre 2003	Enero 2004	Febrero 2004	Marzo 2004
Lechuga romana	1.1	9.3	0.4	2.8	110*	12
Lechuga escarola	15	4.3	<0.3	21	110*	>110*
Verdolaga	2.3	12	<0.3	21	0.9	2.3
Espinaca	110*	0.9	<0.3	>110*	4.3	>110*
Epazote	110*	15	0.4	110*	>110*	>110*
Acelga	2.1	<0.3	<0.3	>110*	21	46
Cilantro	12	110*	2.8	2.8	>110*	>110*
Rábano	110*	2.8	<0.3	2.8	46	46
Zanahoria	<0.3	<0.3	<0.3	<110*	<110*	21

*Cantidad de coliformes fecales que supera el valor permitido de acuerdo con la norma NOM-093-SSA1-1994.

Durante el periodo de estudio, la hortaliza que por su número de coliformes fecales superó en más ocasiones el valor permitido de estos microorganismos fue el epazote (con cuatro); en orden descendente le siguen la espinaca y el cilantro (con tres); la zanahoria y la lechuga escarola (con dos); el rábano y la lechuga romana (con una), y, por último, la acelga, que en ninguna ocasión superó el valor permitido.

En la Tabla 2 se muestra el promedio de la cantidad de coliformes fecales de las nueve hortalizas muestreadas por mes. En ella se observa como tendencia una disminución de estos microorganismos de octubre a diciembre de 2003. Posteriormente, en enero, el número de coliformes en las hortalizas comienza nuevamente a aumentar y continúa con esta tendencia hasta marzo, mes donde el valor de estos microorganismos es similar al determinado en octubre de 2003.

Tabla 2. Valores promedio mensuales de coliformes fecales presentes en las hortalizas cultivadas en Xochimilco

Mes	Coliformes fecales (NMP/g)
Octubre de 2003	40.31
Noviembre de 2003	17.21
Diciembre de 2003	0.82
Enero de 2004	54.48
Febrero de 2004	69.13
Marzo de 2004	46.72

En las tablas 3 y 4 se muestran los resultados del ANOVA calculado. Se observa que sí existe una diferencia significativa en la cantidad de coliformes fecales entre cada mes de muestreo, y estas diferencias se presentan prácticamente entre los meses de octubre, noviembre y diciembre, comparados con los tres meses restantes.

Tabla 3. ANOVA calculado a los datos mensuales de coliformes fecales presentes en las hortalizas cultivadas en Xochimilco

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculada	F _{0.05, 5/48}	Resultado
Mes	32915	5	6583	3.43	2.45	Diferencia significativa
Error	92087	48	1981.4			

Tabla 4. Establecimiento de las diferencias significativas entre los datos mensuales de coliformes fecales

Noviembre-03	23.1 ^S					
Diciembre-03	1.92 ^S	0.804 ^{NS}				
Enero-03	14.18 ^{NS}	37.28 ^S	2.609 ^S			
Febrero-04	28.82 ^S	51.92 ^S	3.31 ^S	14.64 ^{NS}		
Marzo-04	22.72 ^S	45.82 ^S	3.02 ^S	8.54 ^{NS}	6.1 ^{NS}	
	Octubre-03	Noviembre-03	Diciembre-03	Enero-04	Febrero-04	

S: diferencia significativa NS: diferencia no significativa

Discusión

Se determinó la presencia de coliformes fecales en las nueve hortalizas analizadas, lo que indica una clara presencia de contaminación por materia fecal en cada una de ellas. Esto las convierte en una fuente de propagación de diarrea de origen bacteriano, tal y como ha sido reportado por Takayanagui *et al.* (2001). El consumo crudo de estas hortalizas no es la única fuente de propagación de la diarrea de origen bacteriano, ya que también se ha demostrado que esta enfermedad puede propagarse a través del consumo de agua (Basualdo *et al.*, 2001; McFeters, LeChevallier, Singh y Kippin, 1986) y alimentos preparados con vegetales que están contaminados con materia fecal (Acevedo, Mendoza y Oyon, 2001). Es importante señalar que se ha demostrado que para evitar la diarrea de origen bacteriano por el consumo de las hortalizas contaminadas, no es suficiente enjuagarlas con agua (Cifuentes, Suárez, Solano y Santos, 2002a).

La población mexicana es muy susceptible a la diarrea de origen bacteriano. Se ha registrado un alto índice de mortalidad y morbilidad por este tipo de enfermedad (Cifuentes, Mazari-Hiriart, Carneiro, Bianchi y Gonzalez, 2002a), que afecta sobre todo a los niños menores de cinco años. Particularmente, en el Estado de México, municipio de Naucalpan de Juárez, se tiene registro de un alto índice de mortalidad en niños de esta edad debido a la diarrea (Garrido, Ibarra, Cárdenas, Borges y Bobadilla, 1990). Considerando las estadísticas nacionales, en 2001, se registraron 764 defunciones en individuos de uno a 14 años debido a enfermedades infecciosas intestinales (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2003). Por otra parte, 29% de la población que vive en la delegación de Xochimilco se encuentra en el intervalo de edad considerado como más susceptible para enfermarse por diarrea de origen bacteriano (Cifuentes *et al.*, 2002b).


De acuerdo con la norma NOM-093-SSA1-1994 (Secretaría de Economía, 2003a), que trata sobre las prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos, se considera como valor máximo permitido de 100 NMP/g de coliformes fecales en vegetales que se consuman en ensaladas verdes. Según lo anterior, las hortalizas que tendrían una alta probabilidad de transmitir diarrea de origen bacteriano al utilizarse para preparar este tipo de alimentos serían, en orden descendente, el cilantro, la espinaca, la lechuga escarola y la zanahoria.

Debido al elevado número de hortalizas que superan el valor permitido de estos microorganismos durante febrero, este mes puede considerarse como el de mayor contaminación por materia fecal, y durante esos días, el consumo de los vegetales antes señalados son una fuente muy probable de transmisión de diarrea de origen bacteriano.

De acuerdo con los resultados, se estima que existen variables ambientales que provocan la disminución de los coliformes fecales en las hortalizas analizadas, ya que la reducción en la cantidad de estas bacterias es significativamente menor durante noviembre y diciembre, comparada con febrero y marzo (tablas 2, 3 y 4). Es posible que la temperatura influya de una manera importante, ya que los coliformes fecales son sensibles a este factor

(Field, Bernhard y Brodeur, 2003). La manipulación de las hortalizas también puede influir sobre la cantidad de bacterias que poseen (García, Iracheta, Galván y Heredia, 2001), pues el contacto directo de la hortaliza con las manos contaminadas con materia fecal puede hacer que aumente la carga bacteriana. Debido al antecedente de la alta cantidad de coliformes fecales en el agua de los canales (Pineda-Flores *et al.*, 1999), es muy probable que la manipulación no cause un efecto significativo sobre el resultado obtenido para cada hortaliza, ya que la mayor influencia es la calidad del agua con la cual son regadas.

Conclusión

Las nueve hortalizas analizadas mostraron la presencia de bacterias de origen fecal, las cuales, al presentar una cantidad superior al valor permitido de estos microorganismos, se convierten en una fuente de propagación de diarrea de origen bacteriano. Desinfectar estos vegetales antes de su consumo debe ser una práctica obligatoria, con mayor énfasis si el alimento contiene cilantro, espinaca, lechuga escarola o zanahoria, sobre todo si va a ser consumido por un menor de cinco años. 

Referencias

- Acevedo, L., Mendoza, C. & Oyon, R. (2001). Total and fecal coliforms, some enterobacteria staphylococcus sp. and moulds in salads for hot dogs sold in Maracay, Venezuela. *Arch Latinoam Nutr.*, 51 (vol. 4), 366-370.
- Alfaro, F. G. (1987). *Contaminación del lago de Xochimilco*. Informe final de Servicio Social, UAM-Xochimilco.
- Basualdo, J. A., Cordoba, M. A., De Luca, M. M., Rocchia, I. L., Pezzani, B. C., Vay, C., Ageron, E. & Grimont, P. A. (2001). Isolation and characterization of injured coliforms from the drinking water distribution network of La Plata, Argentina. *Rev. Argent. Microbiol.*, 33 (vol. 1), 9-14.
- Casas, M. M. (1985). *Desequilibrio ecológico en los canales de Xochimilco*. Informe de Servicio Social, UAM-Xochimilco.
- Castellanos, P. M. (1978). *Contaminación del agua de los canales de Xochimilco*. Informe de Servicio Social, UAM-Xochimilco.
- Cifuentes, E., Suárez, L., Solano, M. & Santos, R. (2002a). Diarrheal diseases in children from a water reclamation site in Mexico City. *Environ Health Perspect.*, 110 (vol. 10), A619-A624.
- Cifuentes, E., Mazari-Hiriart, M., Carneiro, F., Bianchi, F. & González, D. (2002b). The risk of enteric diseases in young children and environmental indicators in sentinel areas of Mexico City. *Int. J. Environ Health Res.*, 12 (vol. 1), 53-62.

- Delegación Xochimilco (2003). Xochimilco. Diccionario Enciclopédico del Distrito Federal, recuperado el 14 de octubre de 2003 en <http://www.xochimilco.df.gob.mx/delegacion/index.html>
- Field, K. G., Bernhard, A. E. & Brodeur, T. J. (2003). Molecular approaches to microbiological monitoring: fecal source detection. *Environ Monit Assess.*, 81 (vol. 1-3), 313-326.
- García, S., Iracheta, F., Galván, F. & Heredia N. (2001). Microbiological survey of retail herbs and spices from Mexican markets. *J. Food Prot.*, 64 (vol. 1), 99-103.
- Garrido, L. F., Ibarra, R. J., Cárdenas, A. V., Borges, G. y Bobadilla, F. J. (1990). *Factores de riesgo en la mortalidad infantil por diarreas*. México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Henry G. L. y Heinke W. G. (1999). *Ingeniería ambiental*, México D.F.: Prentice Hall Hispanoamericana.
- INEGI (2003). Tabulados básicos nacionales. *Base de datos y tabulados del XII censo general de población y vivienda 2000*. Recuperado el 4 de febrero de 2004 de <http://www.inegi.gob.mx/est/librerias/tabulados.asp/>
- Larson, R. J., Rothgeb, T. M., Shimp, R. J., Ward, T. E. & Ventullo, R. M. (1993). Kinetics and practical significance of biodegradation of linear alkylbenzenesulphonate in the environment, *Jaocs*, vol. 70, 645-657.
- McFeters, G. A., LeChevallier, M. W., Singh, A. & Kippin, J. S. (1986). Health significance and occurrence of injured bacteria in drinking water. *Water Sci. Technol.*, 18 (vol. 10), 227-231.
- Niemi, R. M. & Niemi, J. S. (1991). Bacterial pollution of waters in pristine and agriculture lands. *Environ. Qual.*, vol. 20, 620-627.
- Pineda-Flores, G., Hernández, T., Cruz, M. C. y Gutiérrez-Castrejón, T. (1999). Aplicación de dos microbioensayos para evaluar la contaminación presente en las cuencas xochimilco y Lerma-Santiago, *Rev. Lat.-Amer. Microbiol.*, vol. 41, 251-258.
- Rangel, M. R. (1981). *Determinación de algunos metales tóxicos: B, Cd, Cu, Pb, y Zn en aguas del lago de Xochimilco para uso agrícola*. Tesis de licenciatura, ENCB-IPN.
- Secretaría de Economía (2003a). Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos, recuperado el 9 de diciembre de 2003 de <http://www.economia-noms.gob.mx/>.
- Secretaría de Economía (2003b). Norma Oficial Mexicana NOM-109-SSA1-1994, Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico, recuperado el 23 de septiembre de 2003 de <http://www.economia-noms.gob.mx/>.
- Secretaría de Economía (2003c). Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable, recuperado el 23 de septiembre de 2003 de <http://www.economia-noms.gob.mx/>.
- Takayanagui, O. M., Oliveira, C. D., Bergamini, A. M., Capuano, D. M., Okino, M. H., Febronio, L. H., Castro, E., Silva, A. A., Oliveira, M. A., Ribeiro, E. G. & Takayanagui A. M. (2001). Monitoring of vegetables sold in Ribeirao Preto, SP, Brazil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 34 (vol. 1), 37-41.