

NIVEL DE CONTAMINACIÓN FECAL EN HORTALIZAS EXPENDIDAS EN MERCADOS DE HUÁNUCO Y SU RELACIÓN EN EL RIEGO CON AGUAS RESIDUALES NO TRATADAS

LEVEL OF FAECAL CONTAMINATION IN VEGETABLES SOLD IN THE HUÁNUCO MARKETS AND THEIR RELATIONSHIP IN WASTEWATER IRRIGATION UNTREATED

CHRISTIAN M. ESCOBEDO BAILÓN

Universidad Nacional Hermilio Valdizán

e-mail: cesco19782010@hotmail.com

ERNESTINA ARIZA ÁVILA

Universidad Nacional Hermilio Valdizán

e-mail: ernest_marta@outlook.com

Recibido el 11 de julio 2014

Aceptado el 2 diciembre 2014

RESUMEN

Objetivo

Determinar el nivel de contaminación fecal en hortalizas expendidas en los mercados de Huánuco y su relación en el riego con aguas residuales no tratadas.

Métodos

Se diseñó un estudio correlacional, con 84 muestras de hortalizas pertenecientes a los mercados de Huánuco y también 84 muestras de agua de riego de las hortalizas en estudio, durante el 2014. Los datos se obtuvieron mediante exámenes de laboratorio y guías de observación. La determinación de E. coli fue hecha por el método de filtros de membrana. Se realizó un análisis bivariado mediante la prueba Chi-cuadrada.

Resultados

La prevalencia de E. coli fue del 34.5% (29/84). El cebollino chino mostró mayor prevalencia de contaminación, seguido de culantro, perejil y rabanito. Se encontraron asociaciones estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre la contaminación de agua de riego y la prevalencia de E. coli en las hortalizas de tipo cebollino chino, culantro, perejil y rabanito.

Conclusiones

La prevalencia de E. coli en las hortalizas fueron altas y se relacionan con la contaminación fecal de agua de riego.

Palabras claves: E. coli, hortalizas, agua de riego, cebollino chino.

ABSTRACT

Objective. To determine the level of faecal contamination in vegetables sold in the Huánuco markets and their relationship in wastewater irrigation untreated.

Methods. Was designe an correlational study, with 84 vegetables samples corresponding to the Huánuco markets and also 84 irrigation water samples of the vegetables in study, during 2014. The data were obtained by laboratory tests and observation guides. Th determination of E. coli was made for the membrane filter method. Was performed an bivariate analysis through the chi square test.

Results. The prevalence of E. coli was 34,5%(29/84). The chinese chives showed higher prevalence of contamination, continued of coriander, parsley and radish. Were found statistically significant associations ($P \leq 0,05$) among the contamination irrigation wáter and the prevalence of E. coli in the vegetables as chinese chives, coriander, parsley and radish.

Conclusions. The prevalence of E. coli in the vegetables were high and relate with the fecal contamination of irrigation wáter.

Keywords: E. coli, vegetables, irrigation wáter, chinese chives.

INTRODUCCIÓN

El consumo de hortalizas es vital para la salud humana puesto que poseen innumerables propiedades alimenticias, son fuente inagotable de vitaminas, minerales, fibra y energía.

No obstante, debido a las prácticas seguidas durante su cultivo, cosecha y comercialización, las hortalizas pueden representar un foco de microorganismos patógenos. Bacterias como *Salmonella* sp., *Aeromonas* sp., *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni* y *Bacillus cereus*, entre otras, han sido frecuentemente aisladas de frutas y vegetales e identificadas como responsables de brotes de gastroenteritis o listeriosis. Además virus como Hepatitis A, Norwalk y algunos parásitos como *Lambliia intestinalis* y *Entamoeba histolytica* han sido responsables de diversos cuadros infecciosos vinculados con el consumo de alimentos. Recientemente *Cyclospora cayetanensis*, *Cryptosporidium* sp. y los Microsporidios han emergido como importantes patógenos vinculados con alimentos. Sin embargo, por sus características físicas y de cultivo, algunos de estos productos están expuestos a contaminación de tipo biológico y químico, situación que genera un riesgo para la salud humana. Uno de los factores más importantes de contaminación microbiana y parasitaria de los cultivos son las aguas de riego empleadas con altos recuentos microbianos, como vertederos de aguas residuales en que se han convertido los ríos, hecho verificado en la periferia de Huánuco.

La vigilancia del estado higiénico de aguas y alimentos se lleva a cabo mediante la detección de bacterias "indicadoras" de contaminación, organismos coliformes de origen fecal como *Escherichia coli*, que normalmente sólo habitan el intestino humano o animal, lo que los convierte en excelentes indicadores de la presencia de microorganismos entéricos patógenos como los causantes del cólera, fiebre tifoidea, shigelosis, amebiasis, hepatitis y criptosporidiasis.

Algunos de estos con capacidad de sobrevivir por largos períodos en las hortalizas frescas y de sobrevivir a procesos de desinfección e incluso de multiplicarse durante el almacenamiento.

Los patógenos bacterianos asociados con los alimentos han sido muy bien descritos por la

Food and Drug Administration en el FDA/CFSAN Bad Bug Book.

Un amplio número de estas bacterias se han visto implicadas en brotes de enfermedades transmitidas por alimentos asociados con el consumo de frutas y hortalizas frescas.

La *E. coli* enterohemorrágico O: 157 H: 7 ha sido detectado en espinacas, cebollas y otras verduras, también en el agua de consumo y de riego.

Aunque no se dispone de datos bacteriológicos relativos a la polución de aguas de riego en nuestro medio, los cultivos de hortalizas en Huánuco manifiestan un riesgo de salud pública como origen de infecciones alimentarias por su contaminación con aguas que evidentemente no cumplen con las normas sanitarias establecidas por organismos internacionales.

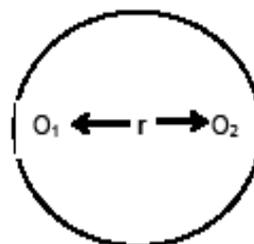
El objetivo del estudio fue determinar el nivel de contaminación fecal en hortalizas expendidas en los mercados de Huánuco y su relación en el riego con aguas residuales no tratadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Según el análisis y alcance de los resultados el estudio fue de tipo observacional, analítico y correlacional. Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registros de la información, el estudio fue de tipo prospectivo.

Diseño Experimental

El diseño utilizado fue correlacional, dado que estos tipos de estudios tienen como finalidad determinar en qué medida dos o más variables están relacionadas entre sí. Trata de averiguar de qué manera los cambios de una variable influyen en los valores de otra variable. En el presente caso, se determinó en qué medida la contaminación de las hortalizas que se expenden en los mercados de Huánuco se relacionan con la contaminación por coliformes fecales del agua de riego utilizada para la producción de estas hortalizas.



Dónde:

O1= Contaminación por coliformes fecales de las hortalizas que se expenden en los mercados de Huánuco.

O2= Contaminación por coliformes fecales del agua de riego en los campos de cultivo de las hortalizas.

r= Correlación existente entre la contaminación por coliformes fecales de las hortalizas que se expenden en los mercados de Huánuco con la contaminación por coliformes fecales del agua de riego de las hortalizas en los campos de cultivo.

Tipo de Muestreo: La selección de la muestra fue mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Se muestreo 21 puestos de expendio de hortalizas, donde se tomaron cuatro muestras por puesto de los siguientes vegetales: cebollino chino, cilantro, rabanito y perejil.

Métodos Utilizados: Se utilizó una guía de observación para identificar las características generales de la muestra en estudio, asimismo, identificar el lugar de procedencia de las hortalizas que se expende en cada puesto de comercialización. Durante el procesamiento de las muestras de hortalizas y agua de riego en el laboratorio se hizo uso del formato de evaluación microbiológica, donde se registraron aspectos del examen bacteriológico efectuado a las hortalizas y agua de riego respectivamente.

Procedimiento para la recolección de Información: Se solicitó el permiso respectivo a cada comerciante para poder registrar en la guía de observación algunos aspectos generales de las hortalizas que se expendían en los puestos de venta, así como indagar acerca del lugar de procedencia de dichas hortalizas. Posteriormente, se adquirió una muestra de cada hortaliza siendo las siguientes: cebollino chino, culantro, rabanito y perejil, haciendo un total de 84 muestras entre las cuatro hortalizas en mención, las cuales fueron llevadas para su procesamiento en el Laboratorio de Microbiología de la DIRESA-Huánuco.

Procesamiento de las Muestras en el Laboratorio: Para el conteo de coliformes fecales presentes en las muestras de hortalizas y agua de riego, se utilizó el método de filtros de membrana, que consisten en filtros que poseen poros de 0,45 mm que retienen a las bacterias. Posteriormente el filtro se sobre una placa Petri conteniendo el medio de cultivo apropiado para el crecimiento de coliformes fecales. Una vez

sembradas las placas, éstas se llevan a la estufa por 24 horas a 37°C para que posteriormente proceder a contar el número de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) en el cuenta colonias. Finalmente se evaluó el grado de contaminación por coliformes fecales teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Hasta 50 UFC (Unidades Formadoras de Colonias): hortalizas aptas para consumo humano
2. Mayor a 50 UFC (Unidades Formadoras de Colonias): hortalizas no aptas para consumo humano

Para el caso del agua de riego, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

1. Hasta 300 UFC (Unidades Formadoras de Colonias): Agua de riego apta
2. Mayor a 300 UFC (Unidades Formadoras de Colonias): Agua de riego no apta

Análisis e Interpretación de Datos: Para el análisis descriptivo de cada una de las variables se tuvo en cuenta las medidas de tendencia central y de dispersión, para las variables cuantitativas y de porcentajes, para las variables categóricas. Para el análisis inferencial se aplicó el análisis de diferencias de proporciones utilizando la Prueba Z para una muestra. Posteriormente se realizó el análisis bivariado mediante la prueba estadística de chi-cuadrado de Pearson donde se evaluó la relación existente entre el nivel de contaminación fecal de las hortalizas y la contaminación por coliformes fecales del agua de riego. Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 17.0 para Windows.

RESULTADOS

El estudio generó los siguientes resultados:

Tabla 1. Estado de las hortalizas en estudio expandidas en mercados de Huánuco-2014

| Estado de la hortaliza | Frecuencia | % |
|------------------------|------------|--------------|
| Apta | 55 | 65.5 |
| No apta | 29 | 34.5 |
| Total | 84 | 100.0 |

Fuente: Guía de observación (Anexo 01)

Con respecto al estado de las hortalizas, se encontró que la mayoría, es decir el 65.5% (55 hortalizas) evaluadas fueron consideradas aptas, sin embargo; el 34.5% (29 hortalizas) fueron no aptas para el consumo.

Tabla 2. Muestras positivas a Escherichia coli en hortalizas expandidas en mercados de Huánuco -2014

| Hortalizas | Total de muestra | Muestras positivas | |
|-----------------|------------------|--------------------|-------------|
| | | N.º | % |
| Cebollino chino | 22 | 12 | 54.5 |
| Culantro | 21 | 7 | 33.3 |
| Rabanito | 21 | 5 | 23.8 |
| Perejil | 20 | 5 | 25.0 |
| Total | 84 | 29 | 34.5 |

Fuente: Guía de observación (Anexo 01)

En cuanto a la distribución de muestras positivas a E. coli en hortalizas, observamos que la prevalencia de E. coli fue de 34.5% es decir 29 muestras fueron positivas de las 84 muestras que se evaluaron. Según hortalizas, encontramos que la mayor prevalencia fue en el cebollino chino con 54.5%, seguido de 33.3% en el culantro, el 25.0% correspondió al perejil y de 23.8% para el rabanito.

Tabla 3. Estado del agua de riego residual no tratada en estudio. Huánuco- 2014

| Estado de la hortaliza | Frecuencia | % |
|------------------------|------------|--------------|
| Apta | 49 | 58.3 |
| No apta | 35 | 41.7 |
| Total | 84 | 100.0 |

Fuente: Guía de observación (Anexo 02)

Según el estado del agua de riego residual no tratada en estudio, se encontró que la mayoría es decir, el 58.3% (49 muestras de agua) evaluadas fueron consideradas aptas, sin embargo el 41.7% (35 muestras de agua) fueron no aptas.

Tabla 4. Muestras positivas a Escherichia coli en el agua de riego residual no tratada en estudio según localidades. Huánuco-2014

| Localidades | Total de muestra | Muestras positivas | |
|----------------------|------------------|--------------------|-------------|
| | | N.º | % |
| Sunchuragra | 18 | 10 | 55.6 |
| Huachog | 20 | 8 | 40.0 |
| Chunapampa | 13 | 5 | 38.5 |
| Carretera Aeropuerto | 11 | 6 | 54.5 |
| Pueblo Libre | 8 | 2 | 25.0 |
| Quipran | 14 | 4 | 28.6 |
| Total | 84 | 35 | 41.7 |

Fuente: Guía de observación (Anexo 01)

En cuanto a la distribución de muestras positivas a E. coli en el agua de riego residual no tratada del estudio según localidades, observamos que en general la prevalencia de E. coli fue de 41.7% es decir 35 muestras fueron positivas de las 84 muestras que se evaluaron. Según localidades, encontramos que la mayor prevalencia fue en Sunchuragra del 55.6%, seguido de 54.5% en carretera aeropuerto, el 40.0% fueron de Huachog, el 38.5% de Chunapampa, el 28.6% de Quipran y de 25.0% en Pueblo Libre.

Tabla 11. Relación entre contaminación fecal de agua de riego y contaminación fecal de las hortalizas en estudio expandidas en mercados de Huánuco -2014

| Contaminación fecal de agua de riego | Contaminación fecal de las hortalizas | | | | Total | | Prueba Chi cuadrado | Significancia |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|--------------|---------------------|---------------|
| | SI | | NO | | Nº | % | | |
| | Nº | % | Nº | % | | | | |
| SI | 24 | 28.6 | 11 | 13.1 | 35 | 41.7 | 30.77 | 0.000 |
| NO | 5 | 6.0 | 44 | 52.4 | 49 | 58.3 | | |
| Total | 29 | 34.5 | 55 | 65.5 | 84 | 100.0 | | |

Respecto a la relación entre la contaminación fecal del agua de riego y la contaminación fecal de las hortalizas en estudio, observamos que 28.6% de las hortalizas provinieron de agua de riego contaminada con E. coli y a la vez estas presentaron la E. coli; y el 52.4% de las hortalizas no provinieron de agua de riego contaminada con E. coli y no presentaron esta bacteria. Mediante la Prueba Chi cuadrada se encontró una $P \leq 0,000$ que significa que estas variables se relacionan significativamente.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se puede observar que el 34.5 de las hortalizas muestreadas y procesadas en el laboratorio poseen la condición de no ser aptas para el consumo humano, dado que estas sobrepasan los valores de 50 UFC, exigidas por norma nacional, sobre este aspecto Martel y col. en un estudio realizado en la ciudad de Huánuco durante el año 2013 reportó una prevalencia de contaminación por coliformes fecales de 43.8%. En cuanto a la contaminación por hortalizas individuales, se muestra que el cebollino chino resultó ser la hortaliza más contaminada por coliformes fecales (54.5% de las muestras), seguido del culantro con 33,3%, perejil con 23.8% y el rabanito con 23.8%, sobre este aspecto Martel y col. encontraron una prevalencia de 62.5% para el caso de la lechuga, 54.2% para el perejil y 29.2% para la col y el culantro respectivamente. Al respecto Monge y col. (Costa Rica-1996): Evidenció una prevalencia del 42% de E. coli en muestras de lechuga y culantro. Rivera M. y col. (Cajamarca-2009): Encontró una prevalencia de 24% de E. coli del total de muestras analizadas, la mayor frecuencia se halló sobre el perejil, la lechuga. Takayanagui y otros. (Brasil-2000): Evidenció que la lechuga era la hortaliza más contaminada con una prevalencia de 33% de *Cryptosporidium* sp.

En cuanto a las características del agua de riego, se le preguntó a cada comerciante de donde procedían las hortalizas que expendían en su puesto de venta, siendo las localidades de Sunchuragra, Huachog, Chunapampa, carretera al Aeropuerto, Pueblo Libre y Quipran, zonas que pertenecen al centro poblado de Colpa Baja. Dichas zonas no cuentan con una planta de tratamiento para el agua de regadío y por lo tanto poseen altos índices de contaminación por coliformes fecales. En cuanto al estado del agua de riego residual no tratada para el cultivo de las hortalizas se obtuvo un 41.7% era agua no apta para el riego de alimentos; es decir, que el conteo de coliformes sobrepasaba las 300 UFC exigidos por normas nacionales.

Las muestras de agua contaminadas por coliformes fecales según zonas muestreadas fueron: Sunchuragra con 55.6 %, carretera al Aeropuerto con 54.5 %, Huachog con 40%, Chunapampa con 38.5%, Quipran con 28.6% y

Pueblo Libre con 25%. En tal sentido, Valderrama A. menciona que la contaminación de hortalizas pueden ser consecuencia de la irrigación con agua contaminada con heces humanas o animales, uso de abonos orgánicos como estiércol, omisión o desconocimiento de las condiciones sanitarias básicas de manipulación, así como por la deficiente calidad sanitaria del agua para lavar las verduras luego de la cosecha, que en casos extremos sería la misma utilizada en el riego.

Oliveira CA, y Germano PM, sostienen que las principales formas de contaminación de estos vegetales son a través de la prácticas de irrigación de las áreas de cultivo con agua contaminada por materia fecal de origen humano o de fertilización con desechos humanos, aunque también se deben tomar en cuenta las prácticas de manejo de los vegetales poscosecha, ya sea en el transporte o por manipulación en los puntos de ventas.

Las publicaciones de otros autores señalan que la microflora contaminante de productos frescos como frutas y vegetales, puede tener una amplia variedad de orígenes y reflejar tanto las condiciones de cultivo y cosecha, así como, la calidad sanitaria de los procesos de transporte y comercialización.

Glynn y Heinke (1999) mencionan que los requisitos para la calidad del agua se establecen de acuerdo con el uso al que se destina la misma. Por lo común, su calidad se juzga como el grado en el cual el agua se ajusta a los estándares físicos, químicos y biológicos fijados. La calidad no es tan fácil de medir como la cantidad de agua en virtud de las múltiples pruebas que se necesitan para verificar que se alcanzan estos estándares. Es importante conocer los requisitos de calidad para cada uso a fin de determinar si se requiere un tratamiento del agua, y que procesos se deben aplicar para alcanzar la calidad deseada.

Al respecto Barcelo (2000), ratifica que la contaminación de los recursos hídricos puede ser consecuencia directa del desagüe de aguas negras o de descargas industriales (fuentes puntuales) o indirectamente de la contaminación del aire o de desagües agrícolas o urbanos (fuentes no puntuales) .

Marti (2003) menciona que la vía usual de contaminación por agentes microbiológicos patógenos de un agua es la provocada por los afluentes residuales de la propia

actividad humana, dada la gran cantidad de microorganismos patógenos intestinales que son evacuados continuamente por un ser humano cuando es portador de los mismos. Ejemplos Salmonella, Shigella, Escherichia, Vibrio cholerae, etc. En el agua también pueden existir otros organismos no específicamente patógenos; sin embargo, pueden provocar pequeñas infecciones que discurren con mayor gravedad cuando se trata de personas incluidas en grupo de riesgo (ancianos, niños o enfermos) este el caso de organismos de los géneros Pseudomonas, Flavobacterium, Klebsiella y Serratia, bacterias que pueden ocasionar infecciones cutáneas, de las mucosas nasales, de los ojos, oídos, etc.

En la ciudad de Huánuco, la población vierte sus aguas residuales domésticas y residuos sólidos sin ningún tratamiento a los ríos Huallaga e Higuera, teniendo efecto negativo y contribuyendo al deterioro acelerado del ambiente.

La disposición y manejo inadecuados de estos residuos favorecen la reproducción de ratas, moscas, microorganismos patógenos y otros transmisores de enfermedades, que provocan un desmedro de la calidad ambiental (aire, agua, suelo), malos olores producto de la putrefacción de la materia orgánica y líquidos del vertedero (lixiviados) penetran en el suelo y contaminan aguas superficiales y subterráneas; teniendo efectos sobre la salud humana, y provocando una disminución de la calidad de los lugares destinados a la recreación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García-Gómez R, Chávez-Espinosa J, Mejía-Chávez A, Durán-de-Bazúa C. Microbiological determinations of some vegetables from the Xochimilco zone in Mexico City, Mexico. *Rev Latinoam Microbiol.* 2002; 44(1): 24-30.
- Beuchat, LR. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *J Food Prot.*1996; 59(2): 204-16.
- Blumenthal UJ, Mara DD, Peasey A, Ruiz-Palacios G, Stott R. Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: Recommendations for revising WHO guidelines. *Bull World Health Organ.* 2000;78(9): 1104-16.
- Vega M, Jiménez M, Salgado R, Pineda G. Determinación de bacterias de origen fecal en hortalizas cultivadas en Xochimilco de octubre de 2003 a marzo de 2004. *Invest Univ Multidisciplinaria.* 2005; 4(4): 21-25.
- López LV, Romero J, Duarte F. Calidad microbiológica y efecto del lavado y desinfección en vegetales pretrozados expendidos en Chile. *Arch Latinoam Nutr.* 2003, 53(4): 383-88.
- Food and Drug Administration (FDA). *Bacteriological analytical manual online* [página de internet]. Maryland: FDA; 2002. [Fecha de acceso: julio 2008] Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html>
- Johnston LM, Jaykus LA, Moll D, Martínez MC, Anciso J, Mora B, et al. A field study of the microbiological quality of fresh produce. *J Food Prot.* 2005; 68(9):1840-47.
- Ruboglio E, Tesone S. Escherichia coli O157 H7: presencia en alimentos no cárnicos. *Arch Argent Pediatr* 2007; 105(3): 193-94.
- Pajares C. Impacto de la actividad humana y agropecuaria en la calidad sanitaria del agua del río Porcón (Cajamarca). [Tesis de Maestría]. Cajamarca: Escuela de Post Grado, Universidad Nacional de Cajamarca; 2004.
- Rivera M, Rodríguez C, López J. Contaminación fecal en hortalizas que se expenden en mercados de la ciudad de Cajamarca, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.*2009; 26(1): 45-48.
- Martel Tolentino, Wilder J. Prevalencia y factores de riesgo asociados a la contaminación por coliformes fecales y cryptosporidium sp. en hortalizas expendidas en principales mercados de Huánuco. [Tesis Magistral]. Huánuco. Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco; 2011.
- Monge, R. y M. Chinchilla. "Presence of Cryptosporidium oocysts on fresh vegetables," *Journal of Food Protection.* 1996;59:702-705.
- Takayanagui OM, Febrônio LHP, Bergamini A M, Okino MHT, Silva AAMC, Santiago R. Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto, SP. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2000;33:169-74.
- Valderrama A. Calidad bacteriológica de efluentes de aguas residuales de Cajamarca y su implicancia en la salud. [Tesis de Maestría]. Cajamarca: Escuela de Post Grado, Universidad Nacional de Cajamarca; 2003.

15. Machado DC, Maia CM, Carvalho ID, da Silva NF, Dantas MC, Andre PB, et al. Microbiological quality of organic vegetables produced in soil treated with different types of manure and mineral fertilizer. *Braz J Microbiol.* 2006; 37(4): 538-44.
16. Oliveira CA, Germano PM. Estudo da ocorrência de enteroparasitas em hortaliças comercializadas na região metropolitana de São Paulo, SP, Brasil. I - Pesquisa de helmintos. *Rev Saúde Pública.* 1992a; 26: 283-289.
17. Castro J, Rojas M, Noguera Y, Santos E, Zuñiga A, Gómez C. Calidad Sanitaria de Ensaladas de Verduras crudas listas para su consumo. *Alfa Editores Técnicos.* 2006; Julio-Agosto: 9-21.
18. Glynn M.R., Heinke, E.G. 1999. Concepts of soil quality and their significance. En *Soil quality for crop production and ecosystem health* (eds. Gregorich, E.G. y Carter, M.). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Netherlands.
19. BARCELO,Q. 2000. Estudio de la movilidad de Ca,Cd,Cu,Fe,Mn,Pb yZn en sedimentos de la presas San Antonio Alzate en el Estado de Mexico. Tesis Doctorado, Facultad de Ingeniería, UAEM-CIRA, Toluca, México.
20. MARTI ALBERTO. 2003.Clima y Calidad Ambiental. Editorial. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Santiago de Compostela.