



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

DETERMINACIÓN DE AGENTES PATÓGENOS CONTAMINANTES DEL AGUA DEL RÍO TOMBAMBA, POR EFECTO DE ABONADURA ORGÁNICA DE PASTOS CON GALLINAZA, EN LA ZONA DE CRUZPAMBA (Cajas)

**Trabajo de graduación
previo a la obtención del título de
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR: JUAN MELCHOR SEGARRA ROJAS

DIRECTOR: ING. EDUARDO IDROVO MURILLO.

Cuenca – Ecuador

2006

DEDICATORIA

A mi familia razón de mi existencia, con especial cariño a mi esposa Zoila, quien con paciencia y comprensión me brinda su incondicional apoyo, a mis hijos Leslye Stefanny, Juan Andrés y Diana Katerine.

A Victor Segarra y Juana Rojas, mis padres, que en muchas oportunidades dejaron de llevarse un pan a la boca por ver un mejor futuro para sus hijos.

AGRADECIMIENTO

A todos quienes aportaron con sus valiosos conocimientos para concluir de manera exitosa este trabajo, a mis queridos padres que no han escatimado esfuerzo alguno por un mejor porvenir para sus hijos, al equipo Red de Protección de Fuentes de Agua y su Coordinación, a la Dirección de Gestión Ambiental de ETAPA, a la Universidad del Azuay, a todo su cuerpo docente, especial gratitud al Ing. Eduardo Idrovo Murillo. Director de este trabajo.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar los agentes patógenos contaminantes del agua por efecto de abonadura con abono de pollo, en Cruzpamba (Cajas).

Se tomaron dos muestras como patrón de comparación con los tratamientos:

- a).- Muestra de abono
- b).- Muestra de agua
- c).- Los tratamientos con lixiviados de la aplicación de abono de pollo de procedencia del Azuay, Guayas y Manabí.

Las muestras de abono tienen una alta concentración de bacterias y coliformes totales, existe ausencia de Salmonella y Echerichia coli. En las muestras de tratamientos disminuye notablemente su concentración.

En las muestras de agua tomadas antes de aplicar abono, también, se observó la existencia de bacterias y coliformes.

ABSTRACT

Water pathogens of Tomebamba River, as a result of the use of chicken manure in postures in Cruzpamba (Cajas)

The aim of the present work was to determine the water pathogens present in Tomebamba River's water, due to the use of chicken manure in Cruzpamba (Cajas).

Two samples were analysed as a comparison of treatments:

- a). – Manure sample
- b). – Water sample
- c). – Treatments with leached with application of chicken manure, obtained in Azuay, Guayas and Manabí.

High concentrations of bacteria and total coliforms were found in manure samples. Salmonella and Echerichia coli were no detected.

The pathogen concentrations determined in treatment samples were remarkably low.

Water samples taken before the manure application were analysed, and pathogens presence was determined

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Cuenca, tiene como principal fuente de abastecimiento de agua el río Matadero o Tomebamba que nace desde los páramos del Cajas (río Quinuas); en su cuenca alta está protegido por la corporación Parque Nacional Cajas PNC, quien administra y vigila esta área protegida.

En su cuenca Media, se ubican grandes haciendas dedicadas a la ganadería, turismo, mediante la pesca deportiva, crianza de trucha y en menor grado a la agricultura.

Su cuenca baja se caracteriza por tener asentamientos humanos, muy cerca al río barrios enteros se ubican a escasos metros de éste, esta zona se ha convertido en minifundios, con un promedio de 200m², donde se practica una agricultura intensiva.

Los resultados de estas acciones en la cuenca media y baja son la contaminación del agua.

Es necesario determinar los niveles de contaminación de cada una de las actividades instaladas en el sector. Siendo la ganadería la actividad más importante se ha planteado investigar qué elementos aporta, a la contaminación del agua, la fertilización de pastos con abono de pollo.

En el capítulo primero se hace una reseña de la normativa existente mediante la ordenanza de control de la subcuenca expedida en julio de 1998, así como el análisis de la contaminación que afecta el agua, diagnóstico del uso de abono de pollo y la concentración de los contaminantes en las pirámides ecológicas.

El segundo capítulo se hace referencia a los tipos de bacterias, métodos de aislamiento, modo de actuar en el organismo, principales enfermedades que causan al ser humano, métodos de prevención y tratamiento.

El capítulo tres trata de las características del sitio mismo de trabajo, diseño estadístico, manejo específico de la investigación, resultados y discusión.

La necesidad de un manejo sostenible de los Recursos Naturales y en especial el agua, nos convoca a determinar, mitigar y solucionar los problemas que a diario se presentan.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar los principales patógenos contaminantes del agua del río Tomebamba en el sector Cruzpamba, por efecto de abonadura orgánica de pastos con gallinaza.

Objetivos específicos

- Identificar los patógenos (hongos, bacterias, virus) de la gallinaza que contribuyen a la contaminación del agua.
- Determinar diferencias entre la gallinaza procedente de las provincias de Manabí, Guayas y el Austro, en cuanto al contenido de patógenos.
- Promover a los propietarios a formar una barrera viva a orillas del río mediante la siembra de árboles de especies nativas, para que absorban los nutrientes de los fertilizantes y los desechos de animales antes que lleguen al agua.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Introducción	vi
Objetivos	viii
Índice de contenidos	ix

CAPITULO I

1.1	Generalidades	1
-----	---------------	---

CAPITULO II

2.1	Problemática de uso de la gallinaza en la zona	4
2.1.1	Área de la sub cuenca	4
2.1.2	Ordenanza de control de la subcuenca	4
2.1.3	Concentración de los contaminantes las pirámides ecológicas	5
2.1.4	La eutrofización	6
2.1.5	Efectos de los nitratos en la salud	7
2.1.6	Contaminación del agua	8
2.1.6.1	Tipos de contaminación del agua	8
2.1.6.1.1	Contaminación química	8
2.1.6.1.2	Contaminación doméstica	9
2.1.6.1.3	Contaminación pecuaria	10
2.1.6.1.4	Contaminación agrícola	10
2.1.6.1.5	Contaminación Industrial	10
2.1.6.1.6	Contaminación por erosión	11
2.1.6.2	Diagnóstico del uso de abono de pollo en la zona	11
2.1.6.2.1	Abono de pollo (gallinaza)	11
2.1.6.2.2	Época de aplicación	12
2.1.6.2.3	Cantidad aplicada por metro cuadrado	12
2.1.6.2.4	Cantidad aplicada por año	12
2.1.6.3	Rendimiento de pasto por metro cuadrado	12
2.1.6.4	Concentración de algunos elementos en el agua	12
2.1.6.5	Enfermedades de las aves trasmisibles al hombre	14
2.1.6.5.1	Bacterias	15

CAPITULO III

3.1	Las bacterias	17
-----	---------------	----

3.1.1	Cultivo	18
3.1.2	Esterilización	19
3.1.3	Examen microscópico	19
3.2	Avances en las investigaciones	20
3.3	Clasificación de las entero bacterias	21
3.3.1	Salmonelosis	22
3.1.1.1	Género salmonella	23
3.3.1.2	Métodos de aislamiento	23
3.3.1.3	Colibacilosis	24
3.3.2	Bacterias coliformes termo resistentes	25
3.3.3	Enfermedades bacterianas	26
3.3.3.1.	Disentería	26
3.3.3.2	Disentería amebiana	26
3.3.3.3	Disentería bacilar	27
3.3.4	Organismos coliformes	27
3.3.4.1	Anatomía de una bacteria sencilla	28

CAPITULO IV

4.1	Ubicación de la investigación	30
4.1.2	Características ecológicas del sitio	30
4.1.3	Características del suelo	31
4.1.4	Materiales	31
4.2	Métodos	31
4.2.1	Diseño experimental	32
4.2.2	Características del diseño	32
4.2.2.1	Esquema del análisis estadístico	32
4.2.2.2	Factores en estudio	32
4.2.2.3	Variables en estudio	33
4.2.2.4	Tratamientos	33
4.2.2.5	Manejo específico de la investigación	33
4.2.3	Labores previas al ensayo	33
4.2.4	Labores durante el ensayo	34
4.2.5	Labores posteriores al ensayo	35
4.2.5.1	Resultados y discusión	36
	Conclusiones	39
	Recomendaciones	40
	Bibliografía	41
	Anexos	43

Segarra Rojas Juan

Trabajo de graduación

Ingeniero: Eduardo Idrovo

Junio 2006

Determinación de agentes patógenos contaminantes del agua del río Tomebamba, por efecto de abonadura orgánica de pastos con gallinaza, en la zona de Cruzpamba (Cajas).

CAPITULO I

1.1 GENERALIDADES

La humanidad ha tomado una nueva actitud frente a los problemas ambientales que vivimos; es alarmante el deterioro de la naturaleza, hay quienes opinan que ha llegado a niveles irreversibles. La solución no va por no tocar lo que aún nos queda, sino mantener una relación armónica entre hombre y naturaleza como base del desarrollo humano.

Se define el desarrollo sustentable como un triángulo, donde en cada uno de sus vértices están representados: lo social, lo económico y los recursos naturales.

Los recursos naturales con que cuenta el Ecuador son únicos en el mundo, pero día a día nos empeñamos en destruir y contaminar, sin tomar en cuenta que los seres humanos estamos muriendo con ellos. Varios autores señalan que hoy contamos con el 30% menos del agua que existía hace 30 años y que al ritmo que vamos luego de 30 años contaremos con el 50% menos de agua de la que contamos hoy y que, posiblemente, la tercera guerra mundial sea por el control del agua dulce del planeta.

La ciudad de Cuenca tiene como una de las fuentes importantes de abastecimiento el río Tomebamba (60 % del caudal que se consume en la ciudad de Cuenca) y que por falta de una conciencia de conservación, es fuente de una creciente contaminación por desechos humanos, animales y minerales, que diariamente son arrojadas al río.

La necesidad de mantener la cantidad y calidad del agua que consumimos nos lleva a plantear sendos retos que permitan mitigar de algún modo el problema.

El problema se agudiza por el uso incorrecto de abonos como el de pollo para la fertilización de pastos, que es un abono altamente contaminado en vista de que para la crianza de pollo se usan cantidades fuertes de vitaminas, minerales, antibióticos; sin contar que los desechos de las aves durante el tiempo que demora hasta la limpieza pasan alrededor de ocho semanas, tiempo suficiente para se desarrollen hongos, bacterias, virus y otros, que al ser aplicados al suelo sin ningún tratamiento previo, son arrastrados por el agua hacia el río.

Este arrastre se facilita en la zona debido a que el suelo permanece saturado de agua y que a la primera lluvia se produce una escorrentía superficial que arrastra todo cuanto a su paso encuentra. Esta escorrentía se ayuda por la pendiente que existe y que va desde el 10 % hasta un 40 % y a veces más.

Los recursos naturales que aún nos quedan se destruyen de forma tan acelerada que hasta que autoridades y gobiernos piensen en dar alguna solución, posiblemente ya los hayamos perdido y cuando las leyes y normativas estén bien hechas ya no tendremos que proteger. Uno de estos recursos es el agua, el cual vemos cómo diariamente se va contaminando por basura arrojada, evacuación de desagües, uso inadecuado del suelo, principalmente para la ganadería y su consecuente mejoramiento de pastos mediante el uso de abonos "orgánicos" como el de pollo y gallina que tienen una alta contaminación, tomando en cuenta que además se los usa sin ningún tipo de tratamiento anterior. Esta acelerada contaminación nos debe hacer reflexionar a los habitantes del cantón, que somos responsables del cuidado y mantenimiento de nuestros recursos.

Aproximadamente el 60-70% de la ciudad de Cuenca es abastecida desde el río Tomebamba, que a su vez es el que recoge todos los residuos del abono de pollo que se aplica en la zona de Cruzpamba (Cajas) y que por su topografía muy irregular con inclinación hacia el río y por tener un suelo que la mayor parte del año pasa saturado de agua, con las primeras lluvias se sobresatura, dando lugar a una escorrentía

superficial que a su paso arrastra todo el abono de pollo y la cascarilla de arroz hacia la captación de agua de la ciudad.

Los microorganismos: virus, hongos y bacterias que están en el abono de pollo también son arrastrados por el agua, donde algunos de estos no pueden ser destruidos mediante el tratamiento de potabilización normal que recibe el agua, por lo que es importante tomar decisiones inmediatas frente a este fenómeno.

CAPITULO II

2.1 PROBLEMÁTICA DEL USO DEL ABONO DE POLLO EN LA ZONA

2.1.1 Área de la Sub-Cuenca

La sub-cuenca del río Tomebamba comprende un territorio de 331 km² que incorpora las microcuencas de los páramos del Cajas que dan origen a los ríos que confluyen al Tomebamba hasta el valle donde se encuentra la ciudad de Cuenca.

2.1.2 Ordenanza de control de la sub-cuenca

El Ilustre Consejo Municipal de Cuenca amparado en la ley de régimen Municipal, expidió la ordenanza de creación de la Empresa Pública de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado, ETAPA, el 2 de enero de 1968. Según la ordenanza que regula la organización y funcionamiento de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental, “A ETAPA le corresponde también la gestión ambiental relacionada con los servicios que presta la Empresa en el marco de las políticas y estrategias dictadas por la Municipalidad de Cuenca...” y están entre sus funciones:

- “Controlar y proteger las fuentes de agua y sus cursos de utilización actual y potencial, así como de los cuerpos receptores naturales y artificiales, enmarcándose en las disposiciones legales para el efecto”.
- “Ejecutar políticas ambientales y programas de acción dirigidos a proteger y cuidar los recursos hídricos y las fuentes de abastecimiento de agua del Cantón e impulsar programas de saneamiento ambiental”.

En julio de 1998 el municipio expidió la “Ordenanza de control de la sub- cuenca del río Tomebamba relativa a la captación de agua para la planta de “El Cebollar” cuyas regulaciones relevantes son:

- En este territorio se permitirá excepcionalmente la subdivisión del suelo.
- Se declara como usos incompatibles en esta zona, el aprovechamiento de canteras, explotaciones mineras, implantación de industrias.
- Solamente se permitirá la construcción de edificaciones en aquellos predios en explotación con actividades agrícolas y pecuarias, siempre y cuando estén destinados a usos complementarios a tales actividades.
- La edificación deberá contar con un sistema de disposición de excretas aprobada por ETAPA.
- Los propietarios de terrenos que colindan con ríos o cualquier cuerpo de agua deben respetar 50m de cada lado de estos cuerpos de agua.
- Se prohíbe la tala o incendio de bosque nativo, chaparro o pajonal en toda el área.
- Se prohíbe el uso de biocidas y pesticidas.
- Se reglamentarán las características de los vehículos que podrán circular por la zona y los flujos de tránsito.

2.1.3 Concentración de los contaminantes en las pirámides ecológicas

Las cadenas tróficas funcionan como auténticos amplificadores biológicos. Cuando aquellos organismos que contienen el tóxico son absorbidos por otro de nivel trófico superior, les transfiere aquellas moléculas o átomos que han ido almacenados a lo largo de su actividad en el medio contaminado, por lo que, en este segundo nivel la concentración de la sustancia contaminante puede llegar a multiplicarse varias veces.

En aquellos órganos, que como el hígado o el riñón, actúan como almacenes o filtros alimentarios, o en ciertos depósitos como la piel o el panículo adiposo, la concentración puede ser muy grave en los niveles tróficos superiores, consumidores de segundo y tercer orden, que van acumulando todo por los pisos anteriores. Muchas de las sustancias señaladas anteriormente, son tóxicas a causa de que en muchas ocasiones bloquean o interfieren el normal metabolismo.

El DDT, por ejemplo, interfiere el proceso normal del metabolismo del calcio, produciendo, en último término, alteraciones hormonales; en consecuencia, mientras la hierba no puede verse muy afectada, la concentración en el cuerpo de la vaca que la consume resulta mucha más elevada.

En ese sentido se ha observado que la fuga radioactiva, la concentración de isótopos radioactivos en las aguas, el nivel atmosférico o en los pastos no parecía excesivamente preocupante, mientras que sí lo era al analizar la leche de la vaca.

La concentración que se produce a lo largo de las cadenas tróficas de los ecosistemas explica, por ejemplo, la extinción o alta reducción de numerosas aves rapaces que resultan envenenadas, tanto por los cebos tóxicos, en principio destinados a reales o supuestas alimañas, como por la acumulación de contaminantes en cuerpo de sus presas.

En los ecosistemas acuáticos a los cuales van a parar muchos de los productos tóxicos empleados en la moderna agricultura, dos tipos de residuos resultan altamente preocupantes: los insecticidas y los herbicidas, moléculas orgánicas (fosforadas en varias ocasiones) que en muchos casos presentan toxicidad para el hombre. Los metales pesados, que como el mercurio son vertidos en las aguas residuales de ciertas industrias llevan a que muchas aves de presa sucumban a concentraciones que ya no pueden soportar.

2.1.4 La eutrofización

Muchos ecosistemas acuáticos son particularmente sensibles a la contaminación, muy a menudo algunos son el sumidero último donde se acumulan todos los productos.

El incremento de materia orgánica, como consecuencia del vertido de residuos, inicia en ellos un tipo de sucesión ecológica, desgraciadamente muy común, que recibe el nombre de eutrofización.

Si la cantidad de materia orgánica presente resulta excesiva para la capacidad autodepurativa del ecosistema, se observa en las cuencas lacustres una inicial turbidez en las capas superficiales a causa del aumento del fitoplacton.

A medida que esta materia orgánica cae a las capas profundas, se produce como consecuencia de su exceso un empobrecimiento del contenido de oxígeno en tales

capas, y, en consecuencia no toda la materia orgánica puede ser oxidada (el agua se torna ligeramente ácida y poco apta para su uso) y finalmente el exceso de materia orgánica no degradada, se sedimenta en el fondo dando lugar a determinados fenómenos indeseables, como la formación de gas sulfhídrico o la disminución de transparencia de las aguas, que toman un color verdoso, e inicialmente el aumento de la diversidad en todos los niveles (productores primarios, consumidores de primer y segundo nivel, etc.)

En realidad todo ello es consecuencia de la presencia excesiva de nutrientes, pero es que además, las aguas suelen recibir no solo materia orgánica sino también nitratos y fosfatos en cantidades cada vez mayores, procedentes de los abonos utilizados en la agricultura y lavados por el agua de riego y de lluvia.

Algunas bacterias pueden transformar aquellos nitritos en nitratos de manera que ahora estos pueden reaccionar con la hemoglobina, disminuyendo la capacidad de transporte de oxígeno y agravando su déficit. Por su parte los aportes de fosfatos (procedentes del abonado y de los polifosfatos actualmente prohibidos en algunos países, contenidos en los detergentes domésticos), al aumentar las disponibilidades de tales bioelementos no hacen otra cosa que agravar el problema, al facilitar el cebado de las cadenas tróficas del ecosistema.

2.1.5 Efectos de los nitratos en la salud.

Sobre todo, el problema radica en que pueden ser reducidos a nitritos en el interior del organismo humano, especialmente en los niños de menos de tres meses de edad y en adultos con ciertos problemas.

Los nitritos producen la transformación de la hemoglobina a metahemoglobina. La hemoglobina se encarga de transportar el oxígeno a través de los vasos sanguíneos y capilares pero la metahemoglobina no es capaz de captar y ceder oxígeno de forma funcional.

2.1.6 Contaminación del agua

El agua acarrea varios problemas como consecuencia de la contaminación química y biológica, producida por los residuos domésticos y vertidos industriales que a través del agua lluvia, de la escorrentía y las filtraciones, alcanzan los manantiales y los cursos fluviales de los que se abastece la población.

Un curso o fuente de agua se considera contaminado cuando la composición o el estado de sus aguas son directa o indirectamente modificadas por la actividad del hombre.

Si bien el concepto de contaminación difícilmente se puede considerar científico, puesto que abarca un conjunto de fenómenos demasiado heterogéneos, es posible, identificar las sustancias contaminantes como aquellas sustancias nuevas (o sustancias introducidas en cantidades nuevas) que al penetrar en un medio determinan la ruptura de determinados equilibrios, con la consiguiente modificación de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas afectados.

2.1.6.1 Tipos de contaminación del agua

- Contaminación química
- Contaminación orgánica o doméstica
- Contaminación agropecuaria
- Contaminación ganadera
- Erosión

2.1.6.1.2 Contaminación química

Los agentes contaminantes actúan de modos muy diversos. En ocasiones lo que resulta determinante es su cantidad, mientras que en otras ocasiones lo que realmente es importante es su acumulación en determinados niveles de los ecosistemas y a lo largo de su circulación a través de las cadenas tróficas.

En ciertos organismos (y en estos, en algunos órganos especiales) las concentraciones de algunas sustancias, pueden llegar a alcanzar niveles muy superiores a los detectados en el medio. La explicación a la luz de la ecología es bastante sencilla. Pensemos por ejemplo, en moléculas del tipo de algunos insecticidas o metales pesados de número atómico elevado, como el mercurio o algunos isótopos radioactivos. Por lo general cuando una célula se encuentra con este tipo de sustancias, que no forman parte de su bioquímica habitual, se revela falta de recursos para metabolizarlas e incluso para expulsarlas de manera que al no saber que hacer con ellas trata de almacenarlas, como recurso único para desembarazarse y minimizar sus efectos.

El nitrógeno es uno de los principales contaminantes del agua: es conocido que las plantas aprovechan una parte del nitrógeno aplicado y que la otra parte, aproximadamente un 50%, se pierde por el lavado del suelo.

2.1.6.1.3 Contaminación doméstica

La contaminación por aguas residuales de origen doméstico de la población asentada en la zona, se estima en una producción per cápita de 200 l/hab/d (ETAPA, BID, USTDA: 4-10) como producto de sus actividades diarias, de los fregaderos, lavabos e inodoros.

La contaminación se caracteriza básicamente por la presencia de sólidos suspendidos (SS) o sólidos disueltos (SD) reflejados en la turbiedad del agua o por la concentración de la carga orgánica, cuyo indicador es la demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días (DBO5), que en núcleos poblacionales similares alcanza concentraciones de 200 a 250 mg/l; partiendo de que la contaminación per cápita equivale a 35 g/d, los excrementos que se arrojan a las aguas residuales contienen bacterias, virus, hongos y otros, que si no son tratados adecuadamente están siempre latentes, pudiendo causar una epidemia.

2.1.6.1.4 Contaminación pecuaria

Se debe a la contaminación por animales presentes en exceso en la microcuenca; un animal equivale a la contaminación de 10 personas

Las aguas de desecho tienen características de tener altas concentraciones de Nitrógeno ($N=70.2$ kg/cabeza /año) y Fósforo ($P= 7.65$ kg /cabeza/año) (Tejero, 1992).

Otro efecto que está relacionado a este tipo de contaminación es el excesivo pastoreo de los animales y la compactación de la capa vegetal.

2.1.6.1.5 Contaminación agrícola

Otra de las fuentes de contaminación de las aguas son las descargas por escorrentía superficial o por descargas difusas desde las áreas dedicadas a la agricultura; al tratar de mejorar la productividad se aplica una cantidad desmedida de fertilizantes, pesticidas, herbicidas y otros como hormonas de crecimiento.

La gran mayoría de los pesticidas contienen metales pesados como: Manganeso, Hierro, Cobre, Zinc, que se depositan en el suelo y llegan a las aguas subterráneas y a los cauces normales de agua.

Los fertilizantes en su mayoría tienen altas concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, estos productos al ser aplicados en exceso son tóxicos.

2.1.6.1.6 Contaminación industrial

Afecta mayormente cuando sus sobrecargas sobrepasan los parámetros establecidos, por lo general contienen metales pesados y son provenientes de fábricas e industrias.

2.1.6.1.7 Contaminación por erosión

Resultado de la erosión se pueden presentar sólidos en suspensión en el agua, provoca una turbidez del agua, depende de las condiciones físicas y químicas del suelo y de los agentes erosivos.

La erosión hídrica es la disgregación y transporte de las partículas de suelo, por lo general se da este arrastre en forma superficial, pero puede darse en bloques profundos.

Erosión eólica, causada por el viento que transporta partículas de un lugar a otro, el arrastre o barrido se llama deflación, mientras que el fenómeno de abrasión o de corrosión es provocado por efectos cortantes de la arena y polvo contra las rocas. Todos estos tipos de erosión contaminan las fuentes de agua.

2.1.6.2 Diagnóstico del uso de abono de pollo en la zona

2.1.6.2.1 Abono de pollo (llamada gallinaza)

Es una mezcla de los excrementos de pollo con materiales que se utilizan para la cama, como cascarilla de arroz, viruta, aserrín, etc., siendo muy apetecida por su elevado contenido de elementos fertilizantes.

La gallinaza fresca es muy agresiva a causa de su elevada concentración de nitrógeno, para mejorar el producto vale la pena compostar en montones. Con más razón se deberá compostar si procede de granjas intensivas, mezclándose con otros materiales orgánicos que equilibren la mezcla, enriqueciéndola si fuera necesario con fósforo y potasio naturales.

Autores como Aubert (1987) recomiendan rechazar el estiércol procedente de la cría industrial de pollos y gallinas debido a que frecuentemente contiene residuos de antibióticos.

2.1.6.2.2 Época de aplicación

La época más adecuada para la aplicación de gallinaza es el invierno, periodo de febrero a mayo de cada año, se aplica cierta cantidad de semilla de raygrass anual, luego de haber pasado el ganado comiendo el pasto; sobre este se aplica el abono de pollo al voleo y con la mano.

En la zona de Cruzpamba donde se sitúa la presente investigación, algunas familias aplican durante el verano ya que el páramo mantiene la humedad suficiente para la aplicación, mientras que durante el invierno se da una escorrentía superficial que acarrea el abono hacia el río.

2.1.6.2.3 Cantidad aplicada por m2

La cantidad aplicada por cada metro cuadrado varía entre 1 y 3 kg dependiendo del sitio de aplicación; si se aplica por primera vez la cantidad usada es mayor, mientras que si se ha aplicado varias veces la cantidad disminuye.

2.1.6.2.4 Cantidad aplicada por año en la zona

La cantidad promedio aplicada al año supera los 5000 sacos (de 30 kg) de abono de pollo, sin ningún tratamiento previo, a los pastizales.

2.1.6.3 Rendimiento del pasto por m2 con abonadura de pollo

El rendimiento de pasto por metro cuadrado varía de entre 20 y 30 libras de raygrass, esto depende exclusivamente del manejo que se da al pasto.

2.1.6.4 Concentración de algunos elementos en el agua

A continuación se ilustra la concentración de algunos elementos y parámetros del agua del río durante 6 años.

Coliformes fecales NMP/100 ml

Estación	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Tbh	3.2E+02	4.6E+01	8.1E+01	1.3E+02	3.0E+02	2.0E+02
Tbo	6.1E+02	1.1E+02	6.3E+02	1.1E+04	1.4E+02	3.0E+02
Tb2	2.6E+04	2.3E+04	1.2E+04	1.1E+04	1.4E+04	2.6E+02

Saturación de oxígeno %

Estación	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Tbh	102.4	98.7	98.7	105.4	101.8	106.6
Tb0	99.1	97.7	95.8	111.7	98.0	106.7
Tb2	101.6	98.7	100.2	114.2	101.3	104.5

ph

Estación	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Tbh	7.63	7.10	7.96	7.05	7.53	7.98
Tb0	7.59	7.28	7.69	8.06	7.58	8.08
Tb2	7.53	7.06	7.56	8.55	7.65	7.88

Temperatura oC

Estación	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Tbh	10.6	10.4	10.2	11.8	10.6	10.4
Tb0	12.4	12.5	13.2	14.1	11.9	13.2
Tb2	12.8	13.3	13.9	16.0	12.0	13.6

Fósforo mg/l

Estación	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Tbh	0.03	0.01	0.00	0	0.03	0.03
Tb0	0.02	0.01	0.02	0	0.02	0.02
Tb2	0.03	0.01	0.06	0	0.05	0.03

Nitratos mg/l

Estación	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Tbh	0.03	0.12	0.08	0	0.03	0.07
Tb0	0.05	0.11	0.05	0	0.03	0.06
Tb2	0.09	0.07	0.07	0	0.06	0.10

Tbh.- Estación 5 km. debajo de su nacimiento, antes del río Llaviuco

Tb0.- Antes de río Mazán

Tb2.- Santa María

Fuente: Recuperación de la calidad de los ríos de Cuenca. ETAPA 2003.

2.1.6.5 Enfermedades, de las aves, transmisibles al hombre

Los productores de pollo y gallinas así como aves para cacería deben estar concientes que algunas enfermedades de las aves pueden ser transmitidas a los humanos. Es importante hacer notar, sin embargo, que tales enfermedades no son tan comunes como para desalentar a los productores de aves. Para la mayoría de la gente las enfermedades de las aves no son cosa seria, pero los productores de aves deben de estar alerta y buscar asistencia médica si es necesario.

Zoonosis se refiere a enfermedades infecciosas de animales que se pueden transmitir a los humanos. Los agentes infecciosos pueden ser protozoarios, hongos, bacterias, clamidias o virus. La susceptibilidad individual y la seriedad de estas infecciones por microbios varía con la edad, estado de salud, estado inmunitario y aún cuando la intervención de terapia temprana es solicitada.

La habilidad de los microorganismos para hacer que una persona se enferme varía de acuerdo a la virulencia del organismo, las dosis a la cual la persona es expuesta, así como la ruta de infección.

La clamidiosis, salmonelosis, arizonosis y colibacilosis son las infecciones más comunes. Clamidiosis, salmonelosis encefalitis equina del este y tuberculosis aviar pueden ser enfermedades muy serias y aún de tratamiento de por vida.

2.1.6.5.1 Bacterias

Clasificación científica:

Reino: Bacteria
Filo: Proteobacteria
Clase: Gamma Proteobacteria
Orden: Enterobacteriales
Familia: Enterobacteriaceae
Géneros: Escherichia
Klebsiella
Enterobacter
Citrobacter

Son seres inferiores unicelulares, consumen alimento soluble y por lo general se encuentran donde hay alimento y humedad, su modo de reproducción es por escisión binaria, aunque algunas especies se reproducen sexualmente por gemación. Sus formas pueden ser esféricas (cocos 0,1 a 1 micra), cilíndricas (bacilos 0,5 a 1 y 1,5 a 3) y helicoidales (espirilos 0,5 a 5 y 6 a 15).

Están compuestas por un 80% de agua y 20% restante de materia seca, de la cual el 90% es orgánico y el 10% inorgánica.

La temperatura y el pH juegan un papel vital en la vida y muerte de las bacterias. Según el grado de temperatura en la que se desarrollan se clasifican en criófilas (12 a 18 grados C), mesófilas (25 a 40 grados C E. Coli) y termófilas de 55 a 65 grados C).

El pH de una solución es clave en el crecimiento de los organismos, la mayoría no puede tolerar niveles por encima de 9,5 y tampoco por debajo de 4,0; por lo general el óptimo está entre 6,5 y 7,5, sin embargo, existe proliferación de bacterias en los pH extremos.



Penicillium notatum

Colonias de *Penicillium notatum* en las que se observa el anillo de inhibición bacteriana. Alexander Fleming descubrió en 1928 que alrededor de este moho había una región circular donde las bacterias no podían crecer. Este fenómeno le llevó al descubrimiento de la penicilina, un antibiótico muy efectivo contra un gran número de bacterias patógenas sobre las que actúa inhibiendo su crecimiento.

CAPITULO III

3.1 LAS BACTERIAS

Louis Pasteur, contribuyó de forma significativa en el campo de la química orgánica a mediados del siglo XIX, desarrolló varias vacunas, incluida la de la rabia, y desautorizó la teoría de la generación espontánea. Se le considera el iniciador de la microbiología. Desarrolló la teoría de los gérmenes para determinar las causas de muchas enfermedades.

Las bacterias fueron descritas por primera vez por el holandés Antoni van Leeuwenhoek, quien las observó con la ayuda de un microscopio simple construido por él mismo. Comunicó su descubrimiento a la Real Sociedad de Londres en 1683, pero la bacteriología no se desarrolló como ciencia hasta mediados del siglo XIX. En efecto, durante casi doscientos años se pensó que las bacterias aparecían por generación espontánea, y fue necesario el esfuerzo de varias generaciones de químicos y biólogos para demostrar que, como todos los seres vivos, las bacterias se reproducen a partir de otras. Este hecho fundamental fue establecido definitivamente en 1860 por el científico francés Louis Pasteur, quién también describió el origen bacteriano de los procesos de fermentación y de muchas enfermedades infecciosas. La primera clasificación sistemática de las bacterias fue publicada en 1872 por el biólogo alemán Ferdinand J. Cohn, que las situaba en el reino Vegetal.

En 1880 se inició el conocimiento científico de la inmunidad frente a las bacterias: Pasteur descubrió que el *Bacillus anthracis* cultivado a una temperatura entre 42 y 43°C pierde toda su virulencia tras varias generaciones, y más tarde se descubrió que los animales inoculados con estas bacterias debilitadas eran resistentes a la infección. Desde esa fecha se puede decir que nació la prevención, modificación y tratamiento de las enfermedades mediante la inmunización, uno de los avances más importantes de la medicina actual.

Otros descubrimientos de la bacteriología se dieron a partir de los agentes causales de la melioidosis (1862), la fiebre recurrente (borreliosis, 1868), la fiebre tifoidea (1880), el

tétanos (1885), la tuberculosis (1890), la peste bubónica (1894), la disentería bacilar (1898), la sífilis (1905) y la tularemia (1912).

3.1.1 Cultivo

Los cultivos son colonias de bacterias *Escherichia coli* (más grande, rosa) y *Proteus vulgaris* (más pequeña, de color castaño) que crecen juntas en una placa Petri. En circunstancias normales estas bacterias son inofensivas y habitan en el intestino humano favoreciendo la digestión, si bien pueden convertirse en patógenas y producir infecciones del tracto urinario. Los científicos y médicos llevan a cabo cultivos bacterianos y estudian sus características con el fin de adquirir conocimientos respecto a las enfermedades bacterianas y su prevención.

Una forma de estudiar las bacterias es cultivarlas en un medio líquido, o en la superficie de un medio sólido de agar. Los medios de cultivo contienen distintos nutrientes que van, desde azúcares simples hasta sustancias complejas como la sangre o el extracto de caldo de carne. Para aislar o purificar una especie bacteriana a partir de una muestra formada por muchos tipos de bacterias, se siembra en un medio de cultivo sólido donde las células que se multiplican no cambian de localización; tras muchos ciclos reproductivos, cada bacteria individual genera por escisión binaria una colonia macroscópica compuesta por decenas de millones de células similares a la original. Si esta colonia individual se siembra a su vez en un nuevo medio crecerá como cultivo puro de un solo tipo de bacteria.

Muchas especies de bacterias son tan parecidas morfológicamente que es imposible diferenciarlas sólo con el uso del microscopio; en este caso, para identificar cada tipo de bacteria, se estudian sus características bioquímicas sembrándolas en medios de cultivo especiales. Así, algunos medios contienen un producto que inhibe el crecimiento de la mayoría de las especies bacterianas, pero no la de un tipo que deseamos averiguar si está presente.

Otras veces el medio de cultivo contiene determinados azúcares especiales que sólo pueden utilizar algunas bacterias. En algunos medios se añaden indicadores de pH que cambian de color cuando uno de los nutrientes del medio es fermentado y se

generan catabolitos ácidos. Si las bacterias son capaces de producir fermentación, generan gases que pueden ser apreciados cuando el cultivo se realiza en un tubo cerrado. Con otros medios de cultivo se identifica si las bacterias producen determinadas enzimas que digieren los nutrientes: así, algunas bacterias con enzimas hemolíticas (capaces de romper los glóbulos rojos) producen hemólisis y cambios apreciables macroscópicamente en las placas de agar-sangre. Los diferentes medios y técnicas de cultivo son esenciales en el laboratorio de microbiología de un centro de salud/ laboratorio, pues sirven para identificar las bacterias causantes de las enfermedades infecciosas y los antibióticos a los que son sensibles esas bacterias.

3.1.2 Esterilización

La esterilización es una labor de extrema importancia para el funcionamiento de un centro de salud y/o laboratorio, en el cual se deben utilizar todos los instrumentos quirúrgicos, implantes y muchos otros dispositivos absolutamente esterilizados. La desecación y la congelación eliminan muchas especies de bacterias, pero otras simplemente permanecen en estado vegetativo. El calor seco o húmedo elimina todas las bacterias combinando adecuadamente factores como la temperatura a la que se someten y el tiempo de exposición. Se puede esterilizar por calor seco en estufas a más de 160 °C durante media hora, o por calor húmedo en autoclaves a 120 °C durante 20 minutos y a presión superior a la atmosférica. La ebullición a 100 °C no elimina todos los gérmenes patógenos (entre los que no sólo están incluidos las bacterias sino también virus y levaduras). Otro medio habitual de esterilización, utilizado para objetos no resistentes al calor, son los medios químicos: el ácido fénico, iniciador de la era de la antisepsia, el ácido cianhídrico, el óxido de etileno, la clorhexidina, los derivados mercuriales los derivados del yodo (especialmente la povidona yodada) y muchas otras sustancias. El alcohol etílico no produce esterilización completa. Otro medio de esterilización actual son las radiaciones ionizantes (beta, gamma).

3.1.3 Examen microscópico

En bacteriología la herramienta más importante es el microscopio. La tinción de las bacterias y sus cultivos fue descrita en 1871 por el patólogo alemán Karl Weigert. Es

un procedimiento de gran ayuda para el bacteriólogo a la hora de identificar y observar las bacterias en el microscopio. El espécimen bacteriano se coloca en un portaobjetos de cristal, la preparación se seca suavemente, y se tiñe para facilitar la observación de los microorganismos. Las tinciones también estimulan algunas reacciones específicas de determinadas bacterias: por ejemplo, el bacilo de la tuberculosis sólo puede ser reconocido tras su reacción con distintas tinciones como la tinción de Gram. Desde hace algunas décadas los bacteriólogos cuentan con otra potente herramienta, el microscopio electrónico, que presenta una capacidad de ampliación muy superior al microscopio óptico tradicional.

3.2 Avances en las investigaciones

Durante las últimas décadas la bacteriología se ha extendido más allá de sus fronteras, en el estudio de las bacterias patógenas. El descubrimiento de la fijación de nitrógeno por algunas bacterias situadas en los nódulos de las raíces de las leguminosas, ha propiciado los intentos de anclar estas bacterias en otros vegetales y así aumentar la fertilidad de las tierras de cultivo y la productividad de las cosechas. Mediante ingeniería genética se han desarrollado bacterias que digieren el petróleo y otros hidrocarburos; sirven para combatir las mareas negras. Otras bacterias absorben fósforo y pueden servir para eliminar restos de detergentes de las aguas residuales domésticas e industriales. Algunas bacterias son más eficientes que las levaduras cuando producen alcohol mediante procesos de fermentación.

La *Escherichia coli*, una bacteria habitual no patógena de la flora intestinal humana y animal, es el germen más estudiado y utilizado en todos estos experimentos. Las investigaciones sobre intercambios genéticos, biología de plásmidos y bacteriófagos en la *E. coli* han sido cruciales para entender muchos aspectos de la replicación del ADN y la expresión del material genético. Estos estudios han permitido insertar en los plásmidos y bacteriófagos de la *E. coli* fragmentos de ADN procedente de otros organismos, así se consigue que la bacteria replique ese ADN foráneo y exprese su información genética fabricando proteínas propias del organismo donador del ADN. De este modo, la bacteria llega a transformarse en una verdadera fábrica viviente de productos biológicos escasos y de difícil obtención, como la insulina humana, el interferón, la hormona del crecimiento y la calcitonina, entre otros. Este proceso de

manipulación del ADN forma parte de la ingeniería genética, entroncada directamente con la bacteriología.

3.3 Clasificación de Enterobacterias

A.- ESCHERICHAEE

Escherichia

Shigela

B.- EDWARD SIELLEAE

Edward siella

C.- SALMONELLAE

Salmonella

Arizona

Citrobacter

- Freundii
- Diversus

D.- KLEBSIELLAE

Klebsiella

Enterobacter

- Cloacae
- Serogenes
- Hafniae
- Liquefaciens

Serratia

Pectobacterium

E.- PROTEEEAE

Proteus

- Vulgaris
- Mirabilis
- Morganii
- Roltgeri

Providencia

- Alcalifaciens
- Stuart

3.3.1 Salmonelosis

Existen aproximadamente 200 serotipos de la especie *Salmonella*. La mayoría de los animales son susceptibles a la infección por *Salmonella*. Esta enfermedad bacteriana ocurre más frecuentemente en individuos estresados. Muchas infecciones son subclínicas. Los síntomas más comunes en todas las especies son diarrea, vómito, fiebre leve.

La infección puede originar deshidratación, debilidad, y algunas veces la muerte especialmente en los muy jóvenes o en los muy viejos. En casos muy severos puede haber fiebre alta, septicemia (envenenamiento de la sangre), dolor de cabeza, y alargamiento del bazo. Las infecciones pueden incluir cualquier órgano incluyendo el corazón, riñones, articulaciones, meninges (membranas que rodean y protegen el cerebro y la espina dorsal), y el periostio (membrana fibrosa de tejido conectivo que envuelve todos lo huesos excepto las articulaciones).

El periodo de incubación es de 6-72 horas, aunque de 12-36 es lo más común. La salmonela es transmitida por la ingestión o comida contaminada por materia fecal (ruta fecal-oral). La excreción de la bacteria comúnmente varía entre unos días y semanas. En algunos casos, (*S. typhi*, fiebre tifoidea) las personas infectadas pueden ser portadores de la bacteria de por vida, *S. enteritidis* en la materia fecal de las aves

puede penetrar los cascarones del huevo, y puede estar presente en huevos sin cocinar.

En la mayoría de casos de la salmonelosis simplemente se trata con fluidos y electrolitos. Antibióticos como el cloranfenicol, nitrofuranos, o ampicilinas son solamente cuando la bacteria ha sido localizada en áreas de la superficie corporal del tracto intestinal.

El género *Salmonella*, puede ser de origen humano y animal y está ampliamente distribuido en la naturaleza, siendo responsable de infecciones gastrointestinales, cuyo incremento en el mundo va en aumento constituyéndose en un serio problema de salud pública, debido a la prevalencia de *Salmonella* en el agua. Varios autores señalan a *Salmonella* como un indicador de contaminación pues enfatizan que puede sobrevivir durante más tiempo que los Coliformes y que han sido detectadas en aguas con bajas concentraciones de Coliformes.

3.3.1.1 Género *Salmonella*

El género *Salmonella* comprende actualmente un gran número de serotipos diferentes caracterizados por su morfología y caracteres bioquímicos.

Son bacilos gram-negativos de 0,4 a 0,6 u micras de longitud y presentan gran movilidad con excepción de *Salmonella pollorum* y *S. Gallinarum*. No produce esporas y con pocas excepciones no presentan cápsulas. No utilizan el malonato de sodio, descarboxilan la lisina y la ornitina y deshidrolizan la arginina.

Las enfermedades más comunes causadas por *Salmonella* vía de contaminación de agua y alimentos son: Fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea y salmonellosis.

3.3.1.2 Métodos de aislamiento

Existen varias técnicas de aislamiento e identificación de *Salmonella* en aguas residuales domésticas, entre los principales tenemos: mecha de grasa, tierra de diatomeas, filtro de membrana y filtro de fibra de vidrio.

3.3.1.3 Colibacilosis

La colibacilosis es causada por una infección de *Escherichia coli*. E. coli es un bacilo grueso y corto de 0,4 a 0,7 micras de ancho y 1 a 4 de longitud, algunas cepas presentan movilidad activa otras lentas e inmóviles. Son bacilos Gram Negativos. E coli es una bacteria que normalmente habita el tracto intestinal de todos los animales y humanos, fue descubierto en Bucher y estudiado por Escherich, en 1885. Son aereobios o anaerobios facultativos. Penetra en el cuerpo poco después del nacimiento y se queda allí toda la vida. Se encuentra en grandes cantidades en la válvula ileocecal y disminuye hacia el duodeno y el recto. Impiden el desarrollo de bacterias proteolíticas presentes en el intestino, sintetizan cantidades apreciables de vitaminas como las del complejo B, se encuentran ampliamente distribuidas en el suelo y agua. Existen un número de diferentes estirpes, muchas especies específicas. No todas las estirpes son patógenas. En aves de corral las infecciones por E. coli pueden causar septicemia, enfermedad crónica respiratoria, sinovitis (inflamación de las articulaciones que pueden originar cojera), pericarditis (inflamación del saco que rodea al corazón) y salpingitis (inflamación del oviducto).

Los humanos con colibacilosis usualmente manifiestan diarrea que puede complicarse con otros síndromes dependiendo del serotipo de E. coli. Estas complicaciones pueden incluir fiebre, disentería, shock, y púrpura (pequeñas hemorragias múltiples en la piel y en las membranas de las mucosas). El periodo de incubación es de 12 horas a 5 días, aunque lo más común es de 12-72 horas.

La transmisión es vía fecal-oral. En la mayoría de los casos, en el tratamiento sintomático se requiere de fluidos y antidiarreicos. En infecciones más severas, los antibióticos tales como la tetraciclina y cloranfenicol pueden ser necesarios.

Pertenece a la familia de las enterobacterias y se caracteriza por tener enzimas Beta-glucoronidasa, se desarrolla a 44 - 45 grados centígrados en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol, liberando ácido y gas y produce indol a partir del triptófano. Algunas cepas pueden desarrollarse a 3 grados C, pero no a 44 y 45 grados. E. coli no produce oxidasa ni hidroliza la urea. La mayoría muere a 60 grados durante 2 minutos, algunas sobreviven procesos de pasteurización.

La identificación es demasiado complicada para usarla en forma sistemática por lo que se han elaborado pruebas que permiten identificarlo rápidamente con un alto grado de certidumbre, algunos de esos métodos se han normalizado a nivel internacional y nacional.

E. coli abunda en las heces de origen humano y animal, alcanzando en las heces recientes concentraciones de 10^8 a 10^9 por gramo, se halla en todas las aguas y en suelos que han sufrido una contaminación reciente por animales o pájaros salvajes.

Recientemente se ha sugerido que *E. Coli* puede prosperar en aguas tropicales que no han sido objeto de contaminación por heces humanas, no obstante en regiones muy apartadas los pájaros pueden ser fuente de contaminación.

Como los animales pueden causar agentes patógenos infecciosos para los humanos jamás ha de hacerse caso omiso de la presencia de *E. Coli* o de bacterias coliformes termo-resistentes, ya que siempre existe la posibilidad de que el agua haya sido contaminada por materiales fecales y el tratamiento no haya sido eficaz.

3.3.2 Bacterias coliformes termo resistentes

Estas bacterias se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44 o 45 grados centígrados, comprenden el género *Echerichia* y en menor grado especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Los coliformes termo-resistentes distintos de *E. Coli* pueden proceder también de aguas orgánicamente enriquecidas; por ejemplo, de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición. Por ello el término de coliformes fecales que se les aplica con frecuencia no es correcto y se les debería dejar de utilizar.

Es poco probable que los organismos coliformes termo resistentes estén en la mayor parte de los casos en relación directa con los de *E. Coli*. Por ello su utilización para evaluar la calidad de agua se considera aceptable en los exámenes sistemáticos. Al interpretar los datos se debe tener siempre presente las limitaciones en lo que concierne a la especificidad.

Como los organismos termo-resistentes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficiencia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales.

3.3.3 ENFERMEDADES BACTERIANAS

3.3.3.1 Disentería

Disentería es una enfermedad aguda o crónica del intestino grueso humano. Se caracteriza por deposiciones diarreicas acuosas en pequeño volumen, acompañadas con frecuencia por sangre y moco, y dolores abdominales intensos. Se pueden producir úlceras en las paredes intestinales. Cuando los gérmenes causantes atraviesan la pared intestinal y pasan a la sangre, se produce además fiebre. Esta diarrea está producida por la ameba *Entamoeba histolytica* o por bacilos del género *Shigella*.

3.3.3.2 Disentería amebiana

Causada por la ameba *Entamoeba histolytica*, es endémica en muchos países tropicales, pero más debido a la falta de condiciones higiénicas que al clima o al calor. Es el tipo de disentería más acentuada en algunos países de clima templado.

La disentería amebiana se transmite por el agua, por los alimentos frescos contaminados y por los portadores humanos sanos. Las moscas pueden transportar los quistes de ameba desde las heces de los enfermos hasta los alimentos. Cuando la enfermedad se hace crónica las amebas traspasan la pared intestinal y colonizan el hígado, formando abscesos hepáticos. En raras ocasiones se forman abscesos amebianos en otras localizaciones. Si se deja evolucionar, puede llegar a producir la muerte.

Para tratar la enfermedad se emplean varios fármacos: metronidazol, ementina y preparados de yodo. Los abscesos hepáticos deben ser tratados mediante cirugía.

3.3.3.3 Disentería bacilar

Está producida por algunas especies no móviles de bacterias del género *Shigella*. Esta forma de disentería también es más frecuente en las regiones tropicales del planeta con higiene deficiente, pero, como es más contagiosa, se producen brotes epidémicos en todo el mundo. Se trata de una diarrea autolimitada que rara vez sobrepasa la afectación intestinal; no obstante, la enfermedad es grave, especialmente en los niños y los ancianos. La disentería bacilar se propaga por contaminación del agua y los alimentos. Las heces de los enfermos y de los portadores sanos contienen grandes cantidades de bacterias. Las moscas transportan las bacterias en sus patas, en su saliva y en sus heces, y las depositan en los alimentos; al parecer las hormigas también pueden transmitir la enfermedad.

Para el tratamiento de la disentería bacilar es fundamental la correcta reposición de agua y electrolitos. Como antibióticos se pueden utilizar las sulfonamidas, las tetraciclinas y la estreptomina. El cloranfenicol es efectivo para tratar las cepas resistentes. Las quinolonas (norfloxacin, ciprofloxacina) también son efectivas frente a las Shigellas.

3.3.4 Organismos coliformes (coliformes totales)

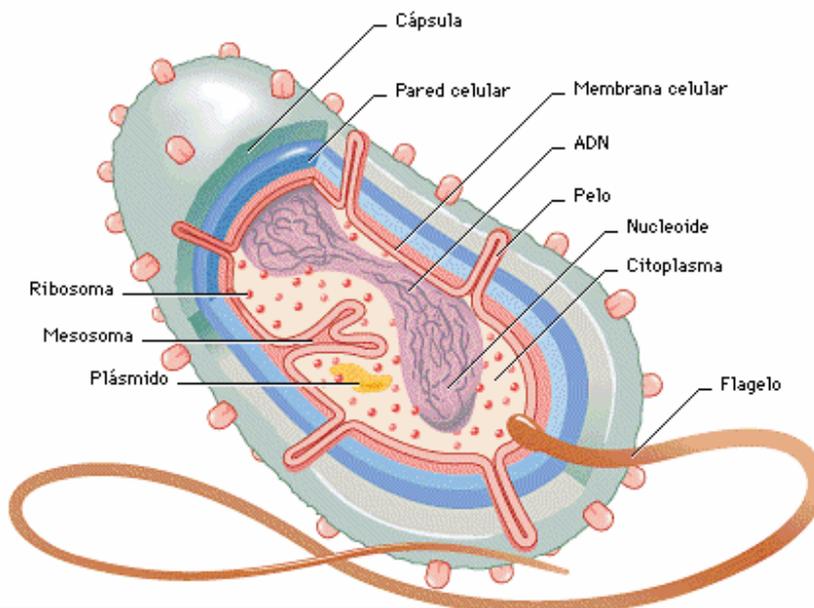
Desde hace tiempo se reconoce que los organismos del grupo coliforme son un buen indicador microbiano de la calidad de agua, debido principalmente a que su detección y recuento en el agua es fácil. Se denomina organismos coliformes a las bacterias Gram-negativas en forma de bastoncillos que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tensoactivos con propiedades de inhibición del desarrollo similares y fermentan la lactosa a 35 a 37 grados produciendo ácido, gas y aldehído en un plazo de 24 a 48 horas. Son también oxidasa-negativas y no forman esporas. Por definición las bacterias coliformes presentan actividad de la Beta galactosidasa.

Tradicionalmente se conocía que las bacterias coliformes pertenecían a los géneros *Echerichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*; no obstante con los métodos taxonómicos modernos el grupo es heterogéneo.

Comprende bacterias que fermentan la lactosa como *Enterobacter cloacae* y *Citrobacter freundii*, que puede hallarse en las heces como en el medio ambiente (aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición) y también en el agua de bebida con concentraciones de nutrientes relativamente elevadas y comprende también especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces y pueden multiplicarse en agua potable relativamente buena como *Serratia monticola*, *Ralmella aquatilis* y *Buttiauxella agrestis*.

La existencia de bacterias tanto fecales como no fecales que responden a la definición de bacterias coliformes como de bacterias coliformes lactosa-negativas, limita la utilidad de este grupo como indicador de la contaminación fecal. En las aguas tratadas no deberían existir bacterias coliformes y cuando las hay se puede pensar que el tratamiento es insuficiente, que ha habido contaminación posterior o que hay excesiva cantidad de nutrientes. Por consiguiente la prueba de coliformes se puede utilizar como indicador de la eficacia del tratamiento y de la integridad del sistema de distribución.

3.3.4.1 ANATOMIA DE UNA BACTERIA SENCILLA



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Una bacteria simplificada está formada por tres capas externas que envuelven las estructuras internas; la capa pegajosa protege la pared celular rígida, que a su vez cubre la membrana celular semipermeable. El flagelo es un medio de locomoción y los pelos que se extienden por fuera de la cápsula ayudan a la bacteria a sujetarse a las superficies. El material genético está contenido en el ADN que forma el nucleoide. Los ribosomas que flotan en el citoplasma intervienen en la síntesis de proteínas.

CAPITULO IV

4.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se ubica en el sector Cruzpamba a 30 minutos de la ciudad de Cuenca en la vía Cuenca Molleturo Naranjal, a una altura de 3380 msnm, con las coordenadas UTM 17 7 050 86 M 96 901 94.

4.1.2 Características ecológicas del sitio

Suelo.- Se caracteriza por ser de tipo negro andino con una capa superficial de 30 a 50cm promedio y que en el mejor de los casos no supera el metro de profundidad luego de lo que se encuentra roca; debido a la elevada precipitación que recibe la zona el suelo gran parte del año se encuentra sobresaturado.

Cubierta vegetal.- La vegetación nativa se caracteriza por ser chaparro con pequeños bosquetes de quinua *Polylepis Incana*, sarar, tucshi, chilca, contrahierbas. Entre los pastos que crecen en la zona están la pajilla, raygrass *Loliun multiflorum*, holco (*Holcus lanatus*),

Temperatura.- La temperatura oscila entre 6 y 10 grados centígrados.

Precipitación.- La precipitación varía entre 1200 a 1600 mm por año

Agua.- El agua es uno de los recursos más valiosos de la zona ya que en esta área y sus zonas aledañas se produce más del 50% del agua de Cuenca. La fuente principal es el río Quinuas que se abastece más bajo de pequeñas quebradas y arroyos como el Taquiurco, Dos Chorreras, Llaviuco y del río Mazán.

La población no cuenta con agua potable, todos se abastecen de quebradas cercanas. Para la eliminación de desechos sólidos en algunos casos tienen pozos sépticos, mientras que otros descargan directamente al río. En gran medida se debe a que ninguna persona de las que viven en la zona son propietarios, por lo que a los dueños

no les interesa mucho la salud de sus empleados y por costumbres propias de nuestro campesino.

Viviendas.- La zona se caracteriza por tener algunas haciendas de más de 10 hectáreas pero la mayor cantidad de propiedades (50% de propiedades) de menos de 5 hectáreas.

El número aproximado de habitantes está alrededor de 128 personas.¹

4.1.3 Características del suelo

El suelo de la zona se caracteriza por ser de origen mineral con una profundidad media de 70 cm de profundidad, debajo de esta capa de color negro se encuentra cascajo.

Es un suelo que se satura con gran facilidad, por lo que con lluvias suaves empieza un escurrimiento superficial del agua, llevándose por delante todo material de la superficie (gallinaza y estiércol de vacunos).

4.1.4 Materiales

Herramientas manuales: Pico, pala, rastrillo, hoz, balanza, piola, estacas, frascos estériles.

Equipo de laboratorio: microscopio, reactivos, portaobjetos.

4.2 Métodos

4.2.1 Diseño experimental

Diseño experimental planteado:

- Bloques Completamente al Azar

1.-Fuente: Tesis Plan de ordenamiento territorial rural "Corredor Sayausí" Cajas

4.2.2 Características del diseño

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Total	12

Muestras de gallinaza fresca de diferente procedencia que nos sirve como patrón de comparación:

1. Gallinaza procedente de la provincia de Manabí
2. Gallinaza procedente de la provincia del Guayas
3. Gallinaza procedente de la provincia del Azuay
4. Agua donde no se aplica abono

4.2.2.1 Esquema del análisis estadístico

Tipo de diseño: B.C.A con arreglo factorial

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	3
Repeticiones	2
Error	6

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza Sheffe al 1 y 5%

4.2.2.2 Factores en estudio

Lixiviados de gallinaza de diferente procedencia en el agua:

- Manabí
- Guayas
- Austro

4.2.2.3 Variables en estudio

Agentes patógenos de la gallinaza:

- Salmonella
- Escherichia coli
- Coliformes totales
- Bacterias totales

4.2.2.4 Tratamientos

T1 R1 Lixiviado origen A

T1R2 Lixiviado origen A

T1R3 Lixiviado origen A

T2 R1 Lixiviado origen G

T2R2 Lixiviado origen G

T2R3 Lixiviado origen G

T3 R1 Lixiviado origen M

T3R2 Lixiviado origen M

T3R3 Lixiviado origen M

T4 R1 Agua donde no se aplica abono de Azuay

T4R2 Agua de donde no se aplica abono de Guayas

T4R3 Agua donde no se aplica abono de Manabí

4.2.2.5 Manejo específico de la investigación

4.2.3 Labores previas al ensayo

Para la presente investigación fue necesario establecer una zona con las siguientes características:

- Que no se haya aplicado abono de pollo anteriormente.

- Las características del suelo sean iguales o similares a los suelos del sector
- La pendiente este entre 8 y 14 % que es el común denominador de los suelos donde se aplica abono de pollo
- De fácil acceso para transportar el abono de pollo

Una vez seleccionado el espacio fue necesario medir y dividir los lotes donde se localizaría cada ensayo, se procedió a marcar y construir una zanja de 20 cm. de ancho por 30 cm de profundidad, con desnivel suficiente capaz de recolectar los lixiviados procedentes de la aplicación del abono de pollo.

Se adquirió el abono de pollo de las tres diferentes procedencias:

Abono de pollo procedente de la provincia del Azuay: Se compró en el criadero de la familia Galindo ubicado en el sector de Buenos Aires.

Abono de pollo procedente de la provincia del Guayas: Se adquirió en el sector de Sayauí al señor Manuel Sergio Pintado, quien es un proveedor de abono en la zona.

Abono de pollo procedente de la provincia de Manabí: Se adquirió en la parroquia San Joaquín de la familia Guerrero quienes son conocidos proveedores de la zona.

Antes de cualquier aplicación se tomó una muestra de agua de cada canal, que se constituyó en testigo ya, que anteriormente no ha aplicado abono de pollo.

Con el objetivo de que al final de la investigación podamos comparar los resultados de las muestras del agua con lo aplicado en cada lote se procedió a coger del abono antes de aplicar y enviarlas al laboratorio.

4.2.4 Labores durante el ensayo

Al iniciar el ensayo se aplicó el abono de pollo según la procedencia, en cada lote previsto; de esta manera en el primer lote se aplicó el abono procedente del Azuay, en el segundo el abono procedente de la provincia del Guayas y en el tercer el procedente de la provincia de Manabí.

Antes de la aplicación se pesó cada uno de los sacos de diferente procedencia y se determinó que el procedente de Azuay pesa 35 kilogramos, estos criaderos usan como cama (material que se coloca en el suelo, para evitar el contacto directo de las aves con el piso) la viruta o aserrín; en el caso de este abono tenía como base viruta por lo que presume que al humedecerse aumenta su peso; de ahí la ganancia en el peso final del abono.

El abono procedente de la provincia del Guayas pesó 32 kilogramos y utiliza como cama para las aves la cascarilla de arroz. El procedente de la provincia de Manabí tiene un peso de 30,5 kg. y al igual que el abono procedente de Guayas tiene una cama en base a la cascarilla de arroz, siendo además el saco más pequeño y liviano, aunque las familias prefieren este tipo de abono ya que manifiestan es el "mejor" para los cultivos.

A los 8 días de aplicación se tomó la primera muestra en frascos estériles (para muestras de orina) la cantidad de 250 cm³, se la etiquetó, identificó y se envió al laboratorio.

La segunda muestra se tomó el día 15 de la aplicación y en frascos estériles identificados debidamente se envió al laboratorio

La tercera muestra se tomó a los 35 días de aplicación del abono de pollo.

Los lotes de la investigación tenían un largo de 10 metros y un ancho de 4, con un área de 40 metros cuadrados.

4.2.5 Labores posteriores al ensayo

Posterior al ensayo se inició con la tabulación de los datos obtenidos en el laboratorio de la Doctora Cecilia Palacios, docente de la Universidad del Azuay.

4.2.5.1 Resultados y discusión

A.- Muestra de gallinaza, antes de su aplicación al suelo, fue enviada al laboratorio con el objetivo de tener un patrón de comparación con los tratamientos y testigo.

	M1	M2	M3
- Recuento de bacterias totales ufc/g	760000	640000	510000
- Recuento de coliformes totales ufc/g	2600	25900	900
- Recuento de coliformes fecales ufc/g	Ausencia	Ausencia	300
- Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia

En la muestra de gallinaza pura antes de aplicar al suelo la concentración de bacterias totales es alta con un promedio de 63666,66, mientras la concentración de coliformes totales es considerablemente más baja, excepto en la segunda muestra.

En el recuento de coliformes fecales en las dos primeras muestras hay ausencia, mientras que en la tercera muestra se nota una baja concentración.

En el recuento de salmonella notamos la ausencia en gallinaza pura.

B.- Muestra de agua tomada antes de aplicar abono de pollo, tomada como patrón de comparación con los resultados de los tratamientos.

Recuento de bacterias totales	M1 160	M2 200	M3 270	ufc/ml
Recuento de coliformes totales	M1 240	M2 140	M3 145	ufc/ml
Ausencia en todas las muestras de coliformes fecales y salmonella				

Durante el análisis de la muestra patrón de comparación, tomada antes de aplicar el abono de pollo, notamos la existencia de bacterias y coliformes a pesar de que en este espacio anteriormente no se había aplicado ningún tipo de abono.

C.- Muestras tomadas luego de la aplicación del abono de pollo, por parcela experimental (90m²)

	R1	R2	R3	X	
Recuento de bacterias totales T1	1200	300	800	2300	ufc/ml
T2	1600	250	290	2140	
T3	800	300	440	1540	
Testigo	160	200	270	630	
	X 3760	1050	1800		
Recuento de coliformes totales T1	90	49	155	294	ufc/ml
T2	80	43	200	323	
T3	8	7	5	20	
Testigo	240	140	145	525	
	X 418	239	505		

Recuento de coliformes fecales Ausencia en todas las muestras

Salmonella Ausencia en todas las muestras

- Tratamiento 1, repetición 1 consiste en tomar la muestra de los lixiviados del abono de pollo procedente de la provincia del Azuay a los 8 días, repetición 2 a los 15 días y repetición 3, tomar la muestra a los 35 días.
- Tratamiento 2 consiste en tomar las muestras del lixiviado del abono de pollo de la provincia de Guayas, con las repeticiones en los mismos periodos de tiempo (días).
- El tratamiento 3 corresponde a la gallinaza de Manabí en iguales periodos de tiempo.
- El testigo constituye las muestras de agua o lixiviado de las tres parcelas donde no se realizó aplicación alguna y tiene gran similitud con las muestras tomadas para comparar de las parcelas antes de aplicar ningún tipo de abono.

Notamos una elevada concentración de bacterias en el abono procedente de la provincia del Azuay, se justifica tal concentración a que este abono no estuvo ensacado con anterioridad, no es así en el abono procedente de Guayas y Manabí que generalmente viene en sacos, lo que permite la elevación de la temperatura y en este proceso mueren algunas bacterias.

Durante el recuento de coliformes fecales notamos la elevada concentración en el testigo con referencia a los demás tratamientos, la única explicación posible es que allí pastan libremente animales y esta contaminación se nota en el agua.

CONCLUSIONES

Al término de la investigación verificamos que la gran cantidad de bacterias y coliformes totales encontrados en la gallinaza fresca deberían estar presentes en el agua, tomando en cuenta que el canal de recolección se construyó junto a la parcela donde se aplicó el abono; estas bacterias y coliformes no están presentes en los análisis de laboratorio de las aguas recolectadas en cantidades similares por lo que concluimos que:

A.- La concentración de bacterias y coliformes existentes en el abono, aplicado a los pastizales, son una fuente importante de contaminación del agua, que no se constituye en un peligro, gracias a que las características sui géneris del cauce del río (topografía, relieve), producen una oxigenación constante del agua, permitiendo su auto depuración natural.

B.- Transcurrido un tiempo de al menos 8 días (en que fue tomada la primera muestra) y 35 días en que se tomó la última muestra, gran parte de las bacterias y coliformes disminuyen considerablemente ya que son fácilmente transportados al río por las lluvias que caen en el sector, provocando escorrentía superficial.

C.- En el trayecto hacia el río algunas bacterias y coliformes quedan atrapados en el suelo y pasto.

D.- Las fuentes de agua ubicadas en áreas donde pastorean animales con cierta frecuencia (vacuno y caballar), como lo indica la muestra de agua analizada para efectos de comparación y el testigo, tienen un grado de contaminación con coliformes fecales.

RECOMENDACIONES

- Los abonos usados para la fertilización de pastos deben tener obligatoriamente un proceso de compostaje antes de su aplicación al suelo.
- Promover el uso de otras fuentes orgánicas de fertilización de pastos mediante la producción de humus, compost u otro abono en base al estiércol del ganado que se dispone en la zona.
- Restringir el ingreso de abono de pollo a la zona, ya que las cantidades que ingresan son excesivamente altas, ya que en algún momento la contaminación producida pueda ser incontrolable (los últimos 6 meses dos familias ingresaron más de 4000 sacos de abono).
- Hacer respetar la Ordenanza Municipal de protección de los márgenes del río en zonas de captaciones, con el objetivo de formar un filtro biológico natural que evite la llegada de algunos agentes contaminantes al agua.
- La Universidad deberá fortalecer, profundizar, promover y financiar investigaciones en esta área vital para la ciudad de Cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBAN Jorge, CARVAJAL Miguel, DOMINGUEZ Jaime, JUMBO Carlos. Gestión pública de los recursos naturales. 2004 Camaren 1-38 Quito.
- ARIZAGA Cecilia. EL AGUA, Resumen de los métodos de análisis, 1996 Cuenca.
- ATLAS MUNDIAL DEL AMBIENTE. Preservación de la naturaleza, 1997 Editorial Cultural S.A. Madrid España.
- ASIMOV Isaac. Cómo descubrimos los gérmenes. Barcelona: Editorial Molino, 1986. Obra de carácter divulgativo.
- BISHOP Owen. Aventuras con microorganismos. Barcelona, ediciones Omega, 2^{da} edición, 1978.
- BALDRY Peter. La batalla contra las bacterias. Barcelona. Editorial Reverté, 1981
- Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- GRANADOS Pérez Raquel. Microbiología: bacteriología, características y clasificación bacteriana; virología, características y técnicas bioquímicas. Madrid: Editorial Acribia, 1993.
- Guías para la calidad del agua potable, Segunda edición, volumen 1, Organización de la salud, Ginebra, 1995
- G.W STAMM, 1958 Manual de Veterinaria. Editorial Continental, 209-437 México
- GONZALEZ Borja Vicente. Modelo de gestión para el saneamiento de la cuenca del río Machángara. Cuenca, Julio del 2002.
- PASTOS Y FORRAJES. 1980 Universidad central. Quito.
- Reunion regional sobre la calidad del agua potable, 14 al 17 de mayo de 1996, Lima Perú.

REFERENCIAS ELECTRONICAS

- www.trabajos.com
- www.tierra.nediris.es
- www.monografias.com
- www.infoagro.com/agricultura-ecologica
- www.criev.org/es/proyectos/pag-agua/nitratos.html
- www.criecv.org/es/ae/queconsumimos/nitratos.html

Anexo # 3

Vista panorámica del área



Anexo # 4

Canales de recolección



Anexo # 5,6

Toma de muestras



Anexo # 7

Tipos de abono
Negro Azuay; Amarillo Guayas; Blanco Manabí



Anexo # 8

Formas de aplicación



Anexo # 9

Aplicación de gallinaza en la zona



Anexo # 10

Resultados de análisis