

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA
(UNPHU)**

***Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela de Farmacia***

**Control de Calidad de Tratamiento de Agua para Bebidas Gaseosas no
Alcohólicas.**



**Trabajo de grado presentado por
Alejandro José Almeida Chaljub
para optar por el título de
Licenciado en Farmacia mención
Industria Farmacéutica**

**Santo Domingo, D. N.
1995**

Agradecimientos y Dedicatoria

Agradecimiento.

- ♦ A la fuerza divina: por darme las suficientes fuerzas para lograr esta meta, y dotarme de la luz y entendimiento y valor necesarios para comprender qué somos y hacia dónde vamos.
- ♦ A mi padre Ramón D. Almeida por colaborar con la realización de este trabajo y tener un apoyo siempre a mi lado.
- ♦ A los señores Gustavo Martínez y Luis Almeida por darme la oportunidad de realizar este trabajo y poder contar siempre con su colaboración.
- ♦ Al personal de Planta de Embotelladora Dominicana, C. por A. por su colaboración en la realización de este trabajo.
- ♦ A la Escuela de Farmacia por tener siempre las puertas abiertas y brindarme un apoyo en cualquier momento.
- ♦ A Nancy Khoury por sus consejos y apoyo en la realización de este trabajo.
- ♦ A Jeanne Mena por su disponibilidad, aptitud y cariño brindado en mi vida universitaria.
- ♦ A Margarita Aquino por sus aportes en este trabajo.
- ♦ A la Sra. Miledy Pimentel por su eterna colaboración.

- ♦ A Miguel Mariñez, por ser esa persona que entiende y enseña.
- ♦ A mis profesores: Rhaysa, Jeanne, Margarita, Dr. Bącz, Dr. Viñas, Dr. Arrue.
- ♦ A Ana Méndez por tu ayuda incondicional.
- ♦ A mi hermano Rodolfo Mesa por brindarme esa amistad que no tiene precio y enseñarme verdaderamente el significado de la palabra amistad, que vale mucho más de lo que pueda llegar a tener.
- ♦ A mis amigos: Freddy, Aris, Juan R., Cristian, Anaura, Felipe, Doris y Omayra.

¡Siempre la conservaré!

A todos, simplemente,

GRACIAS.

Introducción.

El medio ambiente y la calidad del agua es un problema que actualmente se debate a nivel mundial.

El agua es el medio de vida más utilizado por todos los seres vivos para subsistir. Las fuentes de aguas superficiales han sido tan maltratadas por el hombre que un alto porcentaje de los ríos ha ido desapareciendo fruto de la deforestación y depreciación de los bosques, extracción de materiales de construcción de las cuencas hidrográficas y otras.

Los orígenes del agua se pueden clasificar como:

- ♦ Agua Llovediza.
- ♦ Agua superficial de manantiales y pozos profundos.

La impureza encontradas pueden ser divididas en dos clases:

- ♦ Sólidas Suspendidas.
- ♦ Sólidas Disueltas.

Las primeras son aquellas que no se disuelven en el agua y que pueden ser separadas por filtración.

Los sólidos disueltos son los que se disuelven naturalmente en el agua y que no pueden ser removidos por filtración. Los gases también se pueden disolver en el agua y combinarse químicamente con otras impurezas.

El objeto del tratamiento de las aguas es el de remover o reducir a un nivel aceptable las impurezas contenidas en ellas, el tratamiento de esta es una de las

operaciones más importantes y variadas la cual debe asegurar las condiciones necesarias para el consumo humano.

Los suministros principales del agua, en lugar de mejorar su pureza según es de esperarse, en realidad la empeoran. Con el aumento de la población, los desperdicios industriales aumentan; algunas ciudades han crecido con tanta rapidez que sus plantas para el tratamiento del agua no son capaces de satisfacer las necesidades locales.

Al realizar este trabajo, se pretende analizar la calidad del agua tratada con el tratamiento del agua por el método de floculación, la cual posteriormente es pasada por un filtro de arena, filtro de carbón activado y un filtro pulidor, la comparación la tenemos en varios puntos, que serán explicados más adelante, de los cuales dos de ellos son principalmente la diferencia entre el agua cruda y el agua tratada.

Se observa el agua cruda que es la enviada por la Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD). Y el agua tratada, la cual es la recibida del proceso de tratamiento de agua con el método de floculación que será evaluado posteriormente.

Esta agua tratada será la utilizada para la preparación de las bebidas gaseosas.

La motivación para la realización de este trabajo surgió por la inquietud de personas del área de ciencias preocupados por las fuentes de abastecimiento de agua locales y los tratamientos que el agua recibe en una planta donde ésta es una materia prima principal y la misma debe cumplir estándares para la preparación de la bebida que será ingerida por humanos.

Objetivos y plan de trabajo.

A. OBJETIVOS.

1. *Objetivo general:*

- ♦ Estudio y comprobación de la función y los controles que se deben tener en un tratamiento de agua de bebidas gaseosas no alcohólicas.

2. *Objetivos específicos:*

- ♦ Trazar trayectoria del agua como materia prima para la preparación de bebidas gaseosas no alcohólicas, desde su procedencia (acueducto) hasta nuestro producto terminado (agua tratada).
- ♦ Demostrar la calidad del agua tratada por medio de análisis fisico-químicos y bacteriológicos.
- ♦ Explicar el proceso de tratamiento de agua, los controles y normas a cumplir en éste, desde el agua cruda hasta el agua tratada.
- ♦ Identificar la continuidad en el proceso cumpliendo éste los estándares establecidos.

B. PLAN DE TRABAJO:

B1. Realización:

La parte experimental de este trabajo se realizó en el laboratorio de análisis físicos químicos y bacteriológicos de Embotelladora Dominicana C x A.

B2. Origen de muestra:

El origen de la muestra se obtuvo del agua recibida del acueducto (agua cruda), y el agua después del proceso de tratamiento de agua por el método de floculación (agua tratada).

B3. Clasificación de Muestra:

En los análisis físico químicos fueron analizados 120 muestras. En cambio en los análisis microbiológicos se utilizaron 20 muestras.

B4. Proceso Preliminares:

Este aspecto incluye las preparaciones de la muestra de diferentes ensayos:

a. Físico Químicos.

- ♦ Alcalinidad
- ♦ Dureza
- ♦ Cloruros
- ♦ Cloro libre residual
- ♦ Organolepticos
- ♦ pH

b. Microbiológicos.

- Recuento total de bacterias.
- Presencia de organismos coliformes.

Indice.

- Agradecimiento.
- Dedicatoria.
- Introducción.
- Objetivos y Plan de Trabajo.

Primera Parte.

MARCO TEORICO.

Capítulo I.

A. Planeamiento Hipotético sobre Calidad del Tratamiento de Agua	1
B. Concepto de Polución y Contaminación	1
C. Análisis Aplicados al Agua	2
1. Dureza	2
2. pH	3
3. Alcalinidad	4
4. Cloruros	5
5. Turbidez	6
D. Microbiología del Agua	7
E. Enfermedades Adquiridas a través del Agua	8
F. Enumeración de Patógenos	9
G. Bacterias del Grupo Coliforme	10
H. Microorganismos que pueden Causar Enfermedades a través del Agua	11
1. Escherichia coli	11
2. Enterobacter Aerógenos	12
3. Klebsiella	12
4. Proteus	13
5. Salmonella	13
6. Shiguella	14
7. <i>Vibrio cholerae</i>	15
I. Descripción del Proceso de Tratamiento de Agua	15

1. Fundamentos	16
2. Supercloración con Dos Horas de Retención	16
3. Reducción de la Alcalinidad	17
4. Alcalinidad de Sodio	17
5. Filtro de Agua	17
6. Purificador de Carbón	18
7. Filtro Pulidor	18
8. Reacciones	18

Segunda Parte.

MATERIALES Y METODOS.

Capítulo II:

A. Materiales e Instrumentos	21
1. Cristalería	21
2. Reactivos	21
3. Estándares	22
4. Instrumentos y Equipos	24
B. Metodología de Análisis	25
1. Muestreo	25
A. Métodos de Análisis Físicos y Químicos	25
B. Métodos de Análisis Microbiológicos	31
1. Generalidades	31
2. Cualidades del Laboratorio	32
3. Descripción del Método de Filtración de Membranas	32
4. Toma de Muestra	33
5. Preparación del Material	33
6. Incubación	34
7. Tipo de Membrana	34
8. Medio de Cultivo	34
9. Esterilización	35
10. Recuento	35

Tercera Parte.

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Capítulo III.

A.	Resultados de Análisis Físico-Químicos	37
B.	Discusión de Resultados	39

Capítulo IV.

A.	Resultados de Análisis Microbiológicos	42
B.	Discusión de Resultados	43

Cuarta Parte.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

A.	Conclusiones.
B.	Recomendaciones.

Quinta Parte.

Bibliografía.

Sexta Parte.

Anexo.
Glosario de Términos.
Tablas.

Primera Parte

Capítulo I

Marco Teórico

A. PLANEAMIENTO HIPOTETICO SOBRE CALIDAD DEL TRATAMIENTO DE AGUA:

El tratamiento de agua requiere de una gran cantidad de condiciones para obtener un producto final (agua), en buen estado de calidad, dentro de parámetros (físicos-químicos y microbiológicos), que estén en los rangos aceptables siendo inocuos al consumo humano.

El agua procesada que cumpla estas condiciones es una agua que contiene minerales en la alimentación humana.

El caso que nos ocupa se refiere al tratamiento de agua en cualquier tipo de condición (floculada, clorinada, alcalina, etc.) la cual dentro del proceso se purifica, alcanzando niveles aceptables para el consumo humano.

B. CONCEPTO DE POLUCION Y CONTAMINACION:

Los conceptos de polución y contaminación son usualmente utilizados para definir el mismo hecho aunque guardan diferencia entre sí.

Un grupo de expertos europeos de Ginebra en (1961), adoptaron una definición de polución que dice: "Una masa de agua se considera polucionada, cuando la composición del estado natural de sus aguas son directa o indirectamente modificadas por la actividad del hombre, en una medida que su utilización se ve restringida para todos o algunos usos, para los que podría servir en su estado natural".

La contaminación es el resultado de degradar la calidad del agua en un grado extremo que no sea apta para ser ingerida por el hombre.

C. ANÁLISIS APLICADOS AL AGUA:

1. *Dureza.*

La dureza del agua no es un componente específico, sino una mezcla compleja y variable de cationes y aniones.

La Dureza del agua se debe principalmente a la presencia de iones, calcio y magnesio, aunque en menor proporción contribuyen a ella el estroncio, el bario y otros iones polivalentes.

La dureza es generalmente expresada como miligramos de carbonato de calcio por litro, (Mg/L) esta unidad ha sido adaptada para su uso en este trabajo.

Algunos definen la dureza del agua como:

→ "La medida de la capacidad del agua para reaccionar con el Jabón".

El agua dura requiere una gran cantidad de jabón para producir espuma. Esta dureza se debe a iones metálicos polivalentes disueltos presentes en una muestra de agua, como agente quelante, como el etilendiaminotetracético (Edta) y se expresa como se dijo antes con miligramos de calcio por litro ó parte por millón (Mg/Lt o Ppm).

La causa de la dureza se debe a los cationes, también puede ser analizada en

términos de dureza carbonatada (temporal) y no carbonatada (permanente).

La dureza carbonatada se refiere a la cantidad de carbonatos y bicarbonatos en solución que pueda renovarse o precipitarse por ebullición. Este tipo de dureza es la causante de los depósitos de sedimentos en las tuberías de agua caliente en las ollas y las calderas.

La dureza no carbonatada se produce por la asociación de los cationes que ocasionan la dureza con sulfatos, cloruros o nitratos y se conoce como dureza permanente, ya que no pueden removerse por ebullición.

La alcalinidad, que es el índice de la capacidad estabilizante del agua, está estrictamente ligada a la dureza.

Generalmente la alcalinidad, se produce por aniones principalmente hidróxidos, bicarbonatos y carbonatos cuando la alcalinidad de una agua superficial se debe a la presencia de carbonatos y/o bicarbonatos la alcalinidad generalmente se aproxima a la dureza.

2. *pH*:

El pH de una muestra es el logaritmo común negativo de la actividad de ión hidrógeno, A_{H^+} .

$$pH = -\log_{10} (A_{H^+})$$

El pH de una muestra generalmente se mide electromecánicamente con un electrodo de vidrio. El efecto de temperatura es muy significativo en la medición del PH, pues este aumenta con la temperatura.

El pH de la mayoría de fuentes de agua natural fluctúa entre 6.5-8.5.

La mayor parte de microorganismos aceleran la variedad de pH, por lo común, estos se encuentran en las fuentes de agua.

En la medida en que el pH afecta los diversos métodos de tratamientos de agua que contribuyen a la eliminación de virus, bacterias y otros organismos dañinos; podría sostenerse que el pH ejerce un efecto indirecto sobre la salud.

El Valor guía que se recomienda para el pH es de 6.5 a 8.5; si bien se reconoce que podría surgir problemas en un sistema de tratamiento (contaminación, variación pH etc.), con niveles de pH por debajo de 7.0 (III).

3. Alcalinidad:

Muchos de los reactivos que se usan en el tratamiento de las aguas pueden producir un cambio en su alcalinidad, pero los cambios más pronunciados son los que se originan por los coagulantes y por los reactivos de ablandamiento.

El propósito de la prueba de alcalinidad es de proporcionar resultados que se apliquen para el cálculo de las dosis de reactivos que se requieren en los procesos de coagulación y de ablandamiento.

Este método es adecuado para la titulación de aguas que contengan alcalinidad debido a la presencia de hidróxidos, carbonatos ó bicarbonatos. El agua debe encontrarse exenta de color o turbidez que pueden enmascarar o afectar la respuestas del indicador.

La alcalinidad se expresa en diferentes unidades como son: Parte por millón (PPM), Miligramos por Litros (Mg/L), ó gramos litros (G/L).

La alcalinidad carbonatada es debida a los iones carbonatos. Esto ocurre a un valor de pH=8.2 en la cual los iones bicarbonatos comienzan a disociarse en iones carbonatos. Se usa como indicador la Fenolftaleína por lo que también se le llama alcalinidad Fenolftaleínica.

A la valoración del agua se usa como indicador el anaranjado de metilo, verde bromotimol ó cualquier indicador. Este tipo de alcalinidad recibe el nombre de alcalinidad total, siendo este tipo de alcalinidad la más frecuente en los tratamientos de agua.

4. Cloruros:

El cloruro se halla distribuido ampliamente en la naturaleza, por lo general en la forma de sales de sodio (NaCl), de potasio (KCl) y de sales de calcio (CaCl₂) constituye aproximadamente un 0.05% de la litósfera.

La mayor cantidad de cloruros existentes en el ambiente se encuentra en los océanos.

El cloruro generalmente está presente en las aguas superficiales naturales en

concentraciones bajas. Los niveles para el agua potable deben estar por debajo de los 10 mg/lit de acuerdo a las normas pudiendo ser a menudo, menores que 1 mg/lit. (III)

En cuanto a la salud se refiere, el cloruro es el anión que más abunda en el cuerpo humano y contribuye significativamente junto con los cationes que se asocian a la actividad osmótica del líquido extracelular.

El equilibrio del agua y de los electrolitos en el organismo se mantiene regulando la ingesta dietética total y la excreción por los riñones y el tracto intestinal. En los individuos normales la absorción de fluidos y electrolitos tiene lugar en la mitad proximal del intestino delgado, la pérdida normal diaria de fluidos equivalente aproximadamente a 1.5 a 2.0 litros de agua, conjuntamente con 4 gramos de cloruro, del 90-95% de la pérdida de cloruros ocurre con la orina, 4.8% por las heces y aproximadamente 2% por la transpiración.

La pérdida obligatoria de cloruro total por día alcanza aproximadamente 530 Mg.

5. Turbidez:

La turbidez es un parámetro importante en la evaluación de la calidad del agua y, en particular, de calidad del agua potable. Un agua adecuadamente tratada no debería exceder una unidad y el nivel máximo deseable por las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud OMS (1971), es de cinco unidades. La presencia de partículas interfiere con una desinfección efectiva. La turbidez puede ser indicativa de mayor contaminación bacteriológica o viral. (IV)

La turbidez excesiva del agua puede interferir en los exámenes bacteriológicos (específicamente en los que se utilizan filtración por membranas).

La turbidez baja, sobre todo en los sistemas de tratamientos que dependen de la coagulación, solo puede lograrse mediante un control del pH y la dosis del coagulante. Es importante el lavado a contracorriente de los filtros (retrolavado), a fin de que no se produzca irrupción de turbiedad.

D. MICROBIOLOGIA DEL AGUA:

Las bacterias son cuerpos orgánicos, microorganismos que como tales viven en el agua tierra y aire. Poseen una composición química, biológica y procesos enzimáticos comunes conocidos como actividades catalíticas.

Entre los fenómenos biológicos de las bacterias se encuentran la fermentación, respiración y putrefacción.

Los microorganismos se han clasificado en patógenos y no patógenos:

Los microorganismos ó bacterias patógenas:

Son aquellas que producen enfermedades en el hombre y animales. Podemos encontrarlas en el agua dando origen a enfermedades como la fiebre tifoidea, paratifoidea, Desintérias, Gastroenteritis y otras.

Los microorganismos ó bacterias no-patógenos:

Habitan normalmente en el agua o pueden llegar a convertirse en patógenas de acuerdo a la cantidad, dosis ó concentración de microorganismo ingerida por el humano al consumir agua.

ENFERMEDADES ADQUIRIDAS A TRAVES DEL AGUA:

Estas enfermedades en las cuales el patógeno, es decir, un agente ó microorganismo, productor de enfermedad, ingresa al cuerpo como un componente pasivo del agua ingerida.

Las enfermedades transmitidas por el agua pueden clasificarse como aquellas originadas por organismos microbiológicos y aquellas producidas por sustancias tóxicas inanimadas suspendidas ó disueltas en el agua.

Muchas de estas enfermedades se transmiten por vía "Fecal-Oral" ó "Ano-Boca".

La mayoría de las enfermedades de vía rectal-oral se manifiesta en el tracto intestinal, es decir, son "enfermedades entéricas". El síndrome más frecuente es la diarrea, es decir, deposiciones sueltas frecuentes.

Algunas de las enfermedades principales que afectan al hombre son la disenteria amebiana, la shigellosis, las diarreas virales, diarrea de tipo E.coli, diarrea de etiología no específica, fiebre tifoidea, entre otras.

Los microorganismos patógenos presentes en el agua de consumo afectan al hombre produciendo enfermedades, cuando es ingerida en dosis considerables, dependiendo del patógeno puede ser inactivado debido a las condiciones ambientales en el intestino.

Entre los factores que influyen en la seguridad del patógeno tenemos:

- ♦ Dosis de microorganismos vivos ingeridos
- ♦ La edad del individuo afectado (niño, adulto, anciano).
- ♦ El estado de salud general del individuo.
- ♦ La virulencia de la cepa específica.
- ♦ El tipo de patógeno responsable de la infección.
- ♦ La inmunización del individuo por una expulsión anterior del patógeno. (I)

F. ENUMERACION DE LOS PATOGENOS:

Considerando las dificultades y los gastos en que se incurren en la enumeración directa de patógenos a través de los métodos conocidos, tienen además otras limitaciones.

- a. Los microorganismos patógenos se presentan en forma esporádica y no sobreviven mucho tiempo de donde puede no estar en una muestra de agua que se lleve al laboratorio, si no se le da condiciones adecuadas.
- b. Si se encuentran en pequeñas concentración pueden pasar desapercibidos a los procedimientos empleados, en caso de no utilizar métodos específicos para su determinación.

- c. Cuando se requieren de 24 horas ó más para obtener los resultados de los análisis, es probable que muchas personas hayan tomado agua antes de que se den a conocer los resultados y por tanto, haberse expuesto a la enfermedad, en los casos en que fuera positiva la presencia de microorganismos.

G. BACTERIAS DEL GRUPO COLIFORME:

El grupo "coliforme" de bacterias incluye a la escherichia coli, al igual que otras numerosas bacterias originadas en las descargas fecales ó provenientes de muchas otras no fecales.

Durante más de 70 años, se ha empleado el grupo coliforme para evaluar la calidad sanitaria del agua potable.

Estas sustancias constituyen indicadores que se valoran simplemente porque estan en gran número en las descargas fecales ó provenientes de muchas otras no fecales.

La presencia del grupo coliforme no indica necesariamente que existen organismos patogenos de algún tipo en el agua. Los resultados de las pruebas deben interpretarse como una medida de la posibilidad de que existan organismos patogenos en el agua o que estuvieron presentes en ésta. **(I)**

H. MICROORGANISMOS QUE PUEDEN CAUSAR ENFERMEDADES A TRAVES DEL AGUA:

Hay especies que viven normalmente en el intestino del hombre sin producir enfermedad aunque a veces salen de éste, su habitat normal y producen infección, afectando otros organos.

Los coli-bacilos estan incluidos en el genero escherichia y la especie tipo escherichia coli, los lugares donde se encuentran con más frecuencia causando afecciones son las vias urinarias, las vias biliares, el peritoneo y las meninges.

1. *Escherichia Coli (ESCHERICHIASWOLI).*

Habitan normalmente en el intestino del hombre y de los animales de sangre caliente. Los miembros de esta especie se diferencian mediante pruebas bioquímicas.

Es un bacilo gram negativo, flagelado aunque ocasionalmente puede perder los flagelos. Es facultativo, anaerobico fermentador de carbohidratos. Es un microorganismos no exigente.

Estos microorganismos producen infecciones diarreicas principalmente en los niños y algunas infecciones en el tracto urogenital, peritonitis y sepsis, colecistitis, infecciones de heridas quirúrgicas y traumaticas. La presencia de E.coli en aguas y alimentos de consumo liviano indica contaminación fecal.

2. *Enterobacter Aerógenos.*

Es un bacilo gramnegativo, móvil por la presencia de flagelos, igual que otros coliformes pueden fermentar la lactosa y otros carbohidratos. Es facultativo, anaerobico saprofito.

Se encuentra distribuido en la naturaleza, la leche, granos, desagües, en el agua y en el conducto intestinal. Es considerado no patógeno. Aunque en ocasiones puede producir septicemia e infecciones urinarias en procesos supurativos, otitis externa y otros.

3. *Klebsiella:*

La *klebsiella pneumoniae* no es una bacteria de cultivo, siempre presentando unas colonias grandes y mucosas de productos los polisacáridos de su capsula.

Podemos encontrarlo en cualquier lugar del organismo produciendo principalmente neumonía asociados a procesos de sinusitis, faringitis, abscesos. No se presenta como entérica forma parte de la flora normal de la porción gruesa del intestino y por ende de la materia fecal humana de donde su presencia generalmente indica contaminación con tierra u otras aguas contaminadas con heces fecales humanas.

Es facultativo anaeróbico y fermentativo de carbohidratos. Es un báculo gram negativo no móvil y en forma de esporas, caracterizándose por su gran capsula y grandes colonias mucosas que forman en los cultivos de Agar. (VII).

La familia entero bacgtereacea se puede definir como bacilos gram negativos, no espurulados, unos inmóviles y otros móviles con flagelos peritricos que se desarrollan bien en medios artificiales simples.

Este grupo esta constituido también por bacterias acróbicas, anaeróbicas, facultativas, esporágenas y bacilares. Algunas formas poseen flagelación peritricas. Reducen los nitratos en nitritos y utilizan la glucosa fermentada con formación de ácido ó ácido/gas.

Los enterobacteriaces se han clasificado en las mismas tribu de géneros escherichia y shiguella debido a su comportamiento bioquímico (formación de ácido y gas en la glucosa), se ha clasificado los géneros arizona y citrobacter en la misma familia de salmonella basandose en el conjunto de semejanza de sus reacciones.

4. *Proteus.*

Son báculos gram negativos, poseen flagelos peritricas de donde la mayoría son móviles, viven libre en el agua, suelo y aguas negras, no fermentan la lactosa y producen urgasa. Se consideran patogenas debido a las infecciones que provocan, producen diarrea, principalmente en niños, infecciones crónicas en las vías urinarias, neumonía, entre otras, son facultativos anaeróbicos.

5. *Salmonella:*

Las distintas clases se pueden diferenciar mediante pruebas bioquímicas clasificadas de este género, se encuentran especies que resultan patógenas para el hombre y los

animales produciendo enfermedades como la salmonelosis, que se presenta como una infección aguda de origen bacteriana con cuadros vespertinos de dolor abdominal, diarrea, náuseas, fiebre y en algunos casos vómitos.

La salmonella thifosa fermenta la glucosa, el manitol y el sorbitol produciendo ácido urea negativa.

Es causante de la enfermedad infecciosa aguda por alimentos contaminados, que se conocen con la siguiente clasificación:

- ♦ Salmonella ParatypHis A;
- ♦ Salmonella ParatypHis B;
- ♦ Salmonella ParathypHis C;

Estos son los tres principales agentes infecciosas que producen paratifoidea.

Es una fiebre entérica bacteriana clínicamente parecida a la tifoidea pero presenta un menor índice de mortalidad. Se trasmite principalmente a través del agua contaminada por vía oral. (I)

6. Shiguella:

Se caracterizan por la inmovilidad, algunas causan trastornos intestinales que van desde una leve diarrea subclavica hasta la inflamación y ulceración del intestino grueso.

Son bacilos gramnegativos, su crecimiento óptimo se verifica a 37°C se diferencia de la salmonella por reacciones de fermentaciones y pruebas serológicas. Fermenta los hidratos de carbono excepto la lactosa, produciendo ácido sin desprendimiento de gas,

dividiéndose así en dos grupos que son los fermentadores y los no fermentadores.

7. *Vidrio Cholerae:*

Estudios realizados demostraron la presencia de los siguientes microorganismos, *vidrio cholerae*, biotipo, y serotipo,

Presenta cuadro clínico característico por diarrea acuosa, profusa, vómito y deshidratación rápida. Evacuaciones al principio color café, luego blanquecinos con apariencias de agua de arroz, presenta también malestar abdominal y fuertes calambres musculares.

Para el diagnóstico de laboratorio se emplea la microscopía de campo oscuro, la prueba de rojo cólera y el cultivo en medio Agar Tcbs, aunque pueden aislarse en otros medios y buscar báculos gram negativos ó colonias positivas a la oxidasa.

I. DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA (METODO DE FLOCULACION):

El tratamiento de floculación puede resolver la mayor parte de los problemas del agua, excepto el alto contenido de sales (cloruros, sulfatos, etc.).

El método consiste en una combinación de floculación, supercloración y reducción de alcalinidad con dos horas de retención, seguido de filtración por arena, purificación por carbón y pulido final.

Reactivos	Función
♦ Sulfato Ferroso	Coagulante
♦ Sulfato de Aluminio	Coagulante en aguas de alta turbidez y color.
♦ Cal	Reductor de alcalinidad y Ajuste de pH.
♦ Cloro	Saneante, oxidante de impureza y ayudante de coagulación.
♦ Cloruro o Sulfato	Auxiliar en el caso de Presencia de Calcio de alcalinidad de sodio.

1. Fundamentos:

Las sustancias insolubles formadas al reducir la alcalinidad y las partículas de suciedad en suspensión son capturadas por los flóculos formándose elementos de mayor tamaño y densidad suficiente como para asentarse lentamente en el lecho del reactor.

Los barros formados son eliminados por purga.

2. Supercloración con dos horas de retención:

El proceso consiste en dosificar cloro en el agua para destruir los microorganismos y la materia orgánica, y oxidar el coagulante formando el flóculo (Reacción II).

3. Reducción de la alcalinidad:

El agregado de cal reduce la alcalinidad (M) y eleva el pH, transformando la alcalinidad debida a Bicarbonatos de Calcio, magnesio y el Anhídrido Carbónico, en sustancias insolubles, Carbonato de Calcio e Hidróxido de magnesio, que son arrastrados por el flóculo hacia el lecho del reactor (Reacciones III, IV y V).

4. Alcalinidad de sodio:

Cuando la alcalinidad total (M) es mayor que la dureza (D), significa que el agua contiene bicarbonato de calcio, como primer paso para su eliminación.

Es necesario tener en cuenta que con el agregado de cloruro y/o sulfato de calcio no se deben superar los máximos de cloruros y sulfatos (250 ppm).

Luego la alcalinidad de calcio formada es eliminada por precipitación siguiendo la reacción III.

5. Filtros de agua:

Retienen las particular mayores que pueden atravesar el reactor como flóculos e impurezas.

6. Purificador de carbón:

Elimina sabores, olores y colores extraños, reteniendo, además, el exceso de cloro del tratamiento de supercloración (6 a 8 ppm), llevándolo a cero (0).

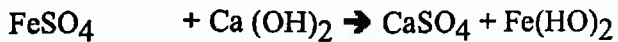
7. Filtro pulidor:

Realiza el filtrado final de agua, reteniendo las partículas finamente divididas que no deben llegar a la bebida y que perduran luego de atravesar el purificador de carbón.

8. Reacciones:

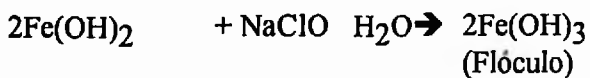
No. 1:

Sulfato Ferroso + Cal \rightarrow sulfato de calcio + Hidróxido Ferroso.



No. 2:

Hidroxido Ferroso + Cloro + Agua \rightarrow Hidróxido Férrico + Sal



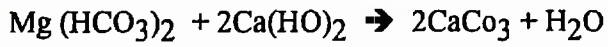
No. 3:

Bicarbonato de Calcio + Cal \rightarrow Carbonato de Calcio + Agua



No. 4:

Bicarbonato de Magnesio + Cal → Carbonato de Calcio + Agua



Carbonato de Calcio + Agua + Hidróxido de Magnesio



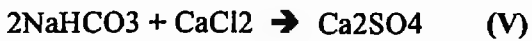
No. 5:

Anhidrido Carbónico + Cal → Carbonato Dicalcio + Agua



No. 6:

Bicarbonato de Sodio + Cloruro de Calcio (Sulfato de Calcio)



Segunda Parte

Capítulo II

Materiales y Métodos.

A. MATERIALES Y METODOS:

1. *Cristalería:*

- ♦ Bureta Automática de 25 Ml.
- ♦ Erlenmeyer de 125, 1,000 Mls.
- ♦ Beaker de 50, 100 Mls.
- ♦ Gotero de 1 Ml.
- ♦ Agitador
- ♦ Tubo de ensayo de 5 Ml.
- ♦ Cajas petri 47 mm Diámetro.
- ♦ Pipetas de 100, 20. 1 Mls.
- ♦ Frasco lavador.
- ♦ Espátula.
- ♦ Algodón.
- ♦ Pinzas.

2. *Reactivos:*

- ♦ Solución indicadora ortotolidina.
- ♦ Solución Acido Sulfúrico 0.02 N.
- ♦ Solución Tiosulfato de Sodio 0.1 N.
- ♦ Solución Indicadora Fenolftaleína.
- ♦ Solución Indicadora Anaranjado de metilo
- ♦ Solución Edta. 0.1 N.
- ♦ Indicador dureza (negro cianocromo-t).
- ♦ Solución Buffer pH 10.0.

- ♦ Solución Nitrato de Plata 0.1 N.
- ♦ Solución Cromato de Potasio 5%
- ♦ Solución indicadora de verde Bromocresol
- ♦ Cloro
- ♦ Cal $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- ♦ Sulfato Ferroso.
- ♦ Alcohol etílico 96%.
- ♦ Medio de cultivo, (recuento total y coliformes).

3. Estándares del agua tratada de producción de bebidas gaseosas no alcohólicas, (IBWA):

ITEMS	LIMITES MAXIMO PERMITIDOS
Apariencia	Clara
Sabor	Ninguno
Olor	Ninguno
Turbidez	1.0 ppm como SiO_2
Color	5.0 ppm como platino cobalto.
Materia Orgánica	Ninguna
Alcalinidad Total	50 ppm como CO_3CA
Cloruros	250 ppm como CL
Sulfatos	250 ppm como SO_4
Cloro Libre Residual	0 ppm como CLO
Sólidos Total Disueltos	500 ppm.

Microbiológicos (Recuento Total):

Puntos de Toma Muestra	Límite Máximo en Colonias 100 ml.
Salida Purificador de Carbón	200

Normas de la organización mundial de la salud (OMS) sobre la calidad del agua potable (1982 - 1983).

Para la interpretación de los resultados los parámetros físicos-químicos utilizados fueron los siguientes:

Parámetros	Valor Recomendado
Dureza Total (como CaCO ₃)	500 mg/l
Cloruros	600 mg/l
pH	6.5 - 8.5 (VIII).

Los parámetros que se citan a continuación vienen de las normas referidas en el libro tratamiento de aguas para abastecimiento público, 1977.

Parámetros	Valor Recomendado
Conductividad	750.0 mho/cm
Alcalinidad Fenolftaleínica	10.0 mg/l
Alcalinidad Total	75.0 mg/l

Para la interpretación de los resultados microbiológicos se utilizaron los siguientes

parámetros:

Parámetros	Valor Recomendado
Recuento Total	500 colonias
Número más probable de coliformes (NMP/100 ML.)	< 2.2 ML. (IX).

4. Instrumentos:

EQUIPOS:

- Termómetro calibrado (mercurio precisión).
- Balanza de precisión mettler Pj 4,000
- pH Metro Corning pH Meter 220
- Horno graduado Blue M Model #100 A
- Millipore U,V, Sterilizer cat #XX6370000
- Bomba de vacío Millipore Model #XX550000
- Nevera, Goldstar Modelo Gr 151 HGS
- Comparador de Hellige No.605 (ó.2- 12.0 ppm)
- Agitador magnético
- Soporte de membranas
- Pinza de embudo de microbiología, Millipore XX1004703
- Embudo Microbiología Millipore
- Membranas filtros Millipore tipo AA
- Fundas estériles 7 onzas model #B992

B. METODOLOGIA DE ANALISIS.

Muestreo:

- ♦ La muestra de análisis fisico-químico se tomaron en la salida del filtro de carbón activado y en la entrada de agua cruda, se tomaron 60 muestras de cada tipo de agua.
- ♦ El muestreo microbiológico se tomó en la salida del filtro de carbón activado, y estos resultados se comparan con las del agua cruda, que se recibe en la planta, se utiliza las muestras de cada agua.

Nota: Para tomar estas muestras microbiológicas se procedió a desinfectar el grifo o llave con alcohol etílico de 95%), luego se deposita la muestra en fundas plásticas estériles y son transportadas al laboratorio.

(ver método de ensayo microbiológico).

A. ANALISIS FISICO QUIMICOS:

1. Prueba de alcalinidad total:

El procedimiento es el siguiente:

- i. Abrir la canilla de prueba y dejar correr agua durante dos minutos.
- ii. Recoger agua con el erlenmeyer, lavando previamente tres veces con el agua a analizar.

- iii. Se agrega tres gotas de solución de tiosulfato de sodio, agitar y agregan tres gotas de solución indicadora verde de bromocresol.
- iv. Valorar con ácido sulfúrico (0.02 N), hasta que la solución color verde azulado se torne amarilla.
- v. Los mililitros gastados se multiplican por 10, y este valor corresponderá a la alcalinidad correspondiente a la muestra analizada y será expresado en mg/l (ppm).

2. Determinación de cloro libre residual:

Método de la Ortotolidina:

- ♦ Principio y Aplicación:

Determinar la concentración de "cloro libre residual", definida como una parte del cloro total residual que reacciona como ácido hipocloroso en agua.

Método:

- i. Abrir la canilla de prueba y dejar correr agua durante dos minutos.
- ii. Recoger agua con el erlrmeyer, lavado previamente tres veces con la misma agua a analizar.

- iii. Llenar dos cubetas con la muestra.
- iv. Agregar 10 gotas de indicador ortotolidina en un tubo de ensayo mezclar bien.
- v. Colocar el tubo de ensayo en el comparador de Hellige No. 331D, en la zona de comparación y la otra en la zona blanca.
- vi. Girar el disco contra la luz comparando el color de la muestra.
- vii. Se expresa el resultado en ppm de cloro libre residual. (V).

4. Prueba de pH:

- ♦ Principio y Aplicación:

El pH afecta los diversos métodos de tratamiento de agua que contribuyen a la eliminación de microorganismos, el pH ejerce un efecto indirecto en la salud, el cual estando fuera de normas, afectará en la calidad de la bebida, distorcionando los estándares establecidos.

Procedimiento de análisis:

- i. Se recoge una muestra de 50 ml.
- ii. Se calibra el pH metro con soluciones buffer de pH=4, pH=10.
- iii. Se limpia el electrodo con agua destilada y se seca previamente.

iv. Se introduce el electrodo en la muestra a analizar, hasta lectura constante.

v. Se anota el valor obtenido en la lectura del pH metro. (V).

3. *Métodos de análisis organoléptico:*

♦ Principio y Aplicación:

Determinar características generales del agua tratada a la salida del filtro de carbón activado.

Metodología:

i. Abrir la canilla de prueba y dejar correr el agua durante uno o dos minutos.

ii. Tomar la muestra de agua en el erlenmeyer, lavando previamente tres veces con el agua a probar.

iii. Usando una buena fuente de luz, observar las condiciones del agua. Debe ser clara y sin sedimentos.

iv. Oler y probar cuidadosamente la muestra. Debe estar exenta de olores y sabores extraños. (V).

5. Prueba de cloruro:

Procedimiento:

- i. Abrir el grifo de prueba y dejar correr el agua durante uno o dos minutos.
- ii. Tomar la muestra de agua, usando el erlenmeyer de 250 ml, lavándolo previamente 3 veces con la misma agua a probar.
- iii. Pipetear 100 ml de la muestra de agua y transferir al erlenmeyer de 150 ml limpio y seco.
- iv. Agregar un ml de la solución de cromato de potasio al 5%.
- v. Titular con la solución de nitrato de plata 0.1 N. hasta la aparición de un color leve amarillo anaranjado. Anotar los ml. utilizados.
- vi. Pipetear 100 ml de agua destilada y proceder de la misma manera que los items cuatro y cinco.
- vii. Anotar los ml utilizados.

Nota: expresar ppm de cloruro como Cl. (ml utilizados en la titulación ml de la prueba en blanco) x 10. (V).

6. *Determinación de dureza:*

Método de titulación con el ácido etilendiaminotetracético. (EDTA).

♦ Principio y Aplicación:

Determinar la presencia de dureza (calcio, magnesio) en la muestra de agua. Se basa en la titulación volumétrica de las muestras con Edta, hasta el viraje del indicador de dureza usado.

Método:

- i. Abrir la canilla de prueba y dejar correr el agua durante la uno ó dos minutos.
- ii. Tomar la muestra de agua con el erlemeyer lavado previamente tres veces con la misma agua a probar.
- iii. Pipetar (100 ml.). De muestra y pasar a una erlemeyer seco.
- iv. Agregar dos ml. De solución Buffer y una pizca de indicador (negro de eriocromo T), la solución tomará color violeta.
- v. Titular con la solución de Edta hasta la aparición de un color azul limpio.

Nota: Los ml. de Edta gastados X diez (10), corresponden a la dureza expresada como ppm de carbonato de calcio. (V).

B. ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

1. Generalidades:

La microbiología es la rama de la biología que estudia los organismos que solo pueden ser observados mediante la ayuda de lentes de aumento ó microscopio. Los microbios se pueden dividir:

- a. **Bacterias:** Organismos unicelulares de tamaño y forma variable de uno a cinco micras.
- b. **Levaduras:** Organismos unicelulares, esféricos u ovoides de 5 a 25 micras de diámetro.
- c. **Mohos:** Organismos pluricelulares, filamentosos.

Los microbios que pueden encontrarse en todas partes, siendo el agua un medio característico para su reproducción y contaminación.

Se han establecido ciertos recuentos de microorganismos máximos para cada lugar de toma de muestra; cualquier valor por encima de ellos significa una alerta y requiere solución inmediata.

El método de filtración por membrana tiene ventajas sobre el método clásico de placas:

- i. Permite trabajar con volúmenes de muestras mayores, que reducen el error de recuentos de colonias.
- ii. La membrana no retiene los conservadores que contienen la bebida, que inhibe el desarrollo microbiano.

2. Cualidades de laboratorio:

Para el correcto control microbiológico es necesario contar con un adecuado lugar de trabajo. La sala de microbiología debe estar ubicada en un área de poco movimiento de gente y debe ser lo suficiente grande para poder tener en su interior sólo los equipos de filtración y esterilización, y lo suficientemente pequeño para poder ser esterilizado totalmente.

Paredes, pisos y mesas deben ser lavados con detergentes, enjuagados con agua clorada de 20 ppm. las mesadas luego esterilizadas con alcohol (70%). El ambiente se debe esterilizar por luz ultravioleta durante media hora antes de iniciar el trabajo (V).

3. Descripción del método de filtración de membrana:

El método de filtración por membrana consiste en el pasaje del elemento líquido a analizar a través de una membrana de 0.45m de tamaño de poros, esta retendrá selectivamente el recuento total y la bacterias del grupo coliforme. La membrana con los microbios retenidos es incurada con el agregado de medio de cultivo que los microorganismos den origen a colonia visibles a simple vista y fáciles de contar.

TOMA MUESTRA:

1. Agua de canilla

- a. Dejar la canilla abierta uno ó dos minutos
- b. Cerrar y flamear con un hisopo con alcohol
- c. Abrir y tomar la muestra en una frasco o bolsa estéril, tapar.
- d. Conservar en frio (4oC) y analizar dentro de las 24 horas.

2. Agua

- a. Usar una jeringa descartable o pipeta estéril
- b. Tomar la muestra en un frasco ó bolsa estéril, tapar
- c. Conservar en frio (4oC) y analizar dentro de las 24 horas. (V).

5. Preparación del material:

- Esterilizar el área de filtración con luz ultravioleta media hora, y alcohol en las mesadas.
- Lavarse bien las manos con jabón y desinfectar con alcohol (70%).
- Apagar el ultravioleta y prender el mechero de Bunsen.
- Flamear las pinzas.

- ♦ Con la pinza flameada tomar un pad del paquete y colocarlo dentro de una placa de petri estéril.
- ♦ Colocar los 100 ml de muestra en el embudo
- ♦ Filtrar aplicando el vacío.
- ♦ Con la pinza flameada retirar la membrana y colocar sobre el pad embebido en el medio de cultivo.
- ♦ Finalizada la filtración, lavar y secar el equipo de filtración y reesterilizar todo (V).

6. Incubación:

	<u>TIEMPO</u>	<u>TIEMPO</u>
Bacterias	35°C	24 y 48 Hs.
Coliformes**	37°C	24 y 48 Hs.

7. Membranas:

0.45 micras de poro para recuento total y coliforme.

8. Medios de cultivo:

- ♦ Recuento Total

- ♦ Coliformes.

9. Esterilización:

- ♦ Soporte de membrana y embudos.
- ♦ Baño de agua en ebullición, inmersión de 15 minutos.
- ♦ Caja de U.V. radiación por 5 minutos.
- ♦ Material de vidrio.
- ♦ Horno seco 170°C, 30 minutos.

10. Recuento:

Bacterias: Son colonias traslúcidas, planas, con olor a podrido.

Coliformes: son de un brillo amarillento metálico.

Nota: Contar las colonias desarrolladas y expresar los resultados en 100 ml de muestra.

Si el número de colonias fuera incontable, registrar los resultados como DNPC:
(Demasiado numeroso para contar). (V).

Tercera Parte

Capítulo III

Resultados y Discusiones

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

A. RESULTADOS Y DISCUSIONES DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICO:

Ensayo de Alcalinidad:

Luego de analizadas las 60 muestras correspondientes, tomadas en un intervalo de tiempo de 10 días, promedio 6 muestra diarias, el resultado del agua tratada en comparación con el agua cruda fue el siguiente:

La gráfica #2 contenida en la 6ta. (sexta) parte correspondiente a los anexos, se observa una continuidad dentro de rango exepctuando los días cinco y seis (5 y 6), los cuales presentan variación por encima del limite superior de los parametros establecidos por la International Bottle Water Association (IBWA), si se compara este resultado con el de agua cruda analizada, podemos precisar en primer lugar que el agua cruda no reúne las condiciones necesarias de alcalinidad para la preparación de bebidas gaseosas y podria resultar inadecuados en el consumo humano, estando por encima de las normas establecidas (alcalinidad menos de 50 P.M., IBWA) ver gráfica #8 en el anexo; en segundo lugar, luego de someter el agua recibida (cruda), al proceso de tratamiento de agua por el método de floculación se obtubo una notable reducción de la alcalinidad lo cual la convierte en apta para la preparación de bebidas gaseosas, finalmente en la gráfica #5, que se refiere al promedio general de las 60 muestra analizadas en el punto, se observa en la alcalinidad una reducción de 30.1 PPM que equivale a un 41% de alcalinidad teniendo como referencia los análisis de alcalinidad realizados al agua cruda.

Ensayo de Dureza:

Las muestras de agua cruda que se observan en la gráfica 3, contenida en el anexo, expresan que los niveles de dureza se encuentran en un intervalo comprendido entre 80 y 130 PPM respectivamente, el cual es aceptada para el caso que nos ocupa, igualmente podemos precisar que el agua no tratada luego de ser sometida al proceso de floculación, se obtuvo una considerable reducción del nivel de dureza estando comprendida entre 89.50 y 50 PPM, lo que indica un nivel más apropiado de calidad para la preparación de las bebidas gaseosa.

Ensayo de Cloro:

El agua cruda obtenida del acueducto nos presenta un nivel bajo e irregular de cloración, la cual comprende entre 3.5 y 0 PPM de cloro libre residual. (Vcr gráfica #4 en el anexo).

Las normas de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y (IBWA) establecen que el nivel aceptado de cloración en la bebida gaseosa es cero (0) PPM. expresado como Clo.

Tomando en consideración lo que anteriormente expresamos, se afirma que el agua cruda contiene niveles inapropiados de cloro para el consumo humano. Por el contrario el agua tratada por el sistema de floculación nos presenta un nivel dentro de normas dando negativa la presencia de cloro en todos los ensayos realizados.

Ensayos Organolépticos:

Las muestras de agua tratada presenta niveles inapropiados de calidad, observandose en

estas la presencia de sustancias extrañas que le proporcionan turbidez, olor y sabor. A diferencia del agua cruda, el agua tratada carece de elementos extraños que le proporcionan las características anteriormente señaladas, haciendola cristalina excenta de olor, sabor y turbidez.

Ensayo de pH:

En las muestras de agua tratada se observa un resultado de pH ligeramente alcalino (gráfica #5 del anexo), estado alrededor de pH=9, mientras que el agua cruda se encuentra entre pH= 7 y pH= 7.5 aproximadamente lo cual es una condición normal en el proceso ya que a través de éste, el agua tiene contacto con productos químicos, los cuales elevan el pH al agua tratada.

Ensayo de Cloruro:

Este ensayo dió un resultado excelente, ya que la cantidad de cloruros que se obtuvo fue de 25 PPM como Cl, estando totalmente dentro de normas, ya que el limite superior de cloruros es 250 PPM.

Nota: Este ensayo fue realizado en el laboratorio serralles de ensayos fisicos quimicos (división de aguas).

B. DISCUSION DE LOS RESULTADOS FISICOS QUIMICO:

De acuerdo a los estándares de la **International Bottle Water Asociation (IBWA)**, de los Estados Unidos en lo relativo a la alcalinidad, dichos estándares establecen como nivel máximo 50 PPM expresado como carbonato de calcio (Ca Co3) comparado este valor con el resultado

obtenido en este trabajo se observa que el nivel de alcalinidad alcanzado cumple con los parámetros elegidos para el agua de consumo en la preparación de las bebidas gaseosas.

En lo relativo a dureza, las muestras obtenidas de nuestro acueducto revelan niveles aceptables, aunque es oportuno señalar que mientras menor se presenta los niveles de dureza aumenta la calidad del agua, en el gráfico #6, nos muestra el análisis comparativo entre la muestra de agua cruda y agua tratada, se observa que luego del proceso de tratamiento el nivel de dureza se reduce en un 35% (comparación agua cruda y agua tratada), la cual es favorable en los caracteres organolépticos de la bebida gaseosa.

En lo que respecta al análisis de cloro libre residual, ensayos organolépticos, ensayos de pH y cloruros se observa un nivel de calidad excelente en el agua tratada, ya que el proceso es continuo y mantiene en un 100% la especificación requerida en estas cuatro variables, cumpliendo las normas mencionadas anteriormente.

Capítulo IV

Resultados y Discusión de los Análisis Microbiológicos

RESULTADOS Y DISCUSION DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.

A. RESULTADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS:

En los ensayos Microbiológicos del agua cruda, se observa en el análisis de bacterias Coliformes, la ausencia de estos en un cien por ciento, con la cual se deduce que el agua del acueducto esta libre de contaminación fecal, y en este aspecto cumple los estandares de las normas establecidas anteriormente, con esto se deduce y por medio de ensayos se comprueba que el agua tratado está tambien exenta de estos microbios.

En el ensayo microbiológico de recuento total de bacterias (agua cruda), se observa una variación en el porcentaje dentro de normas la cual oscila entre 98 y 30% como limite superior y limite inferior respectivamente (Ver gráfica #11 en anexos). Siendo el porcentaje promedio 81.8 (ver gráfica #15), el cual está por debajo del limite inferior de las normas establecidas por la **(IBWA)** anteriormente.

En lo que refiere al resultado del recuento total de bacterias del agua tratada, se observa, una continuidad en las primeras cinco semanas, estando todos los ensayos dentro de norma, pero en la sexta semana se produce un descenso drástico, alcanzando un nivel totalmente fuera de norma (60% dentro de norma), la séptima semana también disminuye y llega al 50% dentro de norma y en los tres ensayos restantes oscila entre 98,70 y 100 porcentaje respectivamente. Mostrando un resultado no continuo en los ensayos realizados, y una necesaria revisión al proceso.

3. DISCUSION DE LOS RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS:

Se observa en la gráfica #15 que se refiere al promedio de ensayo microbiológicos; que tanto el agua cruda como el agua tratada están exentas de estas bacterias, al no estar presentes estas bacterias se puede agregar que la calidad sanitaria de esta agua presenta buen estado; Sin estos indicadores de descarga fecales se puede interpretar como una medida de la no contaminación por organismos patógenos.

En la gráfica #15, del promedio de ensayos microbiológicos se observa el recuento total de bacterias del agua tratada promedio un 86.8%, estando éste valor fuera del valor esperado, estos resultados identifican una población de bacterias que el proceso puede ausentar, y luego, el agua tratada se acerca en un 5% en comparación con el agua cruda, al estándar necesario no quedando el producto final (agua tratada) dentro de los rangos esperados.

Cuarta Parte

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusión.

Hemos analizado 120 muestras de agua de las cuales 60 muestras corresponden al agua tratada por el método de floculación y 60 muestras de agua cruda a las cuales se les determinaron sus resultados físicos-químicos, durante un periodo de diez días, llegando a las siguientes conclusiones:

- ♦ En cuanto a su alcalinidad podemos decir que el agua tratada por el método cumple con los estándares de la (IBWA). Estos ensayos presentaron diferencias apreciables entre si, lo que indica que es necesario obtener un proceso continuo, para evitar la variabilidad de los resultados: diferenciados del agua cruda, la cual en todos los ensayos se mantuvo fuera de normas.
- ♦ Los valores de dureza obtenidos tanto en el agua cruda como en el agua tratada son aceptables para la fabricación de bebidas gaseosas no alcohólicas, pero en la última se observa una disminución de la dureza la cual es beneficiosa en el agua tratada y a la vez aumenta la vida media de los filtros, además proporciona mejores caracteres organolépticos a la bebida.
- ♦ Con respecto a los ensayos de pH, cloruros, cloro y caracteres organolépticos, los resultados están dentro de los estándares establecidos por la **International Bottle Water Association** para la preparación de bebidas gaseosas no alcohólicas.

Análisis Microbiológicos:

Analizamos 20 muestras de agua de las cuales 10 muestras corresponden al agua tratada por el método de floculación y 10 muestras de agua cruda las cuales se analizaron microbiológicamente, durante un período de 10 semanas (una muestra semanal), llegando a las siguientes conclusiones:

- En el ensayo de coliforme los resultados tanto en el agua cruda como en el agua tratada presentaron ausencia del grupo coliforme, cumpliendo con las especificaciones antes mencionadas.
- En cuanto al recuento total de bacterias, el promedio de los resultados, del agua tratada por el método de floculación y el agua cruda no cumplen con los estándares establecidos.

Estos entre sí presentan variación, la mayoría entra en los valores establecidos y la menor parte fuera de dichos valores, algunos de estos valores se presentan un 30% dentro de normas, siendo esta la causa de que los valores estén fuera de las normas establecidas, pudiendo considerarse mínima la contaminación por análisis realizados semanalmente, y en otras semanas siendo drásticas la contaminación, se llegan a una población extremada de bacterias, afectando esto en el valor promedio obtenido.

Definición de los Problemas Encontrados:

Los problemas presentados principalmente por el tratamientos de agua son la no continuidad de los valores obtenidos en los análisis realizados, oscilando los resultados por

encima del límite superior, dentro de normas y por debajo del límite inferior, lo que hace que el tratamiento no se repetitivo.

Esto hace que el tratamiento de agua no este continuamente dentro de los estandares requeridos por la IBWA, por la cual se necesita un ajuste al proceso para obtener una continuidad en los resultados del agua tratada.

Identificación de las causas más probables.

- ♦ Luego de haber obtenido los resultados finales de los análisis realizados, podemos afirmar que las causas más probables que harían variar los resultados de las pruebas del muestreo realizado son las siguientes:
 - i. Dosificación de los productos químicos inconsistente.
 - ii. Flujo de entrada de agua (abastecimiento).
 - iii. Variación de las fuentes de suministros.
 - iv. Calidad de los productos químicos (concent. requerida).
 - v. Entrada de agua al reactor
 - vi. Calidad d elos reactivos para el análisis de agua tratada.
 - vii. El retrolavado por lo menos en una jornada de 16 h. de los filtros de arena y carbón.

viii. Preparación de productos químicos en igual proporción, cada vez que se preparen.

ix. En el tanque de retención debe de tener un ciclo con una velocidad constante para tener buena floculación, la cual retendrá más particular.

1. Dosificación inconsistente de los productos químicos.

Es un hecho inconvertible que toda vez que se suministra una ración variable de productos químicos, se obtendrá cambios en los resultados que producen alteraciones de tipo ascendentes y descendentes, ocasionando esto un resultado no repetitivo, el cual no cumple con las estándares y lo hace impreciso.

2. Flujo de entrada de agua.

Cada vez que el flujo de agua es variante se verificará un aumento ó una disminución en la dosificación, ya que la entrada de agua y la dosificación de productos químicos son inversamente proporcionales.

3. Variación de las Fuentes de Suministros.

En nuestro acueducto se verifica una variación físico-química y microbiológica dependiendo de la fuente de suministros, ya que cada fuente de suministro presenta características diversas.

Una fuente de suministro con valores alejados de normas para preparación de bebidas gaseosas no alcohólicas, implica un mayor control del proceso, de tratamiento de agua, un mayor consumo de productos químicos de reactivos utilizados en el laboratorio para la verificación de los resultados del análisis de agua tratada.

4. Preparación de Productos químicos en igual proporción, para que la dilución sea igual en cada recarga.

Si tenemos unos productos químicos a diferente concentración y ya tenemos adaptados los dosificadores, influirá en la cantidad de productos químicos ya sea aumentando la concentración si en el agua estos están más concentrados, y disminuyendo si estos productos químicos están más diluidos de lo indicado, presentándose así un proceso no continuo, el cual se observará en los resultados de los análisis, presentándose estas oscilaciones encima del límite superior y debajo del límite inferior respectivamente.

RECOMENDACIONES:

- En el caso de la variación de la cal, discontinuar el uso de dosificadoras y sustituir estas con un tanque aforado con un orificio de alimentación calibrable.
- Con respecto a los demás dosificadores (cloro y sulfato), sustituir estas por otras de mejor calidad, que en el trabajo real tenga la presión de 100 PSI. ó más. En caso de seguir trabajando con dosificadores ,
- Tener control del chequeo de cada dosificador ya que este pueda mantener una dosificación estable y esta no se vea afectada por la parada automática de la capacidad de llenado del tratamiento de agua.

- Hacer control de dosificación con un sistema permótico, el cual es un sistema automático de dosificación de productos químicos, este cuenta los galones de agua y los registros; para una cantidad específica de agua, éste dosifica una porción determinada de los productos químicos, obteniendo de esta manera la dosificación requerida en un determinado flujo de agua.
- El retrolavado de filtros (arena y carbón), debe de realizarse en una jornada de trabajo de no más de 16 horas, para así mantener el carbon activado , el mayor tiempo posible en servicio, alargandole el ciclo de vida al carbón.

El retrolavado en el filtro arena, es para evitar el acumulamiento de lodo en el lecho de arena, y que este penetre haciendo surcos, los cuales, se depositaran en el filtro carbón disminuyendo el tiempo de vida del carbón activado, y esto poder influir en la calidad del agua tratada.

- Posterior al paso del agua para el sistema de floculación (estudiado anteriormente), se puede agregar un sistema de ozono ó un filtro de luz ultravioleta, para garantizar una excelente calidad bacteriana en el agua tratada.

Quinta Parte

Referencia Bibliográfica

Bibliografía.

- I. Mejungin, F. Eugene
Agua y Salud Humana
MEXICO 1988
EDITORIAL LIMUSA, S.A.
- II. Organización Mundial de la Salud
Normas Internacionales para el Agua Potable
Ginebra 1971
3ra. EDICION
- III. Organización Panamericana de la Salud
Guia para la Calidad del Agua Potable
1987.
- IV. Organización Panamericana de la Salud
Procedimiento Simplificados para el Examen de Agua Manual de Laboratorio.
2da. Edición en Español, 1978
- V. **Manual de Producción sola Ingeniería**
PEPSI COLA Internacional, 1992.
- VI. ZAPATA RUIZ, JUAN.
Manual Práctico de Bebidas para la Industria de Refrescos
All Americas Publishers Service, Inc., 1966
- VII. Organización Panamericana de la Salud
Guías de Evaluación de Laboratorio Bacteriológicos de Análisis de Agua
Documento Técnico 3, 1976
- VIII. Organización Panamericana de la Salud
Guia para la Evaluación de Laboratorios de Agua, Análisis Físicos y Químicos

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
Documento Técnico 4, Lima-Perú, 1979

- IX. International Bottle Water Association
Estándares del Agua Tratada para Producción de Bebidas Gaseosas no Alcohólicas
1989
- X. **Libro Tratamiento de Agua para Abastecimiento Público**
1977
- XI. PEPSI COLA Mexicana, S. A.
Manual de Tratamiento de Agua
- XII. Villee, Claude
Biología
Editorial Interamericana
Mexico 1987
- XIII. Sawetz, Ernest
Manual de Microbiología Médica
El Manual Moderno, S. A.
Mexico, 1970. DR.

ANEXO

GLOSARIO DE TERMINOS

Glosario de Términos.

Peritóneo: Capa de epitelio escamoso.

Meninges: Tres membranas que envuelven al cerebro y la médula espinal.

Gram Negativo: Relativo a los microorganismos que no retienen el colorante violeta utilizado por el método Gram para colorear bacterias.

Gram Positivo: Relativo a microorganismos que retienen el color violeta utilizado en el método Gram.

Flagelos: Proyecciones celulares que sirven para autopropulsarse en el medio.

Anaerobio: Que vive o se desarrolla en ausencia de moléculas de oxígeno.

Patógeno: Organismos que son capaces de causar enfermedades.

Floculación: En el tratamiento de agua, un proceso que causa la unión de materia sólida en pequeños grumos.

Saprófito: Organismo que se desarrolla sobre sustancias podridas.

Electrólito: Compuesto que se disocia en iones al ser disuelto en agua.

Esterilización: Proceso mediante el cual se quita a un organismo la capacidad de reproducirse.

Putrefacción: Metabolismo anaerobio de las proteínas y aminoácidos.

Septicemia: Alteración de la sangre causada por la presencia de microbios infecciosos.

Sedimento: Materia que se precipita al fondo de un líquido.

Ortotolidina: Indica la presencia de cloro en el agua.

Colesistitis: Inflamación de la vesícula biliar.

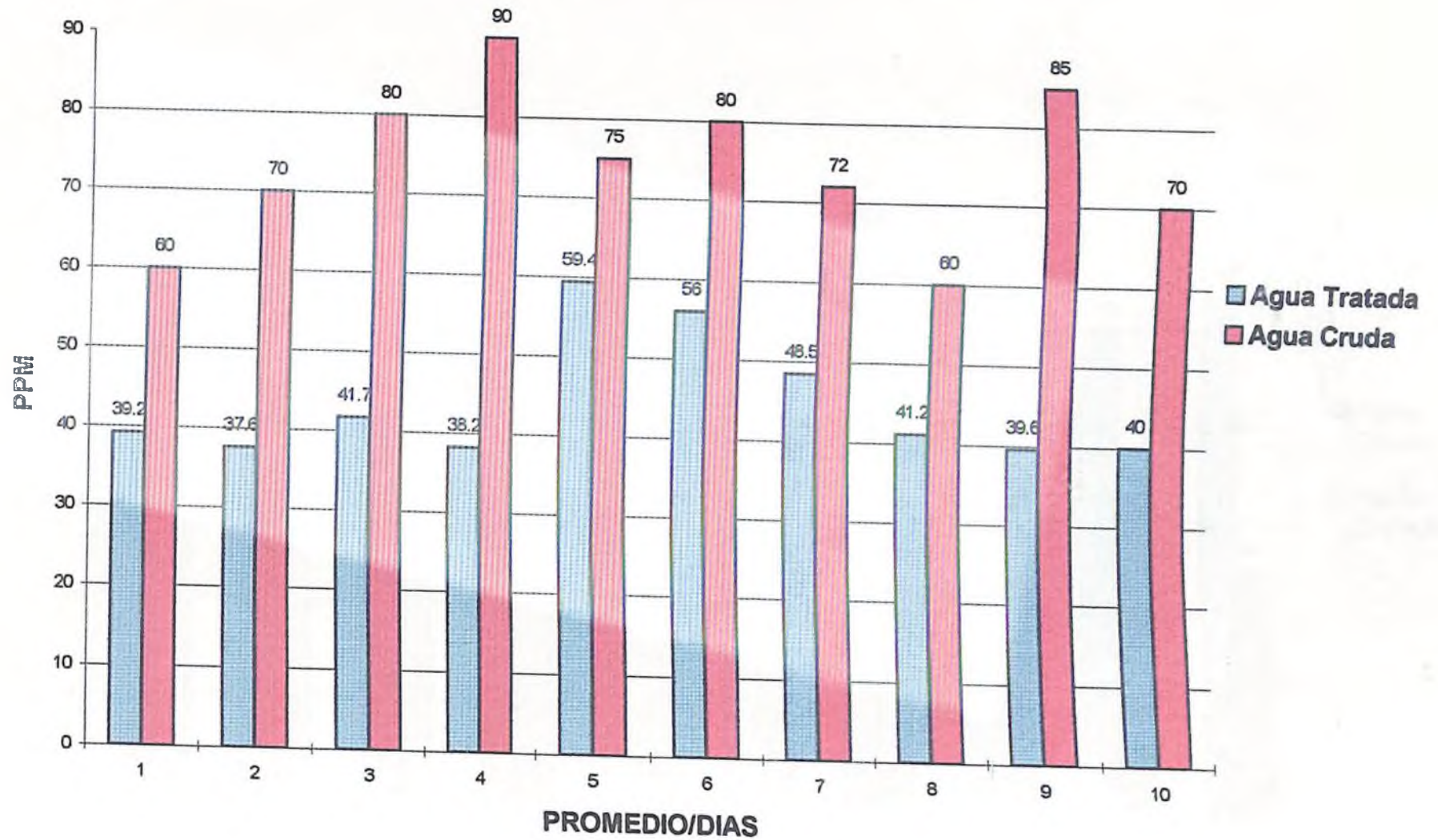
ABREVIATURAS Y SIMBOLOS USADOS

mg/L	Miligramos por litros.
EDTA	Actido Etilendiaminotetracético
ppm	Parte por millón
RT/ml	Recuento total de colonias pormililitro
NMP/100 ml	Número más probable de coliformes por 100 ml
g/L	Gramos para litros.
%	Por ciento.
OMS	Organización mundial de la salud.
OPS	Organización Panamericana de la salud.
°C	Grados Centigrados
DNPC	Demasiado Númeroso para contar.
IBWA	International Bottle Water Association.
X	Por.

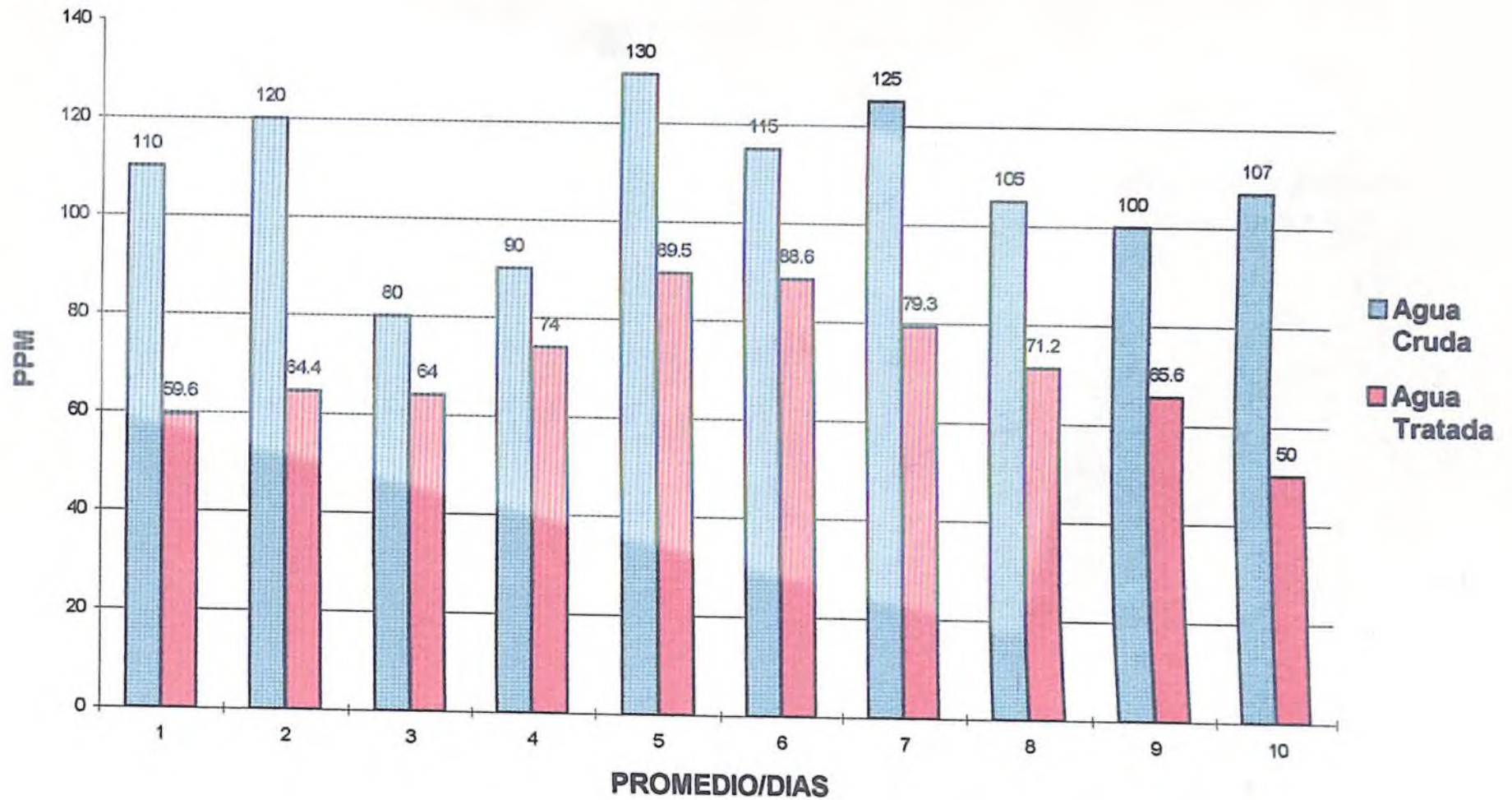
TABLA DE VALORES PROMEDIOS POR DIA DE ENSAYOS FISICO QUIMICOS

	ALCALINIDAD		DUREZA		CLORO		PH	
	A. Cruda	A. Tratada	A. Cruda	A. Tratada	A. Cruda	A. Tratada	A. Cruda	A. Tratada
DIA 17-08-95	60	39.2	110	59.6	1.5	0	6.3	9.2
DIA 18-08-95	70	37.6	120	64.4	2.5	0	7.2	9
DIA 19-08-95	80	41.7	80	64	1	0	6.5	9.5
DIA 20-08-95	90	38.2	90	74	3.5	0	6.7	9.3
DIA 21-08-95	75	59.4	130	89.5	1	0	7.3	10
DIA 22-08-95	80	56	115	88.6	0.5	0	6.6	10.2
DIA 23-08-95	72	48.5	125	79.3	0.5	0	7.1	9.5
DIA 24-08-95	60	41.2	105	71.2	0	0	6.7	9.2
DIA 25-08-95	85	39.6	100	65.6	1	0	6.5	9
DIA 26-08-95	70	40	107	50	1.5	0	6.6	10.3

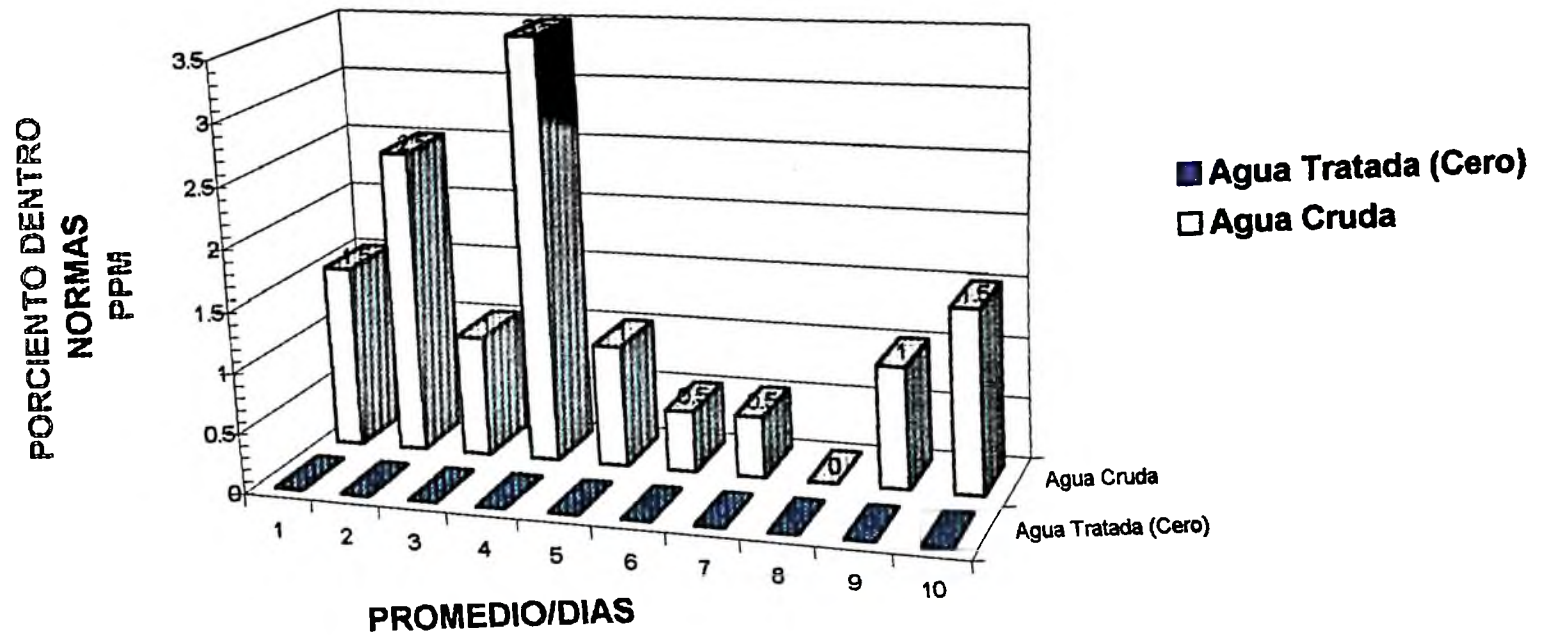
ENSAYO DE ALCALINIDAD



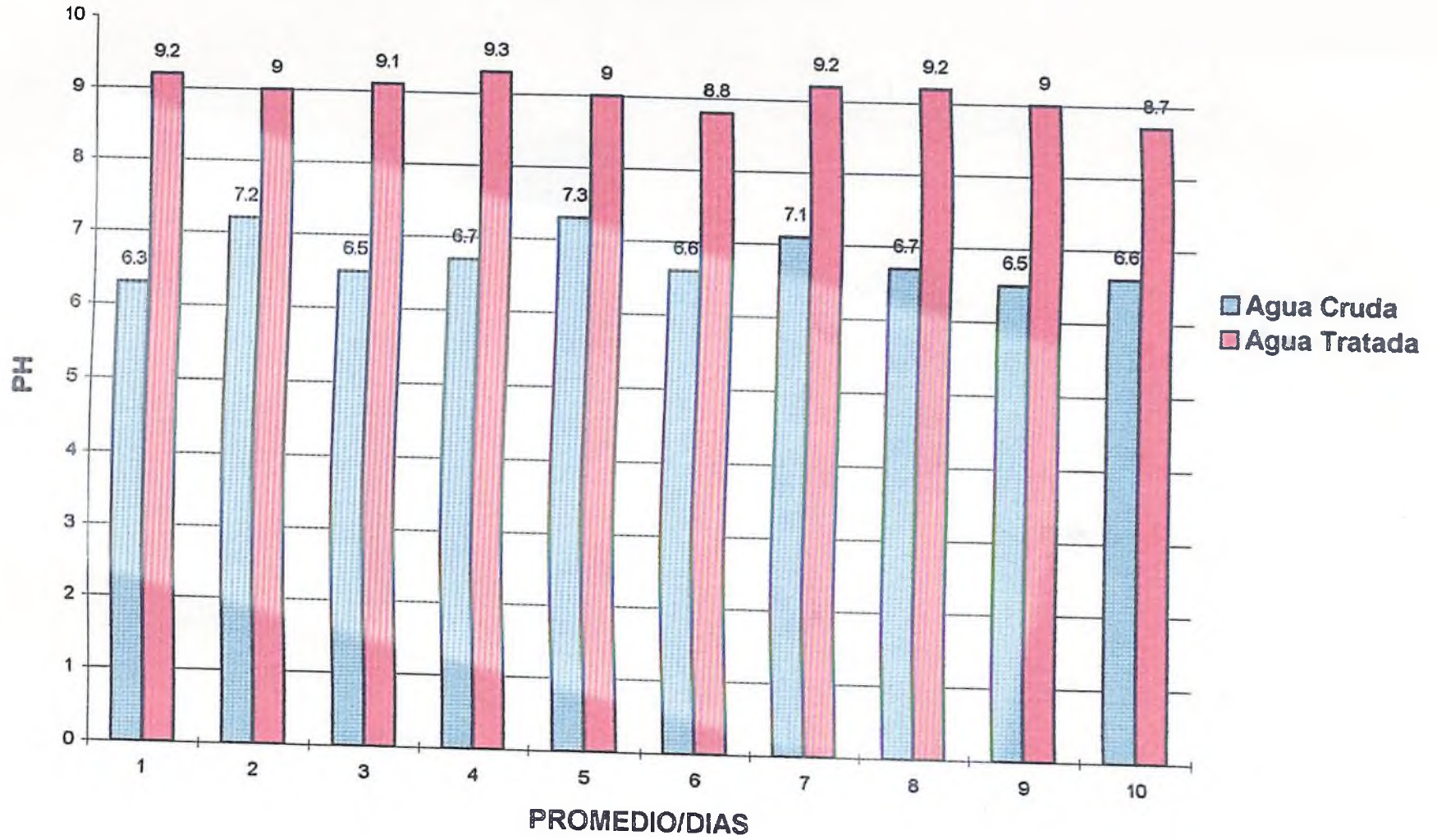
ENSAYOS DE DUREZA



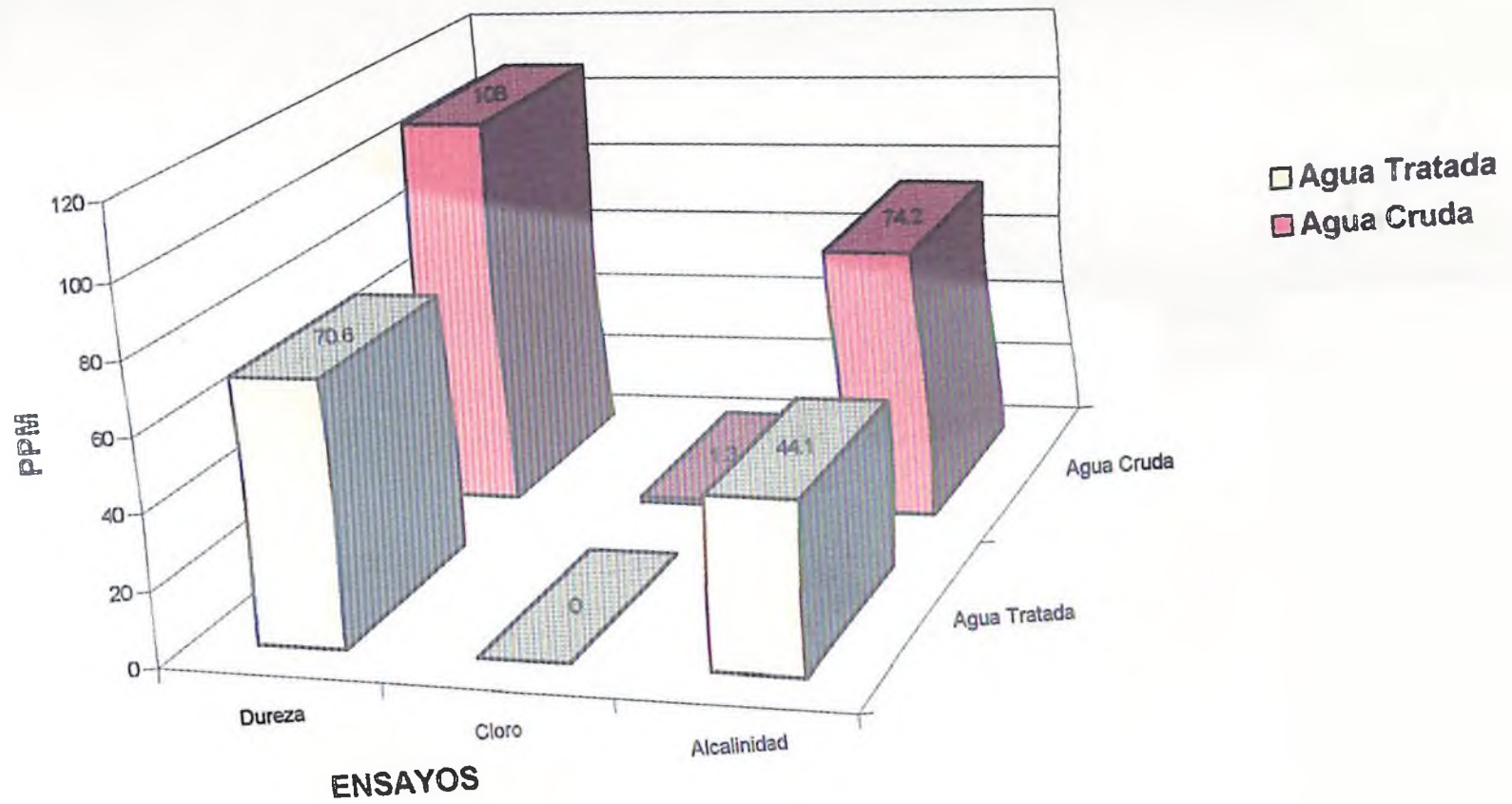
ENSAYOS DE CLORO



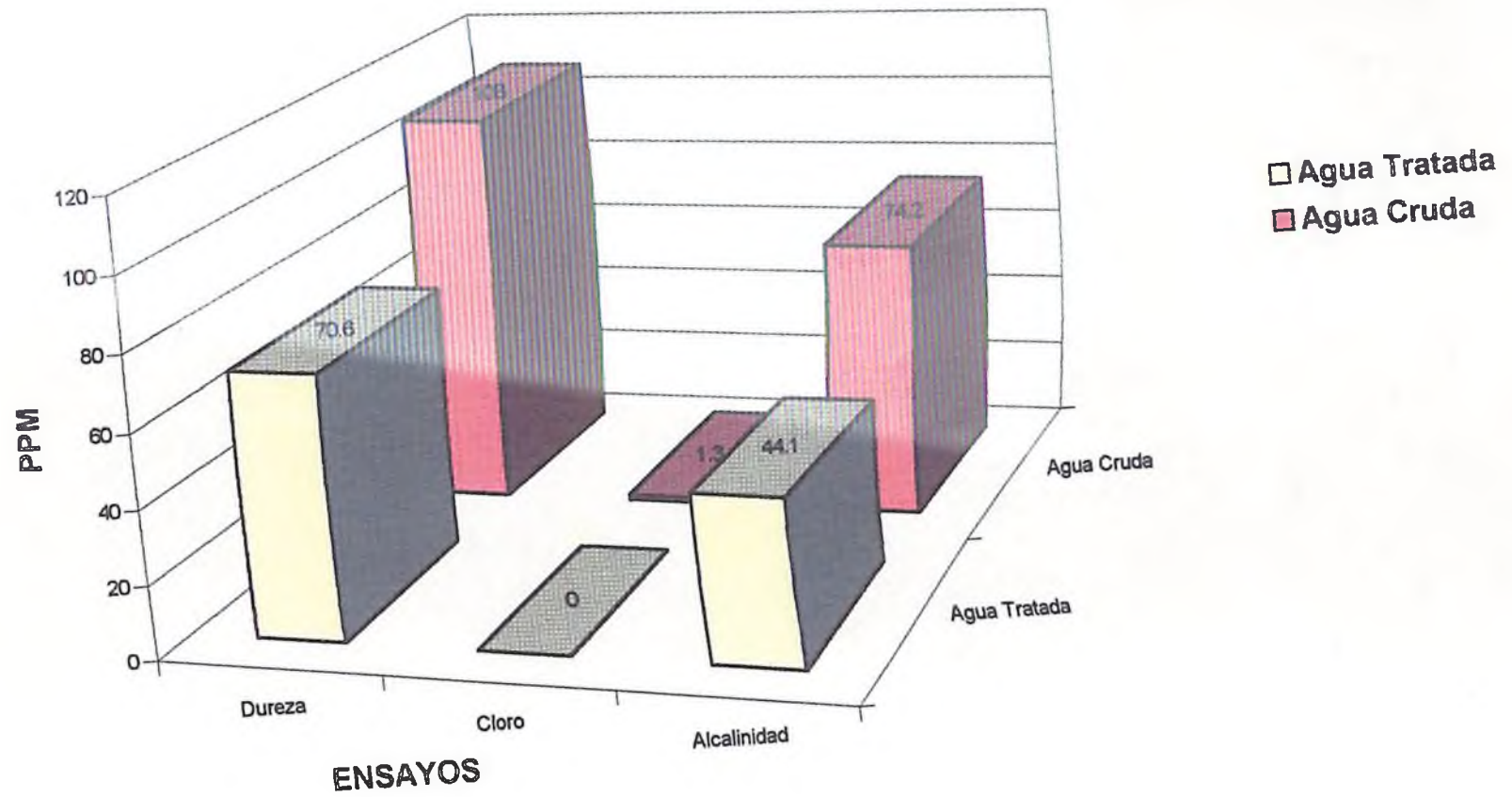
ENSAYO DE PH



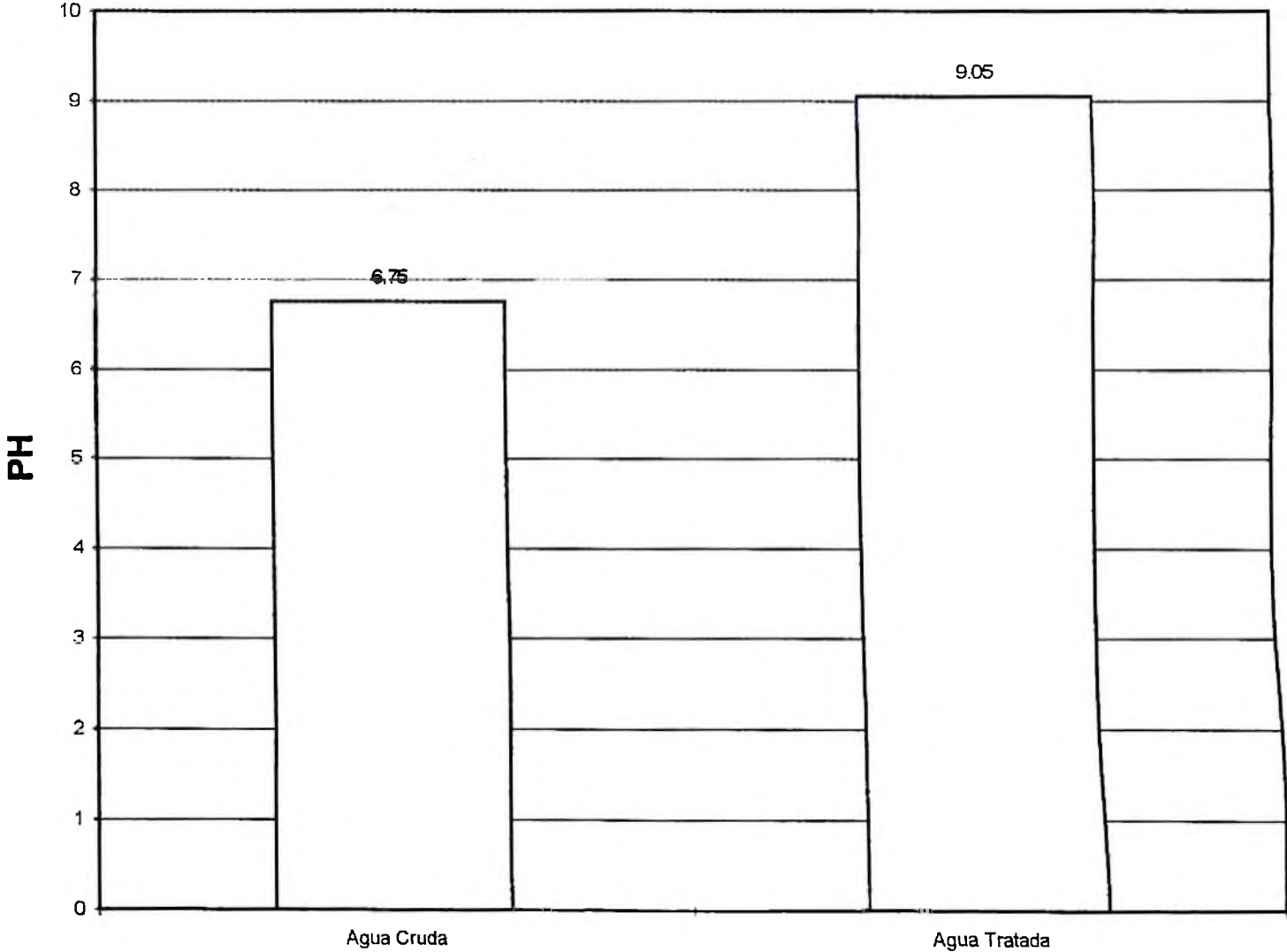
PROMEDIO DE ENSAYOS FISICOQUIMICOS



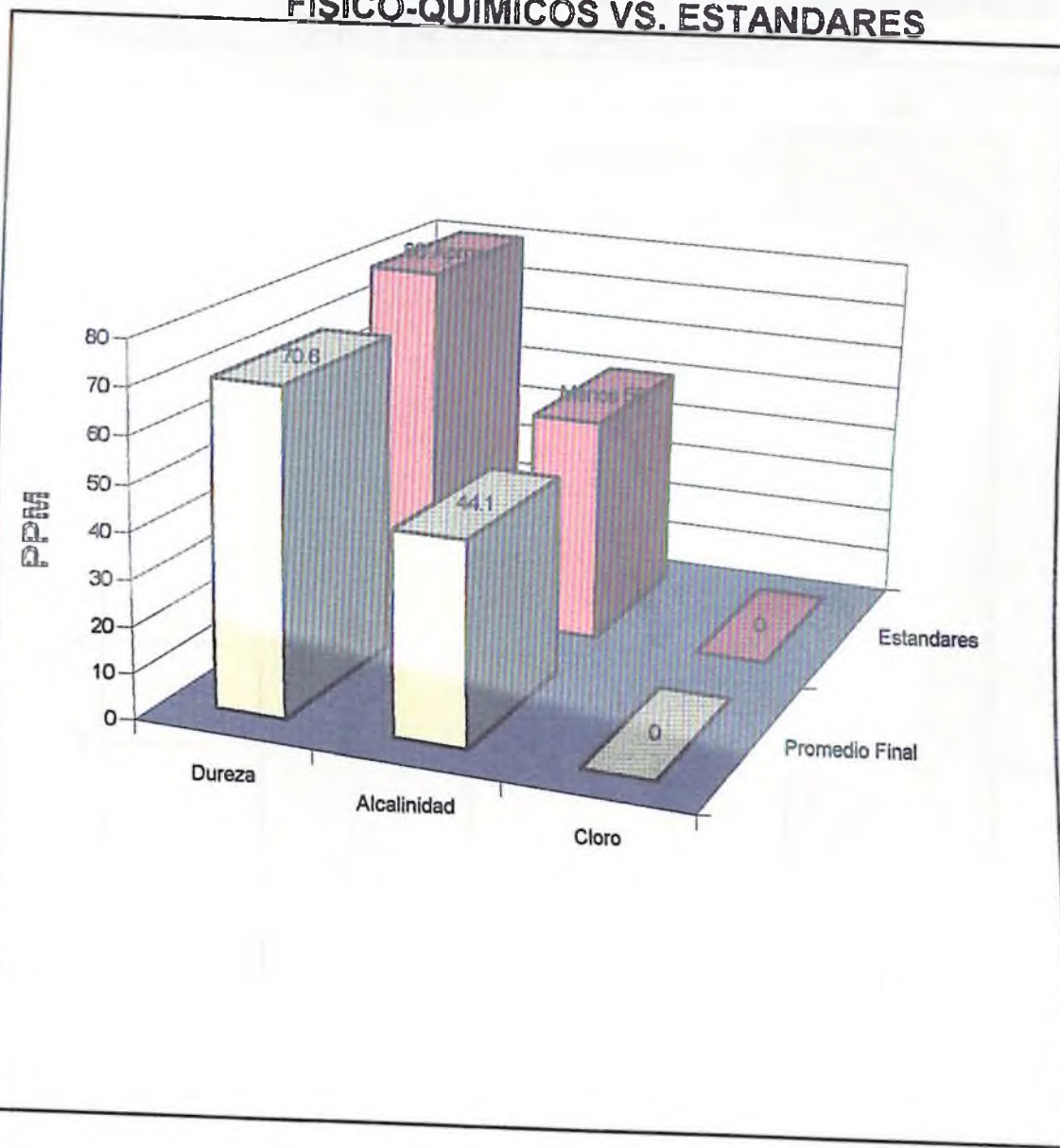
PROMEDIO DE ENSAYOS FISICOQUIMICOS



PROMEDIO DE ENSAYOS DE PH

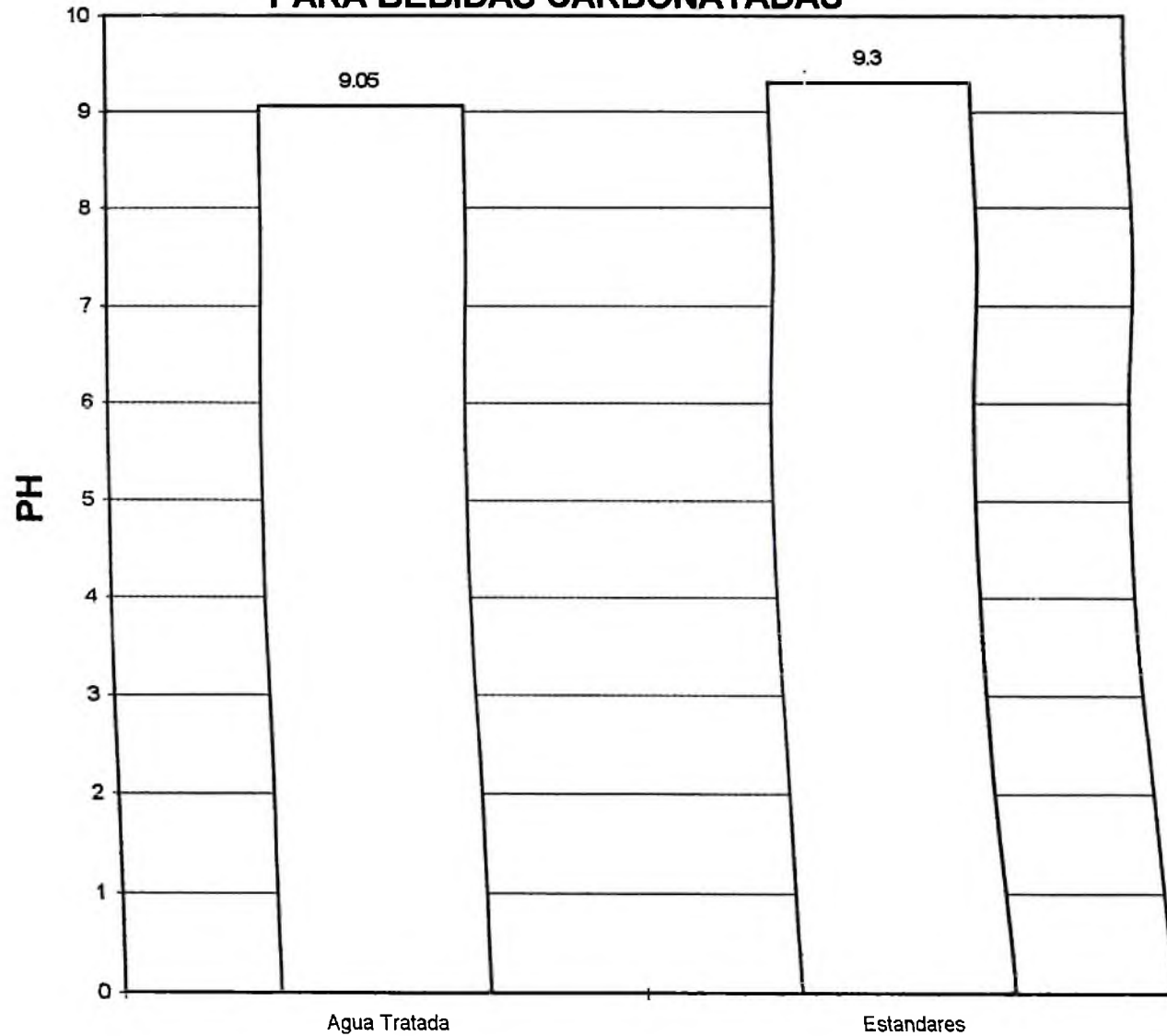


COMPARACION PROMEDIO FINAL DE ENSAYOS FÍSICO-QUÍMICOS VS. ESTANDARES



□ Promedio Final
■ Estandares

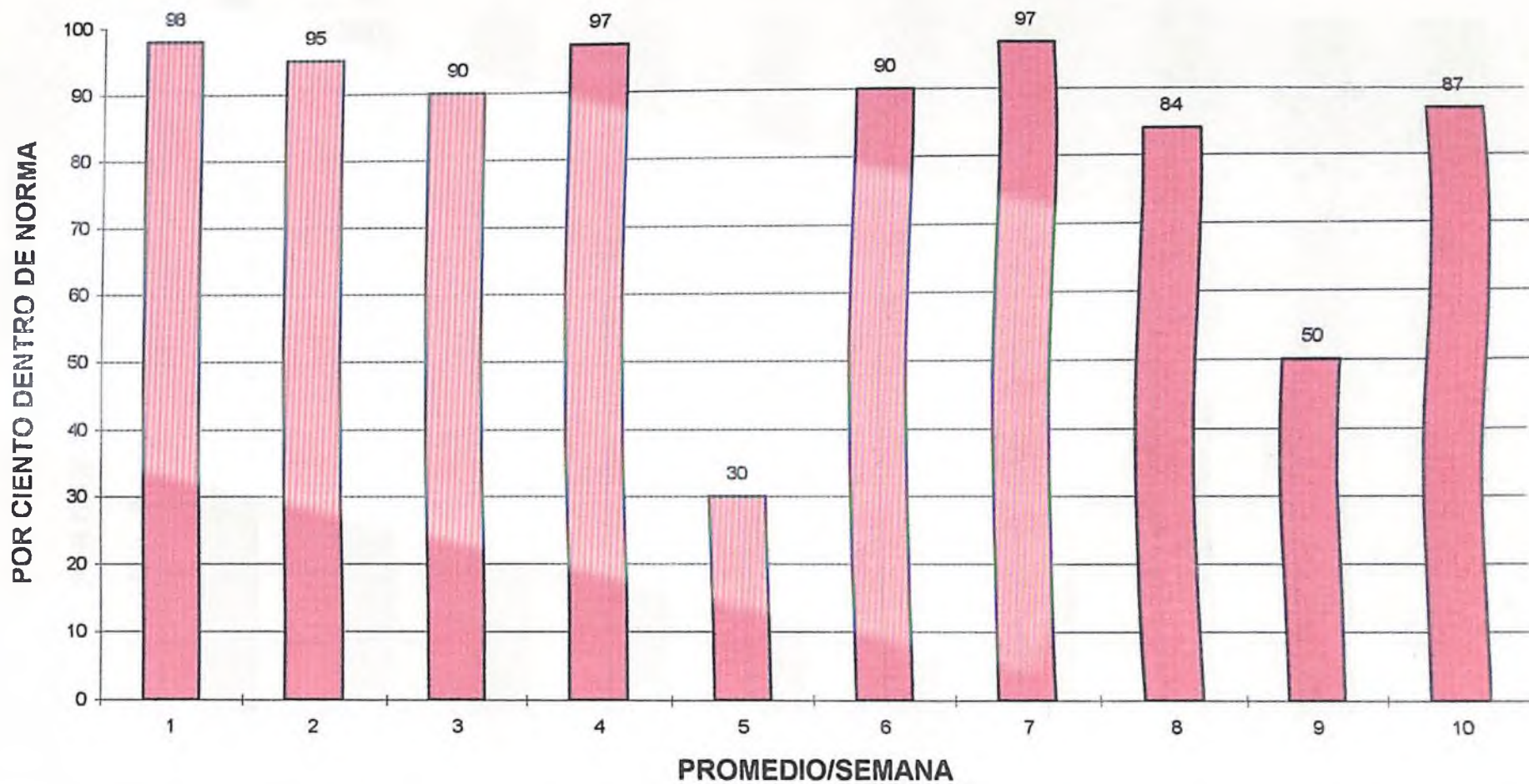
COMPARACION DEL PROMEDIO FINAL DE PH VS ESTANDARES DE AGUA PARA BEBIDAS CARBONATADAS



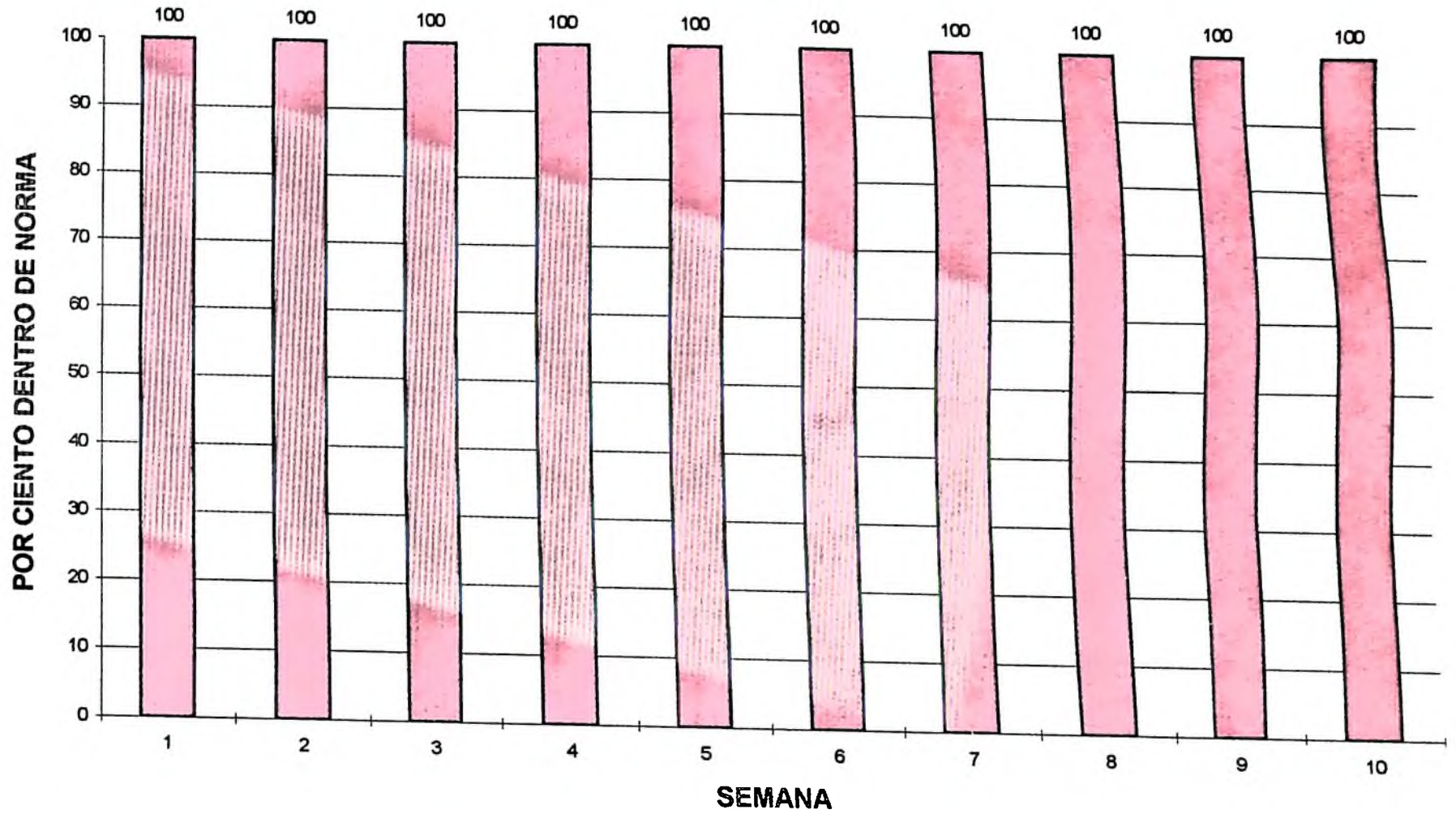
**TABLA DE VALORES PROMEDIOS POR SEMANA
DE ENVASES MICROBIOLÓGICOS**

	Agua Cruda		Agua Tratada	
	Recuento Total	Coliformes	Recuento Total	Coliformes
SEMANA 1	98	100	100	100
SEMANA 2	95	100	100	100
SEMANA 3	90	100	100	100
SEMANA 4	97	100	100	100
SEMANA 5	30	100	100	100
SEMANA 6	90	100	60	100
SEMANA 7	97	100	50	100
SEMANA 8	84	100	98	100
SEMANA 9	50	100	70	100
SEMANA 10	87	100	100	100

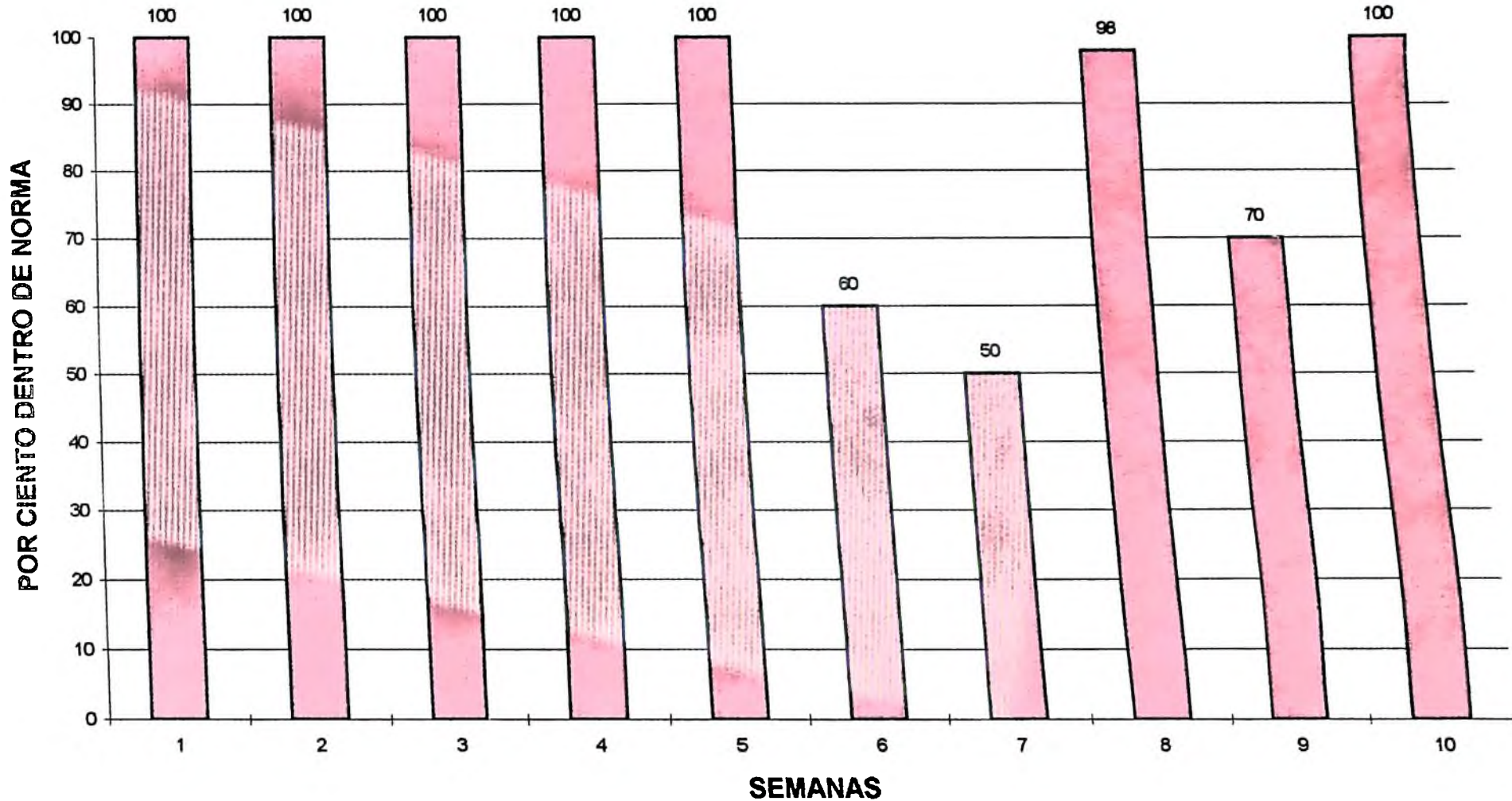
**ENSAYO MICROBIOLÓGICO
AGUA CRUDA
RECuento TOTAL**



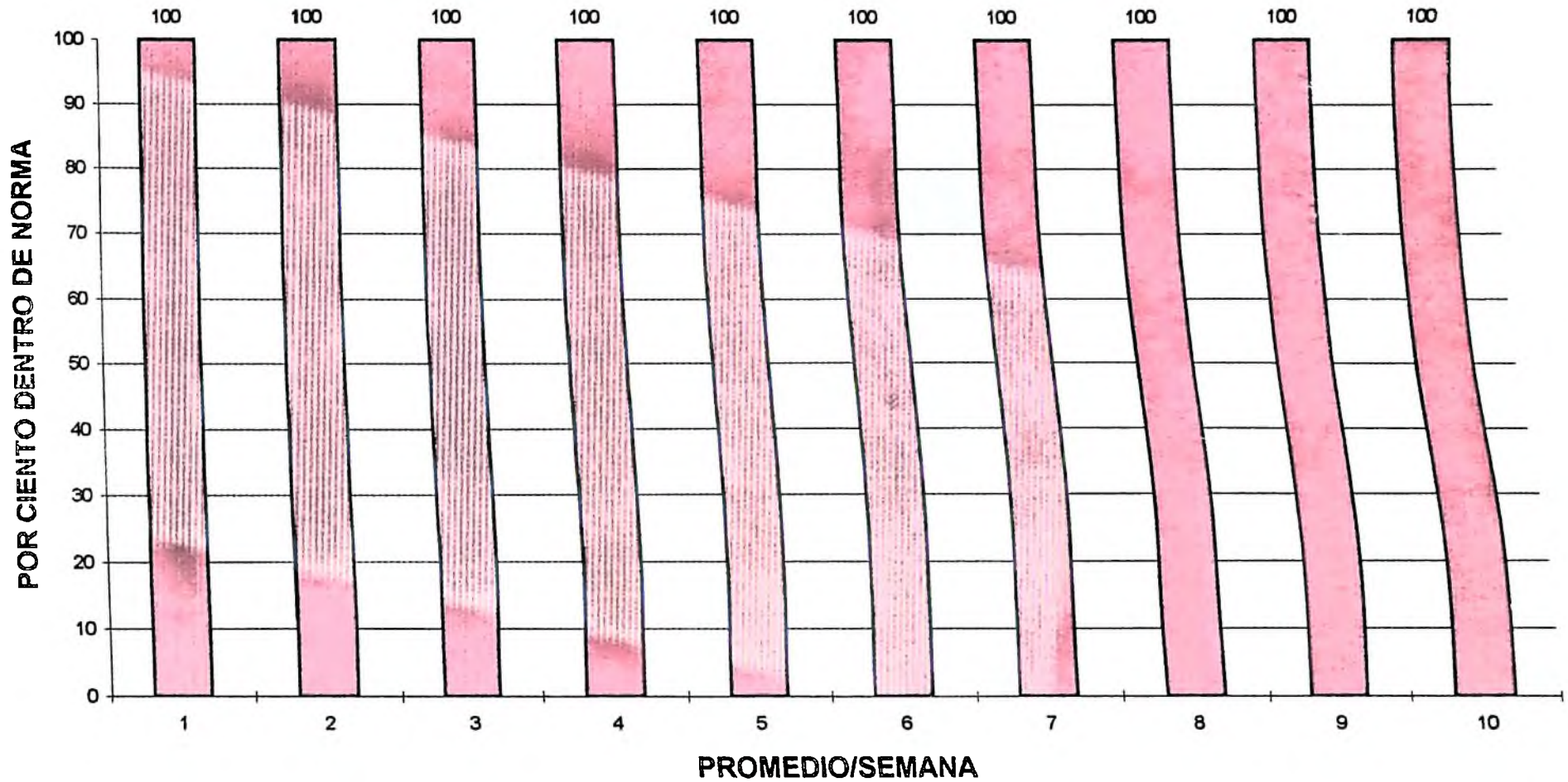
**ANALISIS MICROBIOLÓGICO
AGUA DEL PURIFICADOR DE CARBÓN
COLIFORMES**



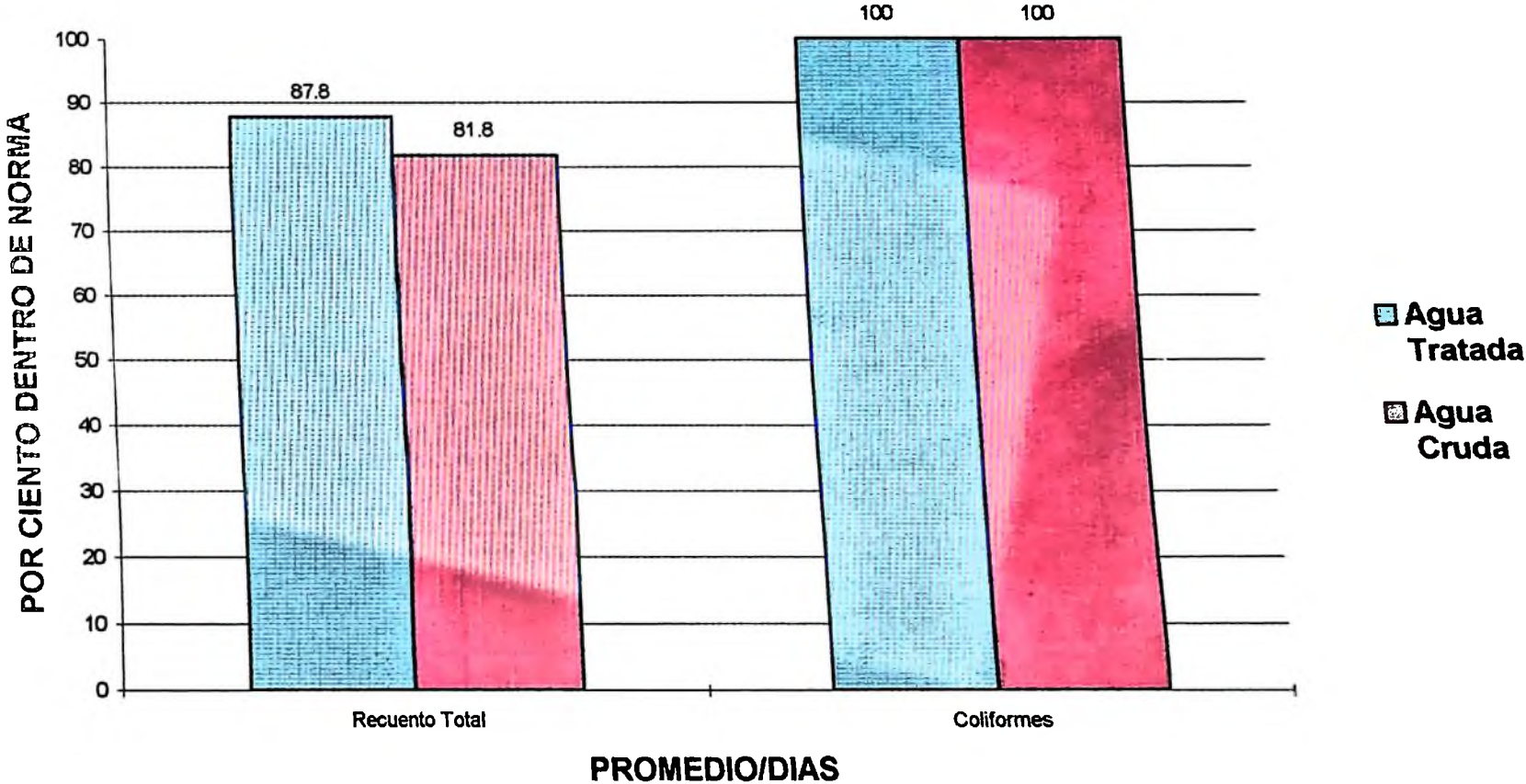
ANALISIS MICROBIOLÓGICO AGUA DEL PURIFICADOR DE CARBÓN RECuento TOTAL



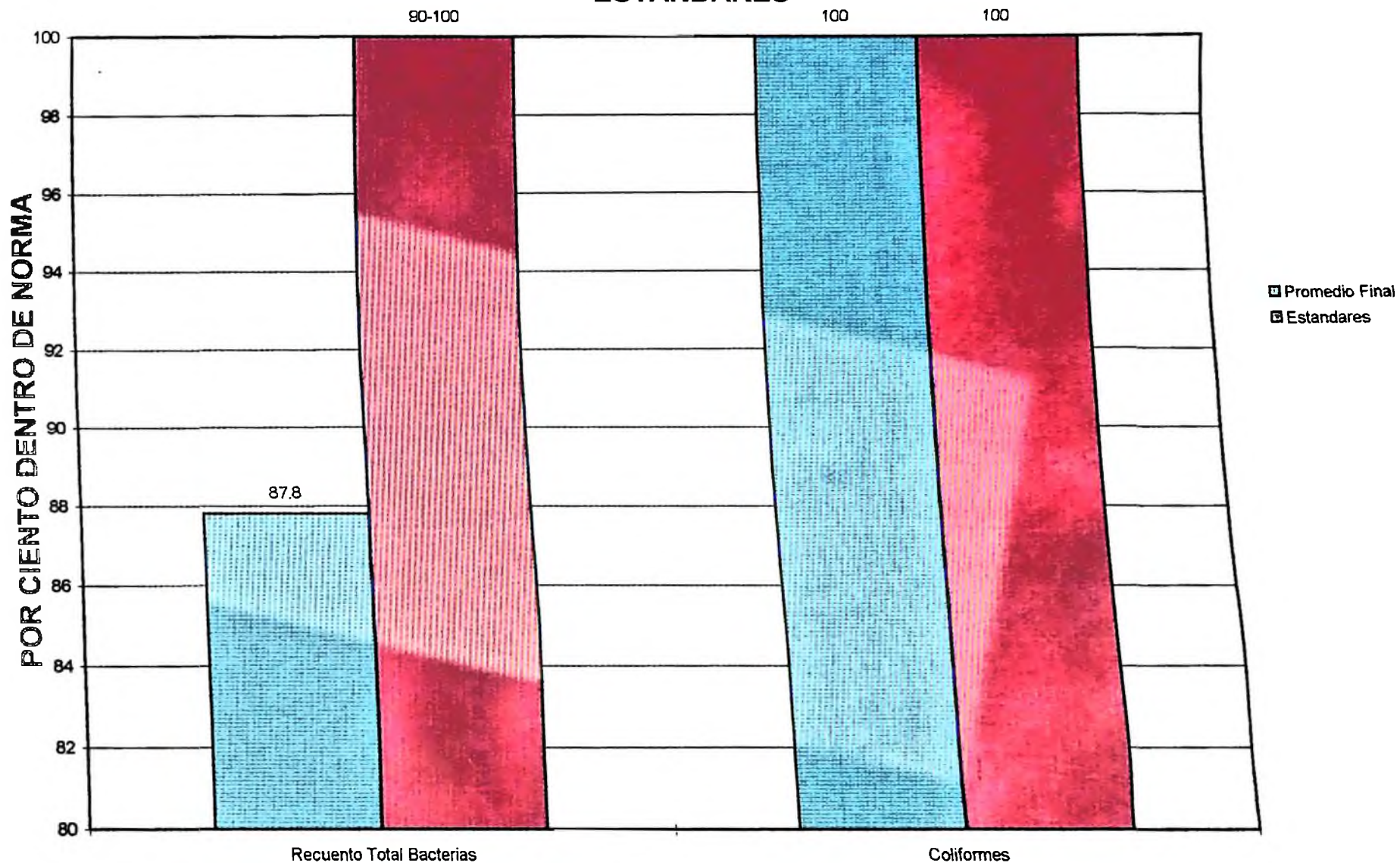
ENSAYO MICROBIOLÓGICO AGUA CRUDA COLIFORMES



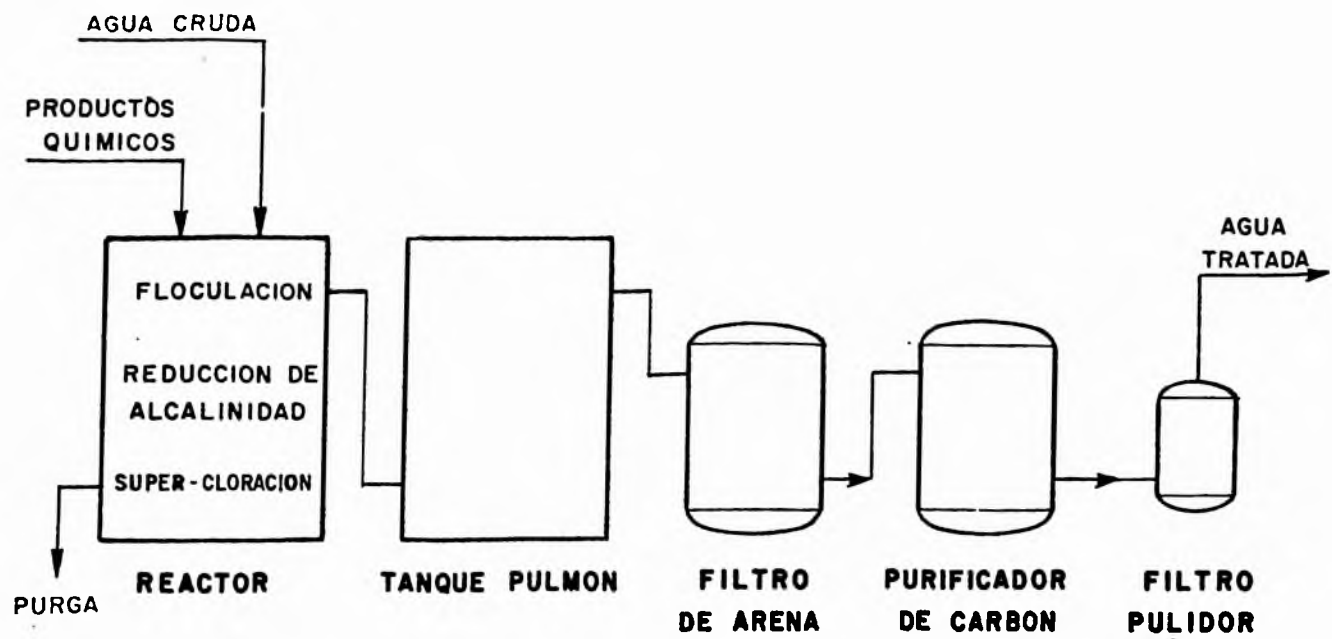
PROMEDIOS DE ENSAYOS MICROBIOLÓGICO COMPARACION AGUA TRATADA VS. AGUA CRUDA



COMPARACION PROMEDIO FINAL DE ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS VS. ESTANDARES



DISEÑO DE TRATAMIENTO DE AGUA METODO DE FLOCULACION



Alejandro José Almeida Chaljub
ALEJANDRO JOSE ALMEIDA CHALJUB
Sustentante

[Signature]
Asesor

[Signature]
Jurado Presidente

[Signature]
Jurado Miembro

[Signature]
Jurado Miembro



91 = "A"
Calificación

17 de octubre, 1995
Fecha