

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



Análisis Físico-Químico y Microbiológico del Agua para el Consumo Humano en los Ejidos de San Juan de la Vaquería, Chapula y Arteaga Mpio. de Arteaga, Coah.

Por:

ELIEZER ESPINOSA RAMIREZ

Tesis

Presentada Como Requisito Parcial para la Obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Diciembre 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Análisis Físico-Químico y Microbiológico del Agua para el Consumo Humano en los Ejidotes de San Juan de la Vaquería, Chapula y Arteaga Mpio. de Arteaga Coah.

Presentado por:
Eliezer Espinosa Ramírez

Tesis

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobado:

PRESIDENTE DEL JURADO

E. C. Narro

Dr. Efraín Castro Narro

Raúl Rodríguez García
Vocal

Dr. Raúl Rodríguez García

Manuela Bolívar Duarte
Vocal

Dra. Manuela Bolívar Duarte

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"
CORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERÍA

Raúl Rodríguez García
Dr. Raúl Rodríguez García

**Coordinación de
Ingeniería**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico Diciembre 2009

AGRADECIMIENTO

A mi “Alma Terra Mater”, la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**, por haberme recibido en su seno, y brindarme la oportunidad de culminar mis estudios, siempre te llevare en el corazón.

A mis Maestros, por haber compartido sus conocimientos y experiencias profesionales, por haber sido uno de los eslabones que me ayudo a forjarme profesionalmente.

Al **Dr. Efraín Castro Narro**, por brindarme su amistad y su confianza por aceptarme como tesista y sobretodo por el apoyo en la conducción del presente trabajo.

A la **Dra. Manuela Bolívar Duarte**, por su amistad y confianza, por participar en este trabajo y brindarme su tiempo en la revisión del mismo.

Al **DR. Raúl Rodríguez García**, por haber participado en este trabajo y brindarme su tiempo en la revisión de la misma.

A mis Amigos, Areli, Julio A, Galileo, Rosemberg, Homero, Elizabeth, Ernesto, Oso, Jorge, Apolinar, Esmeralda, Yolanda, Claudio, Noe, Eutiquia, Angel, Patricia y a todos mis compañeros gracias por las experiencias vividas y por el apoyo brindado durante la estancia en nuestra Alma Terra Mater.

DEDICATORIA

A DIOS, por haberme dado la vida y la salud, por brindarme la oportunidad de realizar mis sueños, por darme la fortaleza de salir adelante en los momentos difíciles de mi vida, por enseñarme el infinito amor y bondad que tienes, gracias señor, gracias.

A mi Madre: **María Roselia Ramírez López**, por darme la vida y brindarme el amor y cariño incondicionalmente, por confiar en mi, por tus consejos de madre y amiga que me han guiado para ser un hombre de bien, por ser la luz que a lo largo de mi vida me ha iluminado, Gracias por ser la mama mas buena del mundo, te amo.

A MIS HERMANOS (A)

A mi hermano **Noe Espinosa Ramírez**, tú que siempre confiaste en mí, por tu apoyo incondicional, por los consejos que me animaban a seguir a delante, tú que tomaste el papel de padre, gracias, gracias por el amor recibido, te amo hermano.

A mi hermano **Hernán Gonzales Ramírez**, gracias por los consejos y por confiar en mi, tu formas parte de mi vida.

A mi hermanita **Rosa Estrella Sánchez Ramírez**, a la princesita, gracias por el amor y cariño que constantemente me expresas, gracias por confiar en mí, te amo princesa.

A mis tíos, gracias por sus oraciones que hacen por mí, por los consejos y por confianza siempre en mí, los quiero mucho.

A mis primos, Moisés, Habram, Obeth, Samuel, Adan, Jhonatan, Tito, Gorge, Madain, Eliber, Victor, Ever, Joel, leydi, Claudia (+), Gracias por sus oraciones y por confianzar en mí.

A mi prima **Claudia Gabriela de la Cruz Espinosa (+)**, tu que te adelantaste en el camino, tu que ahora te encuentras en el cielo gracias por tus oraciones, gracias por tus consejos y por confiar en mi, te amo hermanita y siempre te llevare en mi mente y en mi corazón.

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE DE CUADROS.....	X
INDICE DE FIGURA	Xii
RESUMEN.....	Xiii
I INTRODUCCIÓN	1
1.1.....	
Objetivo	2
1.2. Hipótesis	2
II REVISION DE LITERATURA	
2.1.1. El Agua	3
2.1.2. La Importancia del Agua	3
2.1.3. Fuentes de Agua.....	4
a). Abastecimiento de Agua Subterránea	4
b). Abastecimiento Superficial.....	5
c). Río	5
d). Lagos Naturales.....	5
2.1.4. Situación Actual del Agua en el Mundo.....	6
2.2. Situación Actual del Agua en América y México	9
2.2.1. Disponibilidad del Agua en Algunos Países del Continente Americano.....	9
2.2.2. Aprovechamiento del Agua de Lluvia en México	10
2.2.3. Uso del Agua en México	11
2.3. Fuentes de Contaminación del Agua	12
2.3.1. Fuentes Puntuales	12
2.3.2. Fuentes no Puntuales	12

2.3.3.	Identificación del Problema	12
	a). La Filtración	13
	b). Sondeo de Pozos y Ríos Explotados	13
	c). Procesos Naturales	13
2.3.4.	Las Fuentes Contaminantes	13
2.3.5.	Parámetros de la Calidad del Agua.....	14
2.3.6.	Indicadores Físicos	15
	a). Color	15
	b). Olor y Sabor	15
	c). Temperatura.....	15
	d).Turbidez	15
2.3.7.	Indicadores Químicos	16
	a). pH	16
	b). Dureza	16
	c). Alcalinidad.....	17
	C1. Alcalinidad Total	17
	C2. Alcalinidad Simple	17
2.3.8.	Aspectos Biológicos	18
	a). Contaminación Bacteriológica.....	18
	b). Contaminación por Virus.....	19
2.4.	Definición y Objetivo de Vigilancia	19
2.4.1.	Frecuencia de Muestro	19
2.4.2.	Causas, Tipos y Expansión de la Contaminación	20
2.4.3.	Contaminación Industrial.....	20
2.4.4.	Origen de la Contaminación Industrial	20
	a). Los Residuos	20
	b). Perdidas de Sustancias Contaminantes	21
2.4.5.	Lucha Contra la Contaminación Industrial	21
	a). Reciclamiento de los Residuos	21
	b). Fugas y Accidentes.....	21
2.5.	Contaminación Agrícola	22

2.5.1.	Los Fertilizantes Como Contaminantes del Agua	22
2.5.2.	Factores que Influyen en el Movimiento de los Fertilizantes.....	22
	a). Precipitación e Irrigación.....	22
	b). Tipo de Cosecha.....	23
	c). Periodo de Crecimiento del Cultivo	23
	d). Desnitrificación.....	23
2.5.3.	Métodos para Evitar la Contaminación de los Fertilizantes.....	23
2.5.4.	Pesticida	24
2.5.5.	Factores que Influyen en la Contaminación de Pesticidas.....	23
	a). Métodos de Aplicación	24
	b). Eliminación de Envases	24
2.5.6.	Métodos Contra la Contaminación de Pesticidas.....	25
	a). Control Biológico.....	25
	b). Esterilización.....	25
	c). Mejoramiento de Variedad	25
	d). Aplicación Adecuada de los Químicos	25
	e). Producción Biodegradable	26
2.6.	Situación Actual del Agua en Coahuila	26
2.6.1.	El Agua Subterránea Fuente de Abastecimiento de Coahuila ..	28
2.6.2.	Uso del Agua en el Estado de Coahuila.....	28
2.6.3.	Agua Potable	28
2.6.4.	Norma Oficial Mexicana (NOM-ssa1-250-2007)	30
	III MATERIALES Y METODOS	
3.1.	Localizaciones de las Áreas de Estudio.....	32
3.2.	Materiales y Reactivos Utilizados.....	38
3.3.	Metodologías Utilizadas	39
3.4.	Parámetros Observados	43

IV RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1.	Datos Obtenidos de los Análisis de Sólidos Suspendidos de las Muestras	44
4.2.	Valores Observados del Análisis Químico, Físico y Microbiológico de las Muestras.....	44
4.3.	Concentración de Resultados obtenidos.....	44
4.4	Resultado de las desviaciones estándar de las Muestras.....	44
4.5.	Resultados Obtenidos.....	49
	V CONCLUSIÓN	51
	VI LITERATURA CITADA	53

INDICE DE CUADROS

		Pagina
Cuadro 2.1	Distribución del Agua en la Hidrósfera	7
Cuadro 2.2	Categoría de la Disponibilidad del agua en el Mundo	8
Cuadro 2.3	Clasificación de los Cuerpos de Agua según su Dureza	16
Cuadro 2.4	Clasificación de los Cuerpos de Agua según su Alcalinidad.....	17
Cuadro 2.5	Consumo Percápita del Agua por Habitante por año	29
Cuadro 2.6	Límites Máximos Permisibles de Parámetros Físicos y Organolépticos en el Agua.....	30
Cuadro 2.7	Límites Máximos Permisibles de Parámetros Inorgánicos En el Agua	30
Cuadro 2.8	Límites Máximos Permisibles de Microorganismos en el agua	31
Cuadro 3.1	Materiales y Reactivos Utilizados.....	38
Cuadro 4.1	Resultado de los análisis de Sólidos Suspendidos de la Muestra de Arteaga, Coah.	44
Cuadro 4.2	Resultado de los Análisis de Sólidos Suspendidos de la Muestra del Ejido de Chapula	44
Cuadro 4.3	Resultado de los Análisis de Sólidos Suspendidos de la Muestra del Ejido de San Juan de la Vaquería	44
Cuadro 4.4	Resultados de los Análisis Químico, Físico y microbiológico de la Muestra de Arteaga, Coah.	45
Cuadro 4.5	Resultados de los análisis Químico, Físico y Microbiológico de la Muestra del Ejido de Chapula	45
Cuadro 4.6	Resultados de los Análisis Químico, Físico y Microbiológico de la Muestra del Ejido de San Juan de la Vaquería	45

Cuadro 4.7	Concentración de Datos Obtenidos.....	46
Cuadro 4.8	Desviación Estándar e Intervalo de Confianza mol/l de Dureza	46
Cuadro 4.9	Desviación Estándar e Intervalo de Confianza mol/l de calcio	47
Cuadro 4.10	Desviación Estándar e Intervalo de Confianza mol/l de Alcalinidad	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Pagina		
Figura 2.1	Distribución Global del Agua	7
Figura 2.2	Relación entre la Disponibilidad del Agua y la Población Mundial	9
Figura 2.3	Disponibilidad Promedio de Agua en Diversos Países de América	9
Figura 2.4	Localización y Datos Básicos del Estados de Coahuila	27
Figura 2.5	Presión del Recurso Hídrico en los Estados del País	29
Figura 3.1	Colindancia de Arteaga, Coah.	33

RESUMEN

El agua contaminada para uso y consumo humano es un problema que afecta notablemente a la salud de quienes hacen uso de ella, problemática que muchas veces no le damos la importancia y relevancia que se debería.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del agua para el uso y consumo humano de tres lugares: El Municipio de Arteaga, el Ejido de San Juan de la Vaquería y el Ejido de Chapula. Lugares que se encuentran en la parte sur del Estado de Coahuila.

En el presente trabajo se evaluaron los parámetros de: Dureza parcial (mg/l), dureza total (mg/l), calcio en (mol/l), magnesio en (mol/l), alcalinidad (mg/l), sólidos suspendidos (gr/l), pH y bacterias E. coli o coliformes fecales (NMP/100 ml). Los cálculos estadísticos se realizaron con la ayuda del programa Excel. Los resultados obtenidos, de los sólidos suspendidos en las tres muestras de los lugares de estudio fueron valores que van de 0.0013 gr/l a 0.03 gr/l.

Los valores del pH de las muestras van de 7.14 en el Municipio de Arteaga, el Ejido de San Juan de la Vaquería con 7.6 y el Ejido de Chapula con valor de 8.21. Los valores de dureza van de 418.04 mg/l en el Ejido de San Juan de la Vaquería, en Arteaga con 314.79 mg/l y en el Ejido de Chapula con 117.64 mg/l. Los análisis de calcio indican valores que van de 55.94 mg/l en el Ejido de Chapula, 219.49 mg/l en Arteaga y 249.90 mg/l en San Juan de la Vaquería.

Los valores de alcalinidad son las siguientes: el Ejido de Chapula con un valor de 275.89 mg/l, en el Ejido de San Juan de la Vaquería con un valor de 256.14 mg/l y en Arteaga con 235.75 mg/l.

Los resultados de las pruebas realizadas a las muestras para determinar la presencia de bacterias coliformes, fue negativo.

Palabra Clave: Agua, Análisis, Norma Oficial Mexicana.

I. INTRODUCCION

Una de las mayores necesidades de la sociedad moderna es el de disponer de abundante agua para las actividades cotidianas y el consumo. Ante el aumento constante de la población, la expansión de la industria y la falta de protección al medio ambiente, la disponibilidad del agua en el planeta se ha ido disminuyendo, ya que la mayor parte se encuentra actualmente contaminada. El agua natural puede contener materiales visibles e invisibles, pudiendo ser: sustancias y minerales disueltos, materia orgánica y especies microbiológicas.

Según Jiménez (2007) del total del agua disponible de los ríos y pozos de la República Mexicana, el 85 por ciento es para uso agrícola, 5 por ciento para uso doméstico, 5 por ciento uso industrial y 2 por ciento consumimos. Podemos asegurar que ese 2 por ciento que corresponde al consumo, se encuentra contaminado y por seguridad para ser usado en actividades domésticas o de consumo, es necesario que tenga tratamiento que haga que el agua se encuentre en óptimas condiciones.

El mismo autor considera al agua como un disolvente universal, por lo tanto tiende a que todo con lo cual tiene contacto, también lo contamine o la afecte. Es una sustancia altamente reactiva con propiedades poco usuales y con propiedades físicas y químicas muy diferentes de otros líquidos. Así podemos hablar de propiedades físicas tales como: densidad, punto de fusión, punto de ebullición, tensión superficial, transparencia, color, olor y sabor. De acuerdo a la página de internet (<http://www.normasambiental@salud.gob.mx>.)

la NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-ssa1-250-2007) la calidad del agua, se determina a partir de análisis físicos, químicos y bacteriológicos, los cuales pueden variar desde análisis sencillos donde se determinan los principales elementos, hasta análisis completo complejos que incluyen la determinación de una gran variedad de especies presentes en el agua.

La misma norma antes mencionada, considera al agua potable, como aquella cuyo uso y consumo no causa efectos nocivos al ser humano, ya que debe cumplir los requisitos del reglamento oficial, mientras que el agua purificada es agua sometida a un proceso físico y químico, es considerada óptima para el consumo humano, su ingestión no causa efectos nocivos a la salud.

Este tema de investigación a tratar es de mucha importancia ya que gracias a este proyecto conoceremos si el agua que consumen los pobladores de los lugares de estudio es de buena calidad, tema que a veces es ignorada por muchas personas y a largo plazo traen consecuencias en la salud de quienes consumen agua de mala calidad.

Por todo lo anterior en el presente trabajo se propone el siguiente objetivo:

1.1. Objetivo

Evaluar la calidad del agua que consumen los pobladores de los lugares de estudio.

1.1. Hipótesis

Las muestras de los lugares de estudio están dentro de los Límites Máximos Permisibles de la Norma Oficial Mexicana, (NOM-ssa1- 250-2007), agua para Uso y Consumo Humano. Límites Máximos Permisibles de la Calidad del Agua, Control y Vigilancia de los Sistemas de Abastecimiento.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1. El Agua

Según Hilleboe (2007) el agua es una de las sustancias más importantes y versátiles que se encuentra en la naturaleza, y como tal condiciona la vida. Los seres vivos están constituidos en gran parte por agua 65 por ciento del peso del ser humano. El agua aparece en la naturaleza en sus tres estados sólido, líquido y gaseoso, cumpliendo en cada uno de ellos su función dentro del equilibrio del ciclo bioquímico.

2.1.2. Importancia del Agua

El mismo autor considera que el aire, el sol, la tierra y el agua son elementos básicos e indispensables para la vida. Todos son igual de importantes, quizás el más importante sea el aire por el oxígeno que contiene para las funciones vitales del organismo; el sol es nuestra máxima fuente de energía gratuita; la tierra es nuestra carne y nuestra sangre por la función fundamental que tiene en la provisión de alimentos para el desarrollo del ser humano. Pero el agua es necesaria en todas las funciones fisiológicas, procesos físicos y químicos del crecimiento vegetal y animal. El agua es el factor limitante del desarrollo económico y social de las comunidades. Su abastecimiento, ha empezado a ser unas de las más grandes preocupaciones de los ciudadanos y gobiernos, especialmente en aquellos lugares donde el crecimiento poblacional, la deforestación, la erosión y la contaminación se han elevado. Las fuentes del agua se esta agotando y, las pocas que aún quedan las estamos contaminado muy rápido con las aguas residuales provenientes de las ciudades, comunidades rurales, granjas y casas habitacionales. Estamos sin darnos cuenta que nos estamos haciendo un mal de incalculables consecuencias, la mayoría de éstas son irreversibles.

2.1.3. Fuentes de Agua

Hilleboe (2007) describe la composición del ciclo hidrológico como sigue: el agua circula continuamente a través del interminable ciclo hidrológico de precipitación o lluvia, escurrimiento, infiltración, retención o almacenamiento, evaporación, y a sí sucesivamente. Se entiende por fuente de almacenamiento del agua aquel punto o fase del ciclo natural del cual se desvía o aparta el agua, temporalmente, para ser usada, regresando finalmente a la naturaleza. Esta agua puede o no volver a su fuente original, lo cual depende de la forma en que se disponga de las aguas de desperdicio, el mismo autor considera las siguientes fuentes de agua para abastecimiento que se utilizan para consumo humano.

a). Abastecimiento de Agua Subterránea.

Hilleboe (2007) dice que las comunidades más pequeñas son las que emplean abastecimientos subterráneos de agua, por lo limitado que resulta el volumen de un acuífero. Un inconveniente de los abastecimientos subterráneos es su tendencia a proporcionar aguas excesivamente duras, lo cual se debe a que los constituyentes que causan la dureza son lavados de los depósitos minerales.

Por otro lado, el abastecimiento subterráneo tiene la ventaja de proporcionar aguas que requieren un menor grado de tratamiento, por que las impurezas se eliminan de forma natural a medida que el agua atraviesa las capas del suelo y el subsuelo.

b). Abastecimientos Superficiales

Según el mismo autor menciona que por lo general las grandes ciudades dependen de abastecimientos superficiales, y en la mayoría de los casos las aguas superficiales, ya sea de corrientes, lagos o embalses, no son seguras para el consumo humano y requiere de tratamiento.

Las grandes corrientes usualmente reciben agua de cuencas habitadas y reciben también contaminaciones más serias producidas por el escurrimiento superficial de las tierras erosionadas o aradas, por lo que las características físicas de estas aguas son, por lo general, inferiores a las de aguas subterráneas. Además las aguas negras y los desperdicios industriales pueden ser descargados directamente a muchas corrientes sin tratamiento adecuado.

c). Ríos

Según Hilleboe (2007) el abastecimientos de agua de río requieren por lo común de los mayores recursos para su tratamiento. La turbiedad o enturbiamiento, el contenido mineral y el grado de contaminación varía considerablemente de un día a otro. La variación de la temperatura del agua durante el año también puede hacerla indeseable, especialmente durante los meses calurosos en verano.

d). Lagos Naturales

El mismo autor menciona que el abastecimiento de lagos pueden proporcionar agua de muy buenas calidad, excepto de tomas cercanas de las descargas de drenaje o de escurrimientos fuertes. Además de necesitar un tratamiento mínimo, la disponibilidad de cantidades de aguas prácticamente ilimitadas constituye una ventaja decisiva.

2.1.4. Situación Actual del Agua en el Mundo

El Mundo

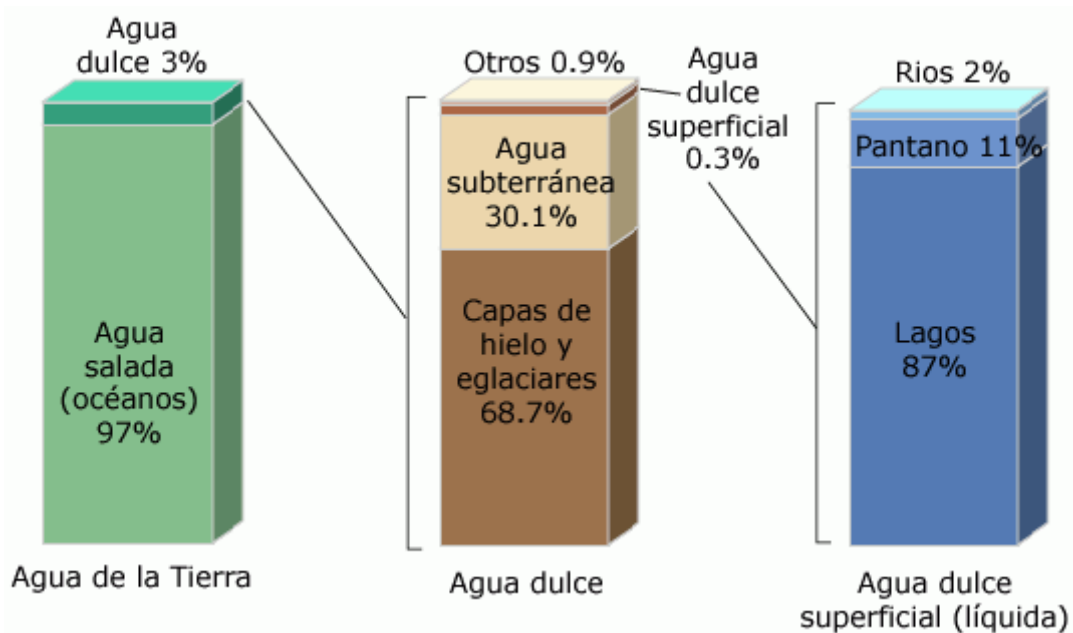
Según Jiménez (2007) el 70 por ciento de la superficie de la Tierra es agua, de ese porcentaje un 97.5 por ciento salada y el restante, es agua dulce. Del 2.5 por ciento de agua dulce, casi el 70 por ciento se encuentra concentrada en los hielos polares y témpanos; un 29 por ciento está almacenado en las profundidades de la tierra y el 1 por ciento restante en los ríos, lagos, pantanos, suelo, embalses, la atmósfera y en organismos vivos. El mundo en que vivimos se encuentra cubierto en su gran mayoría por agua y sin embargo, debido a la contaminación que los seres humanos creamos, el porcentaje apto para nuestro consumo es cada día menor.

El mismo autor menciona que la falta de agua suficiente para la necesidad básica y para el desarrollo económico afecta ya a más de la mitad de ciudadanos del mundo. En el año 2025 el mundo contara con mas de 9,000 millones de seres humanos; 1,200 millones beben actualmente agua no potable y 2,500 carecen de drenaje. Como consecuencia de esta crisis de insostenibilidad se estima que más de 5 millones de personas, en su mayoría niños, mueren cada año en el mundo al haberse degradado y envenenado los ríos, fuentes, lagos y acuíferos de los que tradicionalmente se abastecían. La distribución del agua en la hidrósfera se representa en el (Cuadro 2.1.) y la (figura 2.1.), fuente.

http://200.48.189.45/pagina/documentos/taller_medio_ambiente/viernes/AGUA_SITUACION_ACTUAL_MUNDIAL_Y_NACIONAL.pdf

Cuadro 2.1. Distribución del Agua en la Hidrosfera (Jiménez, 2007)

	VOLUMEN (Km³)	%	TIEMPO PROMEDIO DE RENOVACIÓN
MARES Y OCÉANOS	1 457 000 000	96.811	3100 años
ATMÓSFERA	15 000	0.001	16 000 años
CASQUETES POLARES	33 380 000	2.218	9 a 12 días
GLACIARES	230 000	0.015	16 000 años
LAGOS SALADOS	100 000	0.007	10 a 100 años
LAGOS DE AGUA DULCE	135 000	0.009	10 a 100 años
RÍOS	1 500	0.0001	12 a 20 días
HUMEDAD DEL SUELO	38 500	0.002	280 días
AGUA SUBTERRÁNEA (Hasta 1000 m de profunda.)	4 550 000	0.302	300 años
AGUA SUBTERRÁNEA (1000 a 2000 m de profunda.)	9 550 000	0.635	4 600 años

**Figura 2.1. Distribución Global del Agua.**

http://200.48.189.45/pagina/documentos/taller_medio_ambiente/viernes/AGUA_SITUACION_ACTUAL_MUNDIAL_Y_NACIONAL.pdf

Según la pagina electrónica (http://200.48.189.45/pagina/documentos/taller_medio_ambiente/viernes/AGUA_SITUACION_ACTUAL_MUNDIAL_Y_NACIONAL.pdf)

El mundo dispone de 12,500 a 14,000 millones de m³ de agua por año para uso humano. Esto representa unos 9,000 m³ por persona al año, según se estimó en 1989. Se calcula que para el año 2025 la disponibilidad global de agua dulce per cápita descenderá a 5,100 m³ por persona al año, pues se sumarán otros 2,000 millones de habitantes a la población del mundo. Aun entonces, esta cantidad sería suficiente para satisfacer las necesidades humanas siempre y cuando el agua estuviera distribuida por igual entre todos los habitantes del mundo. Ante este panorama, la necesidad de generar estrategias para fomentar la consciencia del uso y la conservación del agua se vuelve prioritaria y común a todos los seres humanos, a continuación se presenta la categoría de acuerdo a la disponibilidad de agua en m³ por año por habitante en el (Cuadro 2.2.) Y la relación entre la disponibilidad global del agua y la población mundial en la (Figura 2.2.)

Cuadro 2.2. Categoría de la disponibilidad del agua en el mundo (http://200.48.189.45/pagina/documentos/taller_medio_ambiente/viernes/AGUA_SITUACION_ACTUAL_MUNDIAL_Y_NACIONAL.pdf)

Categoría	Disponibilidad m³/año/hab	Total de países
Muy baja	Menos de 1,000	16%
Baja	1,000 – 5,000	35%
Mediana	5,000 – 10,000	14%
Alta	Más de 10,000	35%

Tabla 1. Disponibilidad de agua en el mundo. ¹

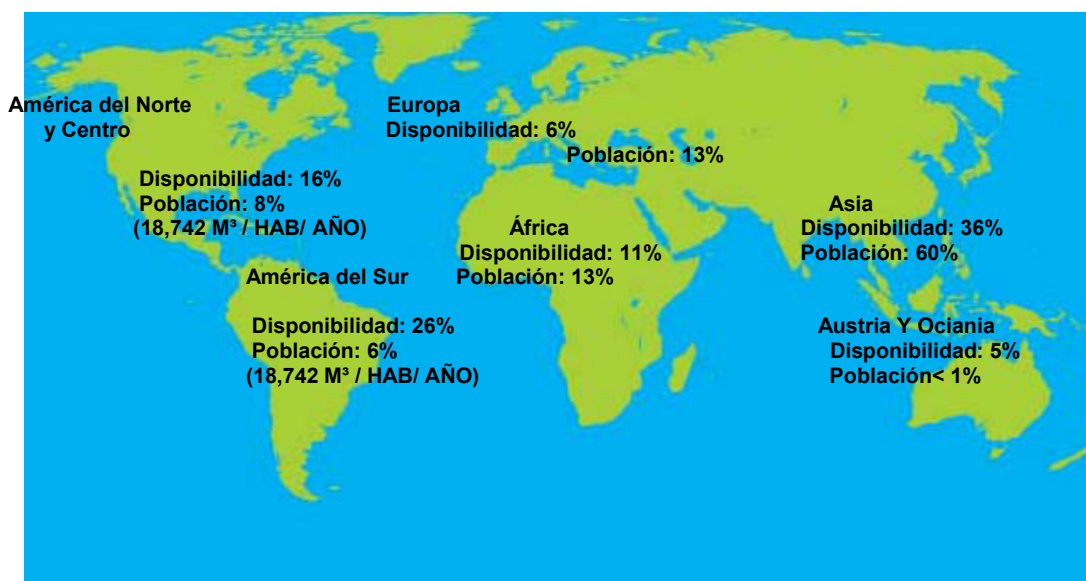


Figura 2.2. Relación Entre la Disponibilidad Global del Agua y la Población Mundial.

(http://200.48.189.45/pagina/documentos/taller_medio_ambiente/viernes/AGUA_SITUACION_ACTUAL_MUNDIAL_Y_NACIONAL.pdf)

2.2. Situación Actual del Agua en América y México

2.2.1. Disponibilidad del Agua en Algunos Países del Continente Americano.

Para tener un parámetro de referencia, el indicador del volumen anual de agua dulce por habitante en algunos países del continente americano se representa en la figura 2.3. (Shiklomanov y Rodda, 2003).

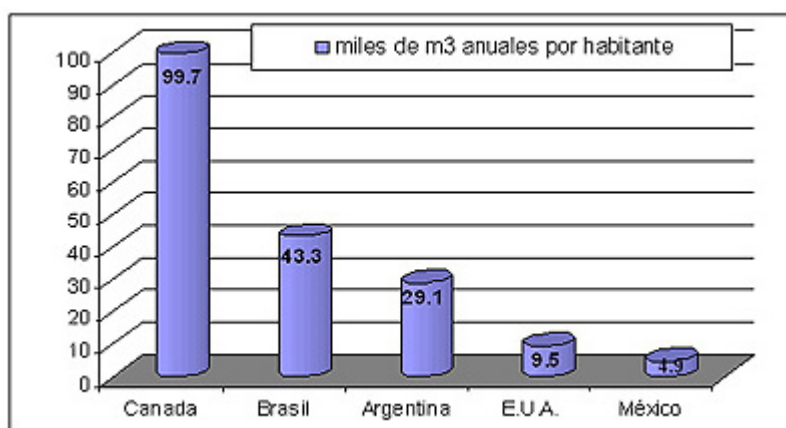


Figura 2.3. Disponibilidad promedio de agua en diversos países de América (Shiklomanov y Rodda, 2003).

Según Shiklomanov y Rodda (2003) México tiene una superficie de 1,964,375 km², 107,584,000 habitantes, con una precipitación pluvial media anual de 771.8 mm, lo cual es equivalente a $1.516104624 \times 10^{12}$ m³ / año. Este volumen de agua debería de ser suficiente para todas las necesidades de la población, pero la mala distribución geográfica y temporal de recursos hace que resulte escaso para el 75 por ciento del país. México es un país semiárido, 56 por ciento. El 67 por ciento de las lluvias mexicanas cae en los meses de junio a septiembre. En promedio, el país recibe unos 771.8 mm de lluvia cada año (1 mm de lluvia = 1 litro por m²). No es mucho comparado con otros países. En el norte, México es muy ancho pero con poca lluvia (árida o semiárida); en el Sur es Angosto, pero llueve más. El 50 por ciento de la superficie la tienen los estados norteros, y ahí llueve tan sólo 25 por ciento del total. En la parte angosta del país, que ocupa 27.5 por ciento del territorio, cae la mayor parte del agua de lluvia 49.6 por ciento, esto es en los estados del Sur-sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco).

Entre los estados más secos está Baja California: tan sólo llueve un promedio de 199 mm por año.

2.2.2. Aprovechamiento del Agua Precipitada en México

Según Jiménez (2007) en todo el país llueve aproximadamente 1511 km³ de agua cada año. El 72 por ciento (1084 km³) de esa agua de lluvia se evapora. De acuerdo al autor anterior del total de agua disponible equivalente a 427 km³, aproximadamente 402 km³ escurre y el 25 km³ se acumula en el acuífero. La capacidad de almacenamiento de escurrimiento con la infraestructura hidráulica nacional es de 150 km³, por lo que 252 km³ del agua disponible anualmente se van al mar sin ningún aprovechamiento. Pero si consideramos que la presa ha perdido el 40 por ciento de su capacidad de almacenamiento por azolve, hay que aumentar 60 km³ al volumen que escurrirá al mar (312 km³ equivalente al 73 por ciento del agua disponible.).

El agua que se pierde hacia el mar no va sola, también se lleva una gran cantidad de suelo fértil, materia orgánica, arboles, hojas y semillas, ganado muerto, destruye zócalos de pueblos, calles, casas, carreteras, y puentes, a veces lleva cuerpos inertes de seres humanos pero, casi siempre se lleva la expectativa y la ilusión de una vida mejor para la gente.

2.2.3. Uso del Agua en México

Para Shiklomanov y Rodda (2003) en México el sector que más agua desperdicia es al que menos se le pone importancia: el sector agropecuario (agricultura y ganadería).

Según los mismos autores las estimaciones de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2004), mencionan que 57 por ciento del agua que consume se pierde por evaporación pero, sobre todo, por infraestructura de riego ineficiente, en mal estado u obsoleta. La superficie irrigada es de 6.3 millones de hectáreas y aporta el 42 por ciento de la producción total agrícola nacional. Las pérdidas por infiltración y evaporación ascienden a más de 60 por ciento del agua almacenada y distribuida para fines agrícolas.

Si bien la industria autoabastecida sólo consume 10 por ciento del agua total (7.3 km³ anuales), la contaminación que genera en demanda bioquímica de oxígeno es tres veces mayor que la que producen 100 millones de habitantes. En 2002, los giros industriales con mayores descargas contaminantes sumaban un volumen total de 170.3 m³/s. La actividad con mayor volumen de descarga es la acuicultura, con 67.6m³/s 39.6 por ciento, seguida por la industria azucarera 45.9 m³/s 27 por ciento, la petrolera 11.4 m³/s 6.6 por ciento, los servicios 10.3 m³/s 6 por ciento y la química 6.9m³/s 4 por ciento, (CNA, 2004). La industria azucarera es la que produce la mayor cantidad de materia orgánica contaminante, la petrolera y química las que producen los contaminantes de mayor impacto ambiental. El sector industrial compite por el uso del agua con otros sectores productivos, particularmente con el agrícola.

2.3. Fuentes de Contaminación del Agua

2.3.1. Fuentes Puntuales

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1981) las fuentes puntuales son aquellas que descargan contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías, acequias o alcantarillas a cuerpos de aguas superficiales. Los ejemplos incluyen fábricas, plantas de tratamiento de agua negra (que retiran algunos, pero no todos los elementos contaminantes), minas subterráneas de carbón activas ó abandonadas, minas de oro, pozos de petróleo fuera de costas y buques-tanques petroleros.

2.3.2. Fuentes no Puntuales

De acuerdo a la Organización mencionada anteriormente las fuentes no puntuales son grandes áreas de terrenos que descargan contaminantes a las aguas superficiales y subterráneas sobre una región extensa y parte de la atmósfera donde los contaminantes son depositados en el agua superficial. Los ejemplos pueden ser los vertimientos de sustancias químicas en el agua superficial y la infiltración de tierras de cultivos, lotes de pastura para ganado, bosques talados, tierras urbanas y suburbanas, tanques sépticos, predios de construcción, sitios de estacionamiento, carreteras.

2.3.3. Identificación del Problema

La FAO (1981) identifica y describe los problemas que causan los cambios en la calidad del agua (superficial o subterránea), bien por la introducción de sustancias químicas o biológicas en el medio ambiente debido a las actividades humanas, por la interferencia cuantitativa con los esquemas naturales de circulación, por procesos completamente naturales, o por las diversas combinaciones posibles entre todos ellos.

- a). **La filtración** a partir de vertederos de basuras, los residuos producidos por explotación ganadera concentrada o las fugas en los tanques de almacenamiento de una industria petroquímica, son ejemplo de fuente de materiales correspondientes a la primera categoría.
- b). **El sondeo de pozos y ríos de explotación** son ejemplos de interferencia cuantitativa, redistribuyendo los compuestos químicos naturales o introducidos por el hombre de una forma que no sería posible más que por el efecto de la extracción del agua.
- c). **En la tercera categoría, son los procesos naturales**, se incluye la mineralización natural, de las aguas (subterráneas y superficiales), así como los procesos naturales de intrusión del agua de mar en los acuíferos.

2.3.4. Las Fuentes Contaminantes

Según la FAO (1981) las aguas superficiales y subterráneas contienen siempre en estado natural una serie de sales disueltas. Estas sales se originan por el contacto del agua en movimiento con los diversos materiales del suelo y subsuelo. De la misma forma, el agua recoge material orgánico natural de las hojas, hierbas y vegetación en diversos estados de biodegradación y, diluye gases atmosféricos.

El resultado de estos contactos es que el agua acumula ciertas cantidades de impurezas naturales por disolución o reacción química seguida de disolución. Estos procesos naturales de mineralización son de gran importancia en regiones áridas, sin embargo la composición del agua resultante es alterada, en función de las condiciones naturales, y generalmente es considerada como un nivel de partida, existen otras formas naturales de agua de baja calidad.

La FAO (1981) menciona que la actividad humana introduce elementos extraños en los cuerpos de agua. En las prácticas agrícolas, el empleo de pesticidas y plaguicidas resulta a largo plazo muy peligroso para las aguas superficiales y subterráneas, así mismo la utilización de cantidades excesivas de abonos y fertilizantes pueden ocasionar serios problemas debido a una acumulación de nutrientes en las aguas. No obstante, el problema más importante, especialmente en regiones áridas y semiáridas, es la creciente mineralización de las aguas subterráneas, debido a los procesos de disolución de sales y las prácticas de irrigación. Por otra parte, los procesos de producción, almacenamiento, y transporte, se asocian a una serie de accidentes, tales como fugas, rotura de tuberías, etc. Estos accidentes provocan contaminaciones a las aguas subterráneas.

Según la FAO (1981) menciona que las actividades industriales, agrícolas y domésticas, constituyen las principales fuentes de elementos químicos y de microorganismos que pueden amenazar la calidad natural de los cuerpos de agua (subterránea y superficial).

2.3.5. Parámetros de la Calidad del Agua

Según Seoanez (1999) la calidad del agua ha de definirse en relación con el uso o actividad a la que se la quiera dedicar. Y por ello no podemos hablar de buena o mala calidad en abstracto, si no que cada actividad exige una calidad adecuada.

El mismo autor dice que la concentración máxima recomendable representa un tope a alcanzar. Si el agua se encuentra dentro de esta limitación se puede asegurar su excelente calidad. La concentración máxima aceptable admisible representa el punto de partida del cual ya no se puede garantizar la calidad del agua, pues aparecen una gran serie de factores que resultan incómodos al consumidor, sino que su ingestión puede resultar peligrosa para la salud, y por lo tanto el consumo de este tipo de agua debe de quedar prohibido.

2.3.6. Indicadores Físicos.

Seoanez (1999) describe los siguientes indicadores físicos que se deben tomar en cuenta para la determinación de la calidad del agua.

a). Color

El agua que no se encuentra contaminada es de color azul cristalina, las aguas contaminadas suelen tener diversos colores, pardo, rojizo. Los colores dependen del tipo de contaminante que el agua contenga.

b). Olor y Sabor

El agua pura debe de ser inodora e insípida y sin embargo esto se ve alterado en numerosas ocasiones. La presencia de olores y sabores en el agua se debe a la presencia de determinadas sustancias y compuestos químicos.

c). Temperatura

La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C. Las centrales nucleares, térmicas y

d). Turbidez.

La turbidez de un agua esta ocasionada por la presencia de partículas solidas en suspensión o coloides, con un diámetro muy pequeño (0.01μ), que impiden que la luz se transmita tal como lo haría a través de un agua pura.

2.3.7. Indicadores Químicos

Seoanez (1999), describe los siguientes indicadores químicos que se deben tomar en cuenta para la determinación de la calidad del agua.

a). pH

El pH es un parámetro que nos indica la concentración de protones (iones hidrógeno H).

b). Dureza

Según Seoanez (1999) la dureza es la suma de las concentraciones de los cationes metálicos. En la mayoría de los casos, la dureza se debe principalmente a los cationes de calcio y magnesio, a los que se suman a veces los iones de fierro.

El mismo autor dice que en el agua podemos determinar distintos tipos de durezas:

Dureza Total: Es la suma de las concentraciones de iones calcio y magnesio presentes en la muestra.

Dureza Cálcica: Expresa la concentración de sales cálcicas presentes en la muestra.

Dureza Magnésica: Expresa la concentración de sales magnésicas presentes en la muestra. En el (Cuadro 2.3) se clasifica la dureza de los cuerpos de agua.

Cuadro 2.3 Clasificación de los cuerpos de agua según su dureza en mg/l
(Seoanez,1999)

Tipo de agua	Dureza (mg/L)
Aguas blandas	50
Aguas Ligeramente Duras	50-100
Aguas Moderadamente Duras	100-200
Aguas Muy Duras	>200
Aguas Extremadamente Duras	>9999

C). Alcalinidad

Seoanez (1999) la alcalinidad de un agua es producto de la presencia de determinada especies en disolución y aporta al agua la calidad de reaccionar con ácidos neutralizando sus efectos. Las especies que confieren esta propiedad al agua son fundamentalmente los aniones hidróxido (OH^-), carbonato (CO_3^{2-}), y bicarbonato (HCO_3^-), además de los aniones provenientes de la disociaciones de ácidos débiles.

Para medir el grado de la alcalinidad de un agua se valora este con un ácido, viendo la cantidad de este que puede neutralizar el agua antes de llegar a un pH determinado, se puede determinar dos tipos diferentes de alcalinidad.

C1. Alcalinidad Total:

Jerome (1998) para su determinación se observa la cantidad de ácido que se debe de añadir a un volumen de muestra de agua determinado, para obtener un pH de 3.5. El indicador mas adecuado para este rango de pH, es el Anaranjado de Metilo, que cambia su color de amarillo-naranja a rojo.

C2. Alcalinidad Simple

Jerome (1998) para su determinación se observa la cantidad de ácido que hay que añadir a un volumen determinado de agua para obtener un pH de 8.5. El indicador mas adecuado para este rango de pH es la fenolftaleína, produciendo un cambio de rojo-violeta a incoloro. La alcalinidad de los cuerpos de agua se clasifica en cuatro rangos cuadro 2.4

Cuadro 2.4 Clasificación de los cuerpos de agua según su alcalinidad (Jerome 1998)

Rango	Alcalinidad (mg/l CaCO_3)
Baja	<75
Media	75-150
Alta	>150

Indicador

Según Jerome (1998) un indicador se usa para indicación visual del pH de una solución, los indicadores son conjugaciones de ácido-base en concentraciones relativamente pequeños que no afecta en general el pH. Además el pH señala la relación entre la forma ácida y su forma básica conjugada. Ambas difieren en su coloración, por lo que el pH determina el color de la solución.

Titulación

El mismo autor menciona que cuando se agrega una base poco a poco a una solución de un ácido, el pH de la solución aumenta con cada adición de la base. Cuando se hace la gráfica del pH contra la cantidad de base agregada, el aumento más notable ocurre en el punto de equivalencia, cuando el ácido ha sido exactamente neutralizado. Esta región de máximo ascenso se conoce como punto final, y el proceso completo de la adición de la base y la determinación del punto final se le llama titulación.

2.3.8. Aspectos Biológicos

a). Contaminación Bacteriológica.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (1981) la actividad biológica del agua ejerce su influencia sobre la calidad de las aguas a través de diferentes mecanismos.

La FAO (1981) considera que la fuente principal de contaminación del agua por bacterias patógenas es el vertido de aguas fecales. La metodología tradicional para la detección de dichas bacterias en las aguas tanto subterráneas como superficiales, es el método de la prueba de coliformes.

b). Contaminación por virus.

Según la FAO (1981) la fuente primaria de contaminación por virus de los depósitos de agua proviene de las aguas fecales. No existe un método tradicional para realizar pruebas de presencia de virus. Los organismos de sanidad en general, no disponen de ningún criterio sobre la contaminación de virus, a pesar de haberse confirmado varias experiencias con hepatitis infecciosa en aguas de abastecimiento.

2.4. Definición y Objetivos de la Vigilancia de la Calidad del Agua

La FAO (1981) define la vigilancia de la calidad del agua como un programa de observación continua científicamente diseñado incluyendo toma de muestra directa y medida de la calidad del agua a distancia, inventario de las causas potenciales y reales que producen cambios en la calidad, análisis de las causas que en el pasado produjeron cambios en la calidad y predicción de la naturaleza de los mismos cambios en la misma. La misma organización considera que el principal objetivo de la vigilancia del agua es obtener información a partir del cual se puede tomar decisiones de control.

2.4.1. Frecuencia de Muestreo

Según la FAO (1981) La frecuencia de los muestreos depende de dos factores, en primer lugar la composición del agua en estado natural y en segundo lugar la influencia que tiene las actividades humanas en la contaminación. La frecuencia del muestreo depende mucho de la sensibilidad que presente el acuífero a los cambios de La calidad; pidiéndose recomendar los siguientes intervalos.

- 1.** Muestreo diario o semanal en caso de variación rápida, como por ejemplo cuando se inyectan aguas residuales directamente en el acuífero.
- 2.** De dos o cuatro meses para observar la fluctuación general, en caso de variaciones moderadas.
- 3.** Anualmente en el caso de variaciones de fondo lento.

2.4.2. Causas, Tipos y Extensión de la Contaminación de las Aguas Subterráneas

2.4.3. Contaminación Industrial

Según la FAO (1981) la contaminación de las aguas subterráneas por la industria, se caracteriza por la variedad de sustancias químicas, orgánicas e inorgánicas que este sector produce. Estos contaminantes por lo general se consideran como una fuente de contaminación local o puntual.

2.4.4. Origen de la Contaminación Industrial

De acuerdo a la FAO (1981) describe tres fuentes principales de contaminación industrial, la más relevante la constituyen los residuos derivados de los procesos de producción que son enviados en la atmosfera, al terreno o a las aguas superficiales o subterráneas. Por otro lado las fugas son importantes, por no ser detectada no puede ser corregida. Por último, se encuentra las situaciones imprevistas ocasionadas por los accidentes.

a) Los Residuos

La misma fuente menciona que la industria en su esfuerzo de conseguir productos elaborados, se encuentra también con la producción de residuos, es decir con sustancias sin ninguna aplicación útil aparente y que necesita ser almacenado en algún lugar. Los residuos líquidos pueden ser ácidos o compuestos orgánicos complejos extremadamente peligrosos, en otras ocasiones sólo son aguas con altas concentraciones en sales, que pueden ser almacenadas en mantos acuíferos salinos.

b). Pérdidas de Sustancias Contaminantes durante su Almacenamiento y Transporte.

Según la FAO (1981) las fugas constituyen un problema particular, ya que pueden pasar desapercibidas durante largo tiempo; las industrias como las zonas urbanas utilizan depósitos para almacenamiento de líquidos, combustibles y/o sustancias químicas. La misma organización menciona que las tuberías para transporte y distribución de líquidos son otras fuentes de contaminación. Las principales causas de fugas son la corrosión externa. En segundo lugar es la ruptura de las tuberías debido al empleo de maquinaria para el movimiento de tierras, dando lugar a problemas mas agudos.

2.4.5. Lucha contra la Contaminación Industrias

a). Reciclamiento de los Residuos

La misma organización FAO (1981) menciona que una solución es la utilización de los productos residuales de las industrias tal es el caso del agua residual después de un tratamiento adecuado.

b). Fugas y Accidentes

Según la FAO (1981) las fugas se pueden disminuir con un diseño correcto y un mantenimiento adecuado de los equipos, esto incluyendo la prevención contra corrosión. En el caso de transporte por tuberías, se pueden minimizar las pérdidas instalando válvulas de cierre automático que limitarán el volumen del líquido vertido en un accidente.

2.5. Contaminación Agrícola

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (1981) las prácticas agrícolas, son fuente de contaminación no puntual.

La utilización de diferentes compuestos químicos, aplicados a la agricultura entre éstos se encuentra los pesticidas y los compuestos tanto orgánicos como inorgánicos de nitrógeno, fósforo y potasio, todos ellos presentes en los fertilizantes comerciales, son unos de los orígenes importantes de la contaminación del agua.

2.5.1. Los Fertilizantes como Contaminantes del Agua

Según la FAO (1981) el exceso y la mala aplicación de fertilizantes en las prácticas agrícolas ha provocado la contaminación de las aguas, tanto subterráneas como superficiales.

2.5.2. Factores que Influyen en el Movimiento de los Fertilizantes hacia las Aguas Subterráneas y Superficiales

La FAO (1981) describe varios factores importantes que influyen sobre las pérdidas de los fertilizantes hacia las aguas subterráneas o superficiales entre ellos cabe destacar:

a). Precipitación e Irrigación

El nitrógeno existente en el agua que se percola por debajo de la zona de la raíz, ya sea proveniente de la precipitación o de un exceso en el riego, pudiendo contribuir a la concentración de dicho elemento en el acuífero. Un control en la irrigación y el origen del agua, puede utilizarse para reducir la lixiviación de nutrientes.

b). Tipo de Cosecha

Las pérdidas de nutrientes hacia las aguas superficiales o subterráneas debidas a la erosión y lixiviación respectivamente, son influidos por el tipo de cosecha; a si la erosión del suelo y las pérdidas del fósforo y nitrógeno orgánico asociados a los sedimentos, son mucho más bajos para pastos y césped que, por ejemplo para el maíz y la soja.

c). Periodo de crecimiento del cultivo

La cantidad de nitrógeno utilizada por el cultivo cambia con los periodos de crecimiento. El nitrógeno aplicado en exceso a la necesidad del cultivo durante las tempranas etapas del crecimiento queda disponible para la lixiviación.

d). Desnitrificacion

En cultivos (como el arroz) que son sumergidas en agua largo tiempo, el nitrógeno es eliminado de la zona de la raíz, debido a las condiciones anaeróbicas que se llega a alcanzar.

2.5.3. Métodos para Evitar la Contaminación de Fertilizantes

Según la FAO (1981) Los métodos para evitar la contaminación por fosfatos de pende ampliamente del control de erosión del suelo. Por el contrario el control del movimiento de los nitratos hacia el agua superficial o subterránea, depende del control de la escorrentía y de la infiltración.

Para reducir la percolación de fertilizantes, que puede contribuir a la contaminación del agua subterránea, se han considerado varios métodos, entre los cuales están la determinación y aplicación de la cantidad de compuesto estrictamente necesario en el tiempo y lugares adecuados y la mejora de ciertas prácticas, tales como la labranza y rotación de cultivos.

2.5.4. Pesticidas

La palabra pesticida es un término general que incluye a los fungicidas, herbicidas, insecticidas etc. Los compuestos químicos orgánicos sintéticos son las más importantes por su toxicidad y gran movilidad, por eso son los que reciben mayor atención (FAO, 1981).

2.5.5. Factores que Influyen en la Contaminación de Pesticidas

La FAO (1981) describe algunos de los factores más importantes que intervienen en la contaminación del agua subterránea por pesticidas en suelo son:

a). Métodos de Aplicación

Los pesticidas escapan durante su aplicación, por su solubilidad y volatilidad. Pueden ser aplicados al suelo en forma líquida, automatizados, o en forma sólida como polvo o gránulos. Estos métodos son imperfectos desde el punto de vista de aplicación, porque algunos de los pesticidas alcanzan áreas no programadas.

b). Eliminación de Envases

Los pesticidas pueden entrar en el medio ambiente a través de los descuidos en la práctica de la eliminación de envases. Si son depositados o quemados sobre terrenos permeables, las aguas subterráneas pueden contaminarse.

2.5.6. Métodos Contra la Contaminación de Pesticidas

La FAO (1981) menciona algunos métodos que se pueden llevar a cabo para reducir la contaminación por pesticidas, se puede establecer dos categorías basadas en diferentes criterios. La primera en sustituir el empleo de los pesticidas químicos por otros métodos, la segunda en el criterio de aumentar la eficiencia de estos pesticidas.

a). Control Biológico

La introducción de enemigos naturales de las plagas, es un método importante de control biológico de la misma. Introduciendo depredadores o patógenos se logra una lucha entre éstos y los insectos nocivos.

b). Esterilización

La esterilización de insectos es otro método, es uno de los más aceptables y selectivos para la eliminación de poblaciones de los mismos.

c). Mejoramiento de Variedades

El uso de cultivos resistentes a enfermedades y plagas, es otra forma de control deseable y económico. Aunque la absoluta resistencia es rara, una moderada puede reducir de forma importante la necesidad de usar pesticidas.

d). Aplicación Adecuada de los Químicos

En los métodos para aumentar la eficiencia de los pesticidas, está el uso de la mínima cantidad de la misma, ya que en la práctica, se utilizan mayores cantidades de la estrictamente necesarias para el control de las plagas. Una continua vigilancia debería ser posible la disminución del número de tratamientos programados.

e). Productos Biodegradables

Otro método sería utilizar productos que se degraden rápidamente en el medio ambiente, esto no provocaría daños a la vida salvaje, ni al medio ambiente acuático.

2.6. Situación Actual del Agua en Coahuila.

Según la página electrónica

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/coa/ubic_geo.cfm?c=1203&e=05&CFID=1173577&CFTOKEN=63496497

El estado de Coahuila, México, Se localiza en la región norte de México, las coordenadas geográficas son las siguientes, Al norte 29° 53', al sur 24° 32' de latitud norte; al este 99° 51', al oeste 103° 58' de longitud oeste, la capital es Saltillo. En el estado se presenta una precipitación media anual del orden de los 318 mm contra una precipitación media nacional de 777 mm, el periodo lluvioso es de Junio a Septiembre ocurre 75 porciento de la lluvia, y seco de Noviembre a Abril.

La misma página electrónica menciona que Coahuila de Zaragoza colinda al norte con Estados Unidos de América; al este con Estados Unidos de América y Nuevo León; al sur con Nuevo León, Zacatecas y Durango; al oeste con Durango, Chihuahua y Estados Unidos de América.

La extensión territorial es de 151 mil kilómetros cuadrados, que equivale al 7.7 porciento del país, tiene 4,211 localidades. Cuenta con una población de 2 millones de habitantes. Estos datos se representan en la figura 2.4.

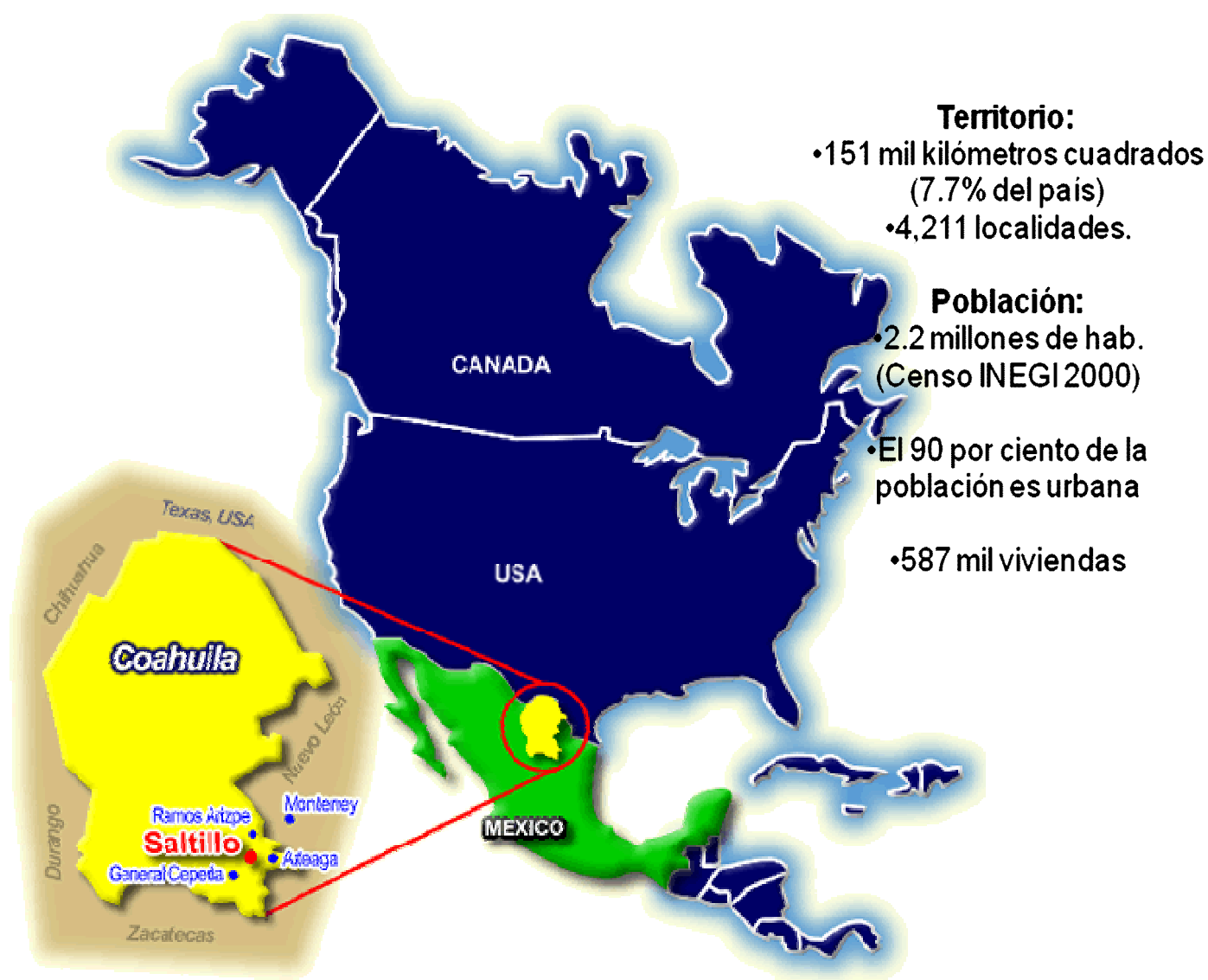


Figura 2.4. Localización y datos básicos del estado de Coahuila.

<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/coa/>

[ubic_geo.cfm?c=1203&e=05&CFID=1173577&CFTOKEN=63496497](http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/coa/ubic_geo.cfm?c=1203&e=05&CFID=1173577&CFTOKEN=63496497)

2.6.1. El Agua Subterránea Fuente de Abastecimiento de Coahuila.

Según Shiklomanov y Rodda (2003) el estado no dispone de recursos de agua superficiales suficientes a causa del clima adverso caracterizado por escasas precipitaciones. Ante esto los recursos de agua subterránea presentan la principal fuente de abastecimiento para satisfacer todos los usos como son el público, doméstico, agrícola, industrial etc. Sin embargo, el clima adverso también restringe la ocurrencia de agua subterránea y limita la recarga natural.

Los mismos autores mencionan que el 90 por ciento que abastece a las poblaciones de Coahuila procede de fuentes subterráneas, los organismos de agua potable extraen anualmente 264 millones de metros cúbicos. Los acuíferos que abastecen a las poblaciones de Coahuila registran una alarmante disminución en sus niveles debido a que se está extrayendo más agua de la que se alcanza a recargar con los sistemas naturales.

2.6.2. Uso del Agua en el Estado de Coahuila

Según Shiklomanov y Rodda (2003) el volumen de agua concesionada para uso consuntivo en Coahuila es de la siguiente orden.

1. Industria autoabastecida 10 Por ciento
2. Abastecimiento publico 13 Por ciento
3. Uso agropecuario 77 Por ciento

2.6.3. Agua Potable.

De acuerdo a Shiklomanov y Rodda (2003) los usuarios crecen y se multiplican mientras que la cantidad de agua disponible en el mejor de los casos permanece invariable y el aprovechamiento del recurso se torna mas complejo y conflictivo porque en ciertos casos la demanda supera la disponibilidad. En el Cuadro 2.5. se representa el consumo per cápita de agua en m³ por habitantes por año en el estado de Coahuila, así como el grado de presión de los recursos hídricos de los estados del país (Figura 2.5.).

Cuadro 2.5 Consumo per cápita del agua en m^3 por habitantes al año en el estado de Coahuila (Shiklomanov y Rodda, 2003).

Disponibilidad Natural Media Per Cápita. (m^3 /hab/año)	Clasificación
Menor a 1000	Extremadamente baja
1001 a 2000	Muy baja
2001 a 5000	Baja
5001a 10 000	Media
10 001 a 20 000	Alta
Más de 20 000	Muy Alta

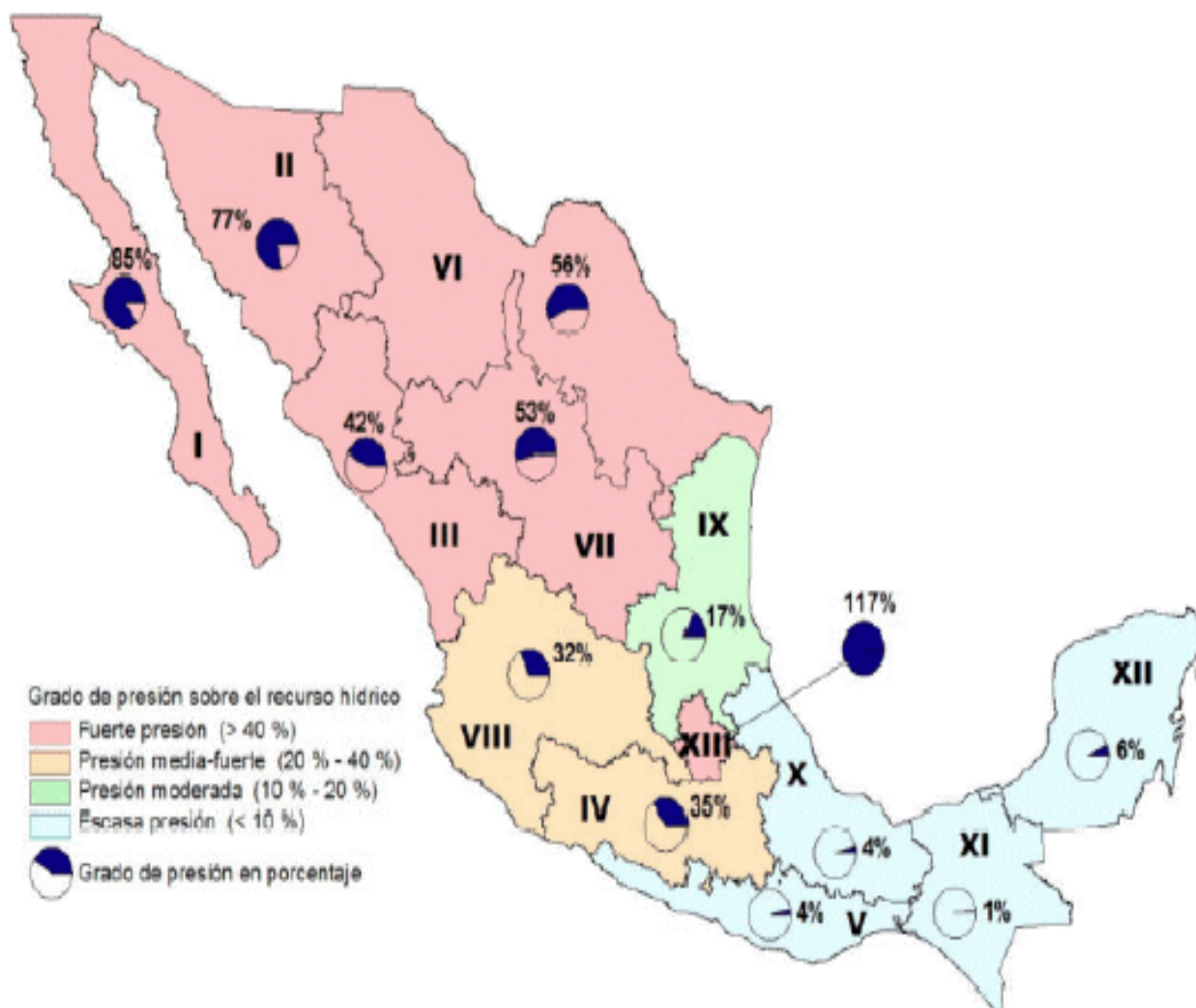


Figura 2.5. Presión del recurso hídrico en los estados del país Shiklomanov y Rodda (2003).

2.6.4. En la Norma Oficial Mexicana, (NOM-ssa1-250-2007), Agua para Uso y Consumo Humano. Límites Máximos Permisibles de la Calidad del Agua, Control y Vigilancia de los Sistemas de Abastecimiento, se observan los parámetros a considerar.

Página (<http://www.normasambiental@salud.gob.mx>.)

Límites Máximos Permisibles de la Calidad del Agua

Cuadro 2.6 Límites máximos permisibles de parámetros físicos y organolépticos en

PARÁMETROS	Unidades	Límite máximo permisible
Color Verdadero Pt/Co	Unidades Pt/Co	15
Conductividad Eléctrica	□S/cm	1 200
Olor	No. Umbral	3,0
pH	Unidades de pH	6,5-8,5
Sabor	No. Umbral	1
Turbiedad	UNT	3,0

Límites Máximos Permisibles de Parámetros Inorgánicos.

Cuadro 2.7 Límites Máximos Permisibles de Parámetros Inorgánicos en Agua.

PARÁMETROS	Unidades	Límite máximo permisible
Cianuros Totales	mg/L	0,07
Dureza Total como CaCO ₃	mg/L	500
Fluoruros	mg/L	0,70
Nitrógeno de Nitratos	mg/L	10,0
Nitrógeno de Nitritos	mg/L	0,06

Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos.

Cuadro 2.8 -Límites Máximos Permisibles de Microorganismos en Agua

PARÁMETROS	Unidades	Límite máximo permisible
Colifagos	Fago/L	Ausente/1 L
<i>E. coli</i> o Coliformes fecales u organismos termotolerantes*	NMP/100 mL	<1,1 NMP/100 mL
	UFC/100 mL	0 UFC/100 mL
	Ausencia/Presencia/100mL	Ausente/100 mL
<i>Giardia lamblia</i>	Quistes/L	0/20 L
<i>Entamoeba hystolitica</i>	Quistes/L	0/20 L

III MATERIALES Y METODOS

3.1. Localizaciones de las Áreas de Estudio

Los análisis de las muestras tomadas se llevaron a cabo en el laboratorio de Ciencias Básicas, localizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, cuya coordenadas geográficas son 25° 22'00" Latitud Norte y 101° 01'00" Longitud Oeste y a una altura de 1743 msnm. Buenavista, Saltillo, Coahuila México 2009.

Localización de Arteaga, Coah.

Según la página de internet (<http://mexico.puebloamericano.com/i/arteaga/>) El municipio se localiza al Sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas 25° 25'58" Latitud Norte y 101° 50'24" Longitud Oeste, a una altura de 1,660 metros sobre el nivel del mar. Se localiza a una distancia aproximada de 18 kilómetros de la capital del estado, Cuenta con 6,394 habitantes.

Limita al Norte con el municipio de Ramos Arizpe; al Sur con el estado de Nuevo León y al Oeste con el municipio de Saltillo. Por su cercanía con Ramos Arizpe y Saltillo, el municipio forma parte de una zona conurbada de gran importancia en el estado figura 3.1.

Según la misma página electrónica Arteaga se encuentra dividida en un total de 366 localidades, entre las cuales se pueden localizar 26 comunidades ejidales, 8 congregaciones, 13 colonias populares y un gran número de fraccionamientos campestres y pequeñas propiedades.



Figura 3.1. Colindancias de Arteaga Coahuila

<http://mexico.puebloamericano.com/i/arteaga/>

Extensión

Cuenta con una superficie de 1,818.60 km², que representan el 1.19 por ciento del total de la superficie del estado.

Orografía

Al Este del municipio se localiza la sierra de San Antonio, se encuentran en el sureste las sierras de los Lirios, las de Huachichil, de las Vigas y de la Nieve; éstas sierras en su conjunto reciben el nombre de sierra de Arteaga y forman parte de la Sierra Madre Oriental, la cual a lo largo del estado presenta grandes elevaciones, valles y cañones.

El municipio de Arteaga es muy montañoso; en él penetran al estado de Coahuila la bifurcación hacia el oeste de la Sierra Madre Oriental, constituida por una serie de cordilleras paralelas, formando entre ellas numerosos valles llamados regionalmente cañones.

Así mismo, dentro del municipio se ubican sierras de altura considerable, tales como la denominada sierra de Coahuila con 3,500 msnm, la sierra de San Antonio con 3,500 msnm, la sierra de San Lucas con 3,200 msnm, la sierra de los Lirios con 2,770 msnm, y la denominada Cerro de la Carbonera con una altura de 2,340 msnm.

Hidrografía

Por ser una región montañoso, cuenta con infinidad de arroyos en las cañadas de éstas montañas en donde nacen los grandes y pequeños manantiales; aunque el municipio es pobre en recursos acuíferos, cuenta con manantiales muy importantes, entre ellos el llamado Ojo Negro, que nace en la Boca de las Palomas, el manantial de los Álamos y el del Chorro; asimismo existen cañadas como la Roja, La Carbonera y La Boquilla.

Clima

El clima en el municipio es de tipo semiseco - semicálido, con ligeras variaciones según la altitud; el Noreste y Sureste se encuentra dentro del subgrupo de climas semi - fríos; la temperatura media anual es de 12°C a 16°C; la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 400 a 500 mm con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre y enero; los vientos prevalecientes tienen dirección noreste con velocidad de 15 a 20 km/h anuales; la frecuencia anual de heladas en el municipio es de 40 a 60 días y el de granizadas de 2 a 3 días.

Recursos Naturales

La explotación forestal es la principal actividad de obtención de recursos naturales, teniendo el segundo lugar la explotación de pétreos para la construcción, tales como laja, arena, grava; así como la misma tierra para la producción de adobes en el área rural.

Características y Uso del Suelo

Se pueden distinguir tres tipos de suelo en el municipio: Xerosol.- Suelo de color claro y pobre en materia orgánica y el subsuelo es rico en arcilla o carbonatos, con baja susceptibilidad a la erosión. Regosol.- No presenta capas distintas, es claro y se parece a la roca que le dio origen. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en el que se encuentre.

Feozem.- su capa superficial es suave y rica en materia orgánica y nutriente. La susceptibilidad a la erosión depende del tipo de terreno donde se encuentre.

El área urbana actual es de 357 hectáreas, el área de crecimiento habitacional es de 66 hectáreas; como reserva para el desarrollo existen 1,807 hectáreas; así como para poblado ejidal se cuenta con 390 hectáreas. La reserva para el crecimiento industrial es de 54 hectáreas; para la agroindustria de 166 hectáreas; y para el desarrollo controlado se destinaron 430 hectáreas.

El área considerada como atractivo natural, es de 132 hectáreas. y el área para conservación consta de 7,954 hectáreas.

Localización del Ejido de Chapula

El Ejido Chapula se encuentra en la parte Sureste del estado de Coahuila, con una altura sobre el nivel del mar de 1820 m , con coordenadas geográficas , a una Latitud Norte de 25° 16' 14.19" y a una Longitud Oeste de 101° 16' 53.87" , la población asciende a 371 habitantes, (INEG, 2000).

Agua Potable

La fuente de abastecimiento de agua potable, es un pozo profundo. Siendo suficiente para la comunidad, utilizando como sistema de almacenamiento un aljibe, para después distribuir el agua a través de tomas domiciliarias, pagando una cuota por mes por vivienda, para el mantenimiento del pozo.

Obras y Aprovechamientos Hidráulicos.

En el ejido hay cuatro pozos profundos de los cuales tres son utilizados para riego y uno para agua potable.

Localización del Ejido de San Juan de la Vaquería.

El Ejido de San Juan de la Vaquería se encuentra en la parte sureste del estado de Coahuila, con una altura sobre el nivel del mar de 1800 m, con coordenadas geográficas, a una Latitud Norte de 25° 15' 8.38" y una Longitud Oeste de 101° 14' 00" la población haciende a 805 habitantes, (INEG, 2000).

Agua Potable y Alcantarillado

Fuente de abastecimiento

En la localidad existe un pozo profundo para uso doméstico, el cual es suficiente para cubrir las necesidades del poblado, el sistema de almacenamiento es un tanque elevado en cuanto a la forma de distribución es por tomas domiciliaria.

Se paga una cuota mensual por toma domiciliaria, esto es utilizado para el mantenimiento del pozo.

Obras y Aprovechamiento Hidráulico

El ejido posee una buena infraestructura hidráulica, esencial para el desarrollo agropecuario del campo. Se cuenta con cinco pozos profundos no de ellos para agua potable y el resto para riego.

La ejecución de estos pozos ha permitido la instalación de un sistema de riego por aspersión beneficiando a 150 has, se cuenta con dos bordos para abrevadero.

3.2. Materiales y Reactivos Utilizados

Cuadro 3.1. Materiales y reactivos utilizados

Soluciones Utilizados
EDTA RA (Sal disodica)
Hidróxido de Potasio (Lenteja)
Cloruro de amonio (Gránulos)
Acido Clorhídrico A.C.S
Hidróxido de amonio R.A
Caldo Verde Brillante Bilis al 2%
Phenolphthalein (indicator)
Anaranjado de Metilo
Hidróxido de amonio (NH ₄ OH CTR)
Sal disódica del ácido etilendiamintetraacético
Cloruro de amonio (gránulos) NH ₄ Cl
Eriocromo negro T CTR
Azul de hidroxinaftol
Soluciones buffer de pH 4, 7 y 10
Materiales y Equipos Utilizados
Matraces erlenmeyer 250 ml
Matraz volumétrico 50 ml
Vaso de precipitado 50 ml
Pipetas 5-10 ml
Probetas graduadas 10-50 ml
Micro pipeta
Tubos de ensaye
Campana de Durham
Soporte universal
Mechero de bunsen
Olla de presión
Estufa
Potenciómetro
Papel Filtro
Pesetas
Botellas de plasticos de 2L
Frascos de vidrios de 250 ml
Olla de presión
Termómetro
Balanza analítica

3.3. Metodología Utilizadas

Muestreo del agua para la determinación de Dureza, Calcio y Alcalinidad

Para la selección de los lugares de estudio, se tomó en cuenta lo accesible al lugar, Las muestras de agua se tomaron en botes de plástico de 2 l dejándose correr el agua aproximadamente por 3 minutos. El muestreo se realizó cuidadosamente, evitando que se contaminara el tapón, boca e interior del envase; se enjuagó el envase dos o tres veces, procediendo enseguida a tomar la muestra. Las etiquetamos con el nombre del ejido, fecha de la muestra, trasladándolas al laboratorio de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Cabe señalar que los envases no se llenaron a su totalidad, dejamos aproximadamente un 10 por ciento vacío, las cerramos herméticamente y las conservamos a 4 ° C y en la oscuridad durante menos de 24 horas antes de su análisis de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-1993 “procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados”.

La determinación de la dureza, calcio y alcalinidad del agua se determina a través del método de la titulación. Por cada muestra tendrá al menos tres repeticiones el cual se le calculará el promedio de los resultados obtenidos.

Muestreo del Agua para la Determinación de Coliformes

El muestreo de agua para análisis bacteriológico se llevó a cabo en frascos de vidrio de boca ancha con tapón esmerilado o tapa roscada esterilizados, o frascos de polipropileno esterilizados. El agua muestreada se tomó directamente de los grifos del sistema de distribución. Se dejó correr el agua aproximadamente 3 minutos, se tomo la muestra cuidadosamente para evitar la contaminación, manteniendo el frasco cerca del grifo y el tapón del frasco hacia abajo, tomando la muestra sin perder tiempo y sin enjuagar el frasco; dejando espacio libre requerido para la agitación de la muestra previa al análisis (aproximadamente 10 por ciento de volumen del frasco).

Efectuado la toma de muestra se cerró herméticamente el recipiente, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-014-SSA1-1993) “procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados”

Método Utilizado para la Determinación de Coliformes

Para la detección de bacterias coliformes se utilizó la técnica empleada actualmente en el Manual de laboratorio de Microbiología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro [Sustaita *et al.* (2009)]. Dicha técnica va de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-112-SSA1-1994) bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable (NMP).

Para la preparación del medio, se disolvieron 40 gramos del polvo de caldo verde brillante bilis al 2 por ciento en un litro de agua destilada, este medio se distribuyeron en tubos de ensaye en proporciones de 10 ml. Se introdujo y se llenó una campana de Durham dentro de cada tubo, se taparon los tubos con algodón y se pusieron a esterilizar en una olla de presión a una temperatura de 121 °C durante 15 minutos. Terminado se dejaron enfriar y se agregó un mililitro de muestra a examinar con una micropipeta con puntillas esterilizadas en un área también esterilizada.

Se introdujeron los tubos en la estufa a una temperatura de 35 ± 2 °C durante 24-48 horas. Si transcurridas las 24-48 horas las campanas de Durham presentaban una burbuja de aire o si el medio presentaba turbidez indicara la presencia de coliformes. Se realizaron tres repeticiones de cada muestra y un testigo, el cual se tomó de una laguna de agua residual.

Fórmulas Utilizadas

Fórmula Para la Determinación de Dureza en ppm o mg:

$$\frac{\text{Mg CaCO}_3}{\text{ml de muestra}} = \left[\left(\frac{\text{Vol EDTA}}{\text{Vol. de muestra en ml}} \right) * \left(\frac{\text{Conc. EDTA Mol}}{1 \text{ L}} \right) * \left(\frac{1 \text{ Mol Ca}}{1 \text{ Mol EDTA}} \right) * \left(\frac{1 \text{ Mol CaCO}_3}{1 \text{ Mol Ca}} \right) * \left(\frac{\text{Pm CaCO}_3}{\text{Mol CaCO}_3} \right) * \left(\frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ gr}} \right) * \left(\frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ ml}} \right) \right]$$

Fórmula Para la Determinación Dureza en mol. /l:

$$\frac{\text{Mol de Ca o Mg}}{\text{L de muestra}} = \left[\left(\frac{\text{Vol EDTA}}{\text{vol. de muestra en L}} \right) * \left(\frac{\text{Conc. EDTA Mol}}{\text{L}} \right) * \left(\frac{1 \text{ Mol Ca}}{1 \text{ Mol EDTA}} \right) \right]$$

Fórmula Para Determinación de Calcio mol /l:

$$\frac{\text{Mol de Cal}}{\text{L Muestra}} = \left[\left(\frac{\text{Vol. EDTA L}}{\text{vol. de Muestra en L}} \right) * \left(\frac{\text{Conc. EDTA Mol}}{\text{L}} \right) * \left(\frac{1 \text{ MOL de Ca}}{1 \text{ mol EDTA}} \right) \right]$$

Determinación de Magnesio (Mg), en mol/l:

$$\frac{\text{Mol de Mg}}{\text{L Muestra}} = \left[\left(\frac{\text{Mol de Ca o Mg}}{\text{L Muestra}} \right) - \left(\frac{\text{Mol de Ca}}{\text{L Muestra}} \right) \right]$$

Fórmula Para Determinar Alcalinidad (ppm):

Alcalinidad(ppm)

$$= \left[\left(\frac{\text{ml de HCl}}{100 \text{ ml}} \right) * \left(\frac{0.09627 \text{ mol HCl}}{\text{L}} \right) * \left(\frac{1 \text{ mol Ca}}{2 \text{ mol HCl}} \right) * \left(\frac{100.0869 \text{ pm}}{\text{mol CaCO}_3} \right) * \left(\frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} \right) * \left(\frac{1000000 \text{ mg}}{1 \text{ gr}} \right) \right]$$

Donde:

Vol. EDTA= Volumen de EDTA Gastado en Titulación

Conc. EDTA mol= Concentración del EDTA en mol/l

l= Litro

mg= Miligramos

mg= Magnesio

Ca= Calcio

ml= mililitros

HCl= Acido Clorhídrico

Consideraciones Estadísticas:

Para la determinación de alcalinidad y dureza, cada muestra se analizo tres veces calculando la media o promedio \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i}{n}$$

Donde:

x_i = los valores medidos

n = el número de mediciones

La desviación estándar s como sigue:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

\bar{x} = la media

x_i = los valores medidos

n = el número de observaciones

El intervalo de confianza con la siguiente fórmula:

$$\mu = \bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{n}}$$

Donde:

μ = la media para un conjunto infinito de datos

\bar{x} = la media de las muestras

s = la desviación estándar

n = el número de observaciones

t = t de estudiante a 95 % de nivel de confianza

3.4. Parámetros de Observación

Alcalinidad parcial y total como ppm CaCO_3 , molaridad de Ca^{2+} , molaridad de Mg^{2+} , dureza total como ppm CaCO_3 , detección de bacterias coliformes, pH y sólidos suspendidos, en muestras de agua para uso y consumo humano en los ejidos de San Juan de la Vaquería, Chapula Mpio. de Saltillo, y Arteaga, Mpio de Arteaga.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta algunos cuadros de resultados observados de los análisis de las muestras tomadas anteriormente mencionados.

- 4.1.** Los Datos Obtenidos de los Análisis de Sólidos Suspendidos se presentan en los cuadros 4.1, 4.2 y 4.3.
- 4.2.** Los Valores Observados de los Análisis Físicos-Químicos y Microbiológicos de las Muestras se presentan en los cuadros 4.4, 4.5 y 4.6.
- 4.3.** Concentración de Resultados Obtenidos, en el cuadro 4.7 se presenta los Resultados obtenidos del trabajo de investigación.
- 4.4.** Los Resultados de las Desviaciones Estándar de las Muestras se representan en los cuadros, 4.8, 4,9 y 4,10.

Cuadro 4.1. Resultados de los análisis de la muestra de Arteaga

Muestra	Vol. Muestra (ml)	P. Seco de Filtro	P. Seco de Filtro + Muestra	S. Suspendido gr. /10 ml
Arteaga	10	0,0224	0,02242	0,00002
	10	0,0223	0,02232	0,00002
	10	0,0224	0,02241	0,00001

Cuadro 4.2. Resultados de los análisis de la muestra de l Ejido de Chapula

Muestra	Vol. Muestra (ml)	P. Seco de Filtro	P. Seco de Filtro + Muestra	S. Suspendido gr. /10 ml
Chapula	10	0,0224	0,0225	0,0001
	10	0,0224	0,0226	0,0002
	10	0,0223	0,0226	0,0003

Cuadro 4.3. Resultados de los análisis de la muestra del Ejido de San Juan de la Vaquería

Muestra	Vol. Muestra (ml)	P. Seco de Filtro	P. Seco de Filtro + Muestra	S. Suspendido gr. /10 ml
San. Juan de la V.	10	0,0223	0,02231	0,00001
	10	0,0222	0,02221	0,00001
	10	0,0223	0,02232	0,00002

Cuadro 4.4. Resultados de los análisis de la muestra de Arteaga

Muestra	Repeticiones	Calcio y Magnesio ml (EDTA)	Calcio ml (EDTA)	Alcalinidad ml (HCl.)	B. Colifomes NMP/100 ml	Sólidos susp gr. /L.	pH
Arteaga	R1	7,31	5,1	4,9	0	0.002	7,14
	R2	7,31	5,2	4,9	0	0.002	
	R3	7,32	5	4,88	0	0.001	

Cuadro 4.5. Resultados de los análisis de la muestra de I Ejido de Chapula

Muestra	Repeticiones	Calcio y Magnesio ml (EDTA)	Calcio ml (EDTA)	Alcalinidad ml(HCl)	B.Colifomes NMP/100 mL	Sólidos susp gr. /L.	pH
Chapula	R1	2,6	1,3	5,73	0	0,01	8,21
	R2	2,8	1,3	5,72	0	0,02	
	R3	2,8	1,3	5,73	0	0,03	

Cuadro 4.6. Resultados de los análisis de las muestras del Ejido de San Juan de la Vaquería

Muestra	Repeticiones	Calcio y Magnesio ml (EDTA)	Calcio ml (EDTA)	Alcalinidad ml(HCl)	B.Colifomes NMP/100 mL	Sólidos susp gr. /L.	pH
San. Juan de la V.	R1	9,72	5,82	5,73	0	0.001	7,6
	R2	9,71	5,8	5,72	0	0.001	
	R3	9,71	5,8	5,73	0	0.002	

Cuadro 4.7. Concentración de los resultados obtenidos

Muestras	Alcalinidad Parcial CaCO ₃ PPM	Alcalinidad Promedio Total CaCO ₃ PPM	Molaridad promedio de Ca ²⁺	Molaridad Promedio de Mg ²⁺	Dureza Total promedio de CaCO ₃ mg/l	Bacterias Coliforme.	pH	Promedio de Solidos Suspendidos gr/L
Arteaga	0,00	235,7452848	0,002193204	0,000951822	314,789648	0	7.14	0,0016
Chapula	0,00	275,8926425	0,000559052	0,000616391	117,6354698	0	8.21	0,0300
San. Juan de la V	0,00	256,1401425	0,002497099	0,001680023	418,0362915	0	7.6	0,0013

Cuadro 4.8. Desviación estándar e intervalo de confianza mol/l de dureza

Muestras	Suma de Valores Medidos mol (EDTA)/L	Valores promedios mol (EDTA)/L	N. de Mediciones	Desviación Estándar	T tabla estudiante	Intervalo de Confianza
Arteaga	0,00944	0,0031450259	3	0,000002483	4,333	0,000006211
Chapula	0,00353	0,001175443	3	0,000049657	4,333	0,000124224
San. Juan de la V	0,01253	0,004177122	3	0,000002483	4,333	0,000006211

Cuadro 4.9. Desviación estándar e intervalo de confianza mol/l de calcio

Muestras	Suma de Valores Medidos mol/L (EDTA)	Valores Promedio mol/L (EDTA)	N. de Mediciones	Desviación Estándar	T tabla estudiante	Intervalo de Confianza
Arteaga	0,0066	0,002193204	3	0,000043004	4,333	0,000107581
Chapula	0,0017	0,000559052	3	0,000790619	4,333	0,001977859
San. Juan de la V	0,0075	0,002497099	3	0,003531431	4,333	0,008834436

Cuadro 4.10. Desviación estándar e intervalo de confianza mol/l de alcalinidad

Muestras	Suma de Valores Medidos mol/L (HCl)	Valores Promedio mol/L (HCl)	N. de Mediciones	Desviación Estándar	T tabla estudiante	Intervalo de Confianza
Arteaga	0,014132436	0,004710812	3	0,000011116	4,333	0,000027809
Chapula	0,016539186	0,005513062	3	0,000005558	4,333	0,000013905
San. Juan de la V	0,016539186	0,005118355	3	0,000027791	4,333	0,000069523

4.4. Resultados Obtenidos

Las características físicas, químicas y biológicas del agua determinan su utilidad para uso industrial, agrícola y doméstica. Por lo que fueron determinados los parámetros anteriormente mencionados.

Sólidos Suspendidos

Los resultados obtenidos fueron los siguientes, Arteaga, Mpio. de Arteaga, , tiene un valor de 0.0016 gr/l, el ejido de Chapula es de .03 gr/l y el ejido de San Juan de la Vaquería es de 0.0013 gr/l.

Potencial Hidrogeno

El valor más elevado de pH se encuentra en el ejido de Chapula con un valor de 8.21, seguido por el ejido de San Juan de la Vaquería con un valor de 7.6 y la muestra con un pH más bajo es la de Arteaga con 7.14.

Dureza

Los resultados de los análisis de las muestras indican valores de dureza que van de 418.04 mg/l en el ejido de San Juan de la Vaquería, seguida de Arteaga con 314.79 mg/l y en el ejido de Chapula con 117.64 mg/l.

El origen del agua dura depende mucho del tipo de suelo, entre mas calcárea sea la zona, mayor dureza produce (Seoanez, 1999).

De acuerdo a la clasificación de Seoanez (1999) en el ejido de San Juan de la Vaquería y Arteaga Mpio. de Arteaga, se extraen aguas muy duras y en el ejido de Chapula, se extraen aguas moderadamente duras.

Calcio (Ca)

Los análisis de las muestras indican la presencia de calcio en valores que van de 55.94 mg/l en el Ejido de Chapula, 219.49 mg/l en Arteaga y 249.90 mg/l en San Juan de la Vaquería.

La presencia de este ion se debe a la disolución del carbonato de calcio que presenta las rocas calizas. Los aprovechamientos del agua en el ejido de San Juan de la Vaquería y Arteaga que dan dentro de las aguas duras, cálcicas.

Magnesio

Los análisis de las muestras indican la presencia de magnesio en valores que van de 61.69 mg/l en el Ejido de Chapula, 95.26 mg/l en Arteaga y 168.13 mg/l en el Ejido de San Juan de la Vaquería. Los aprovechamientos del agua del Ejido de Chapula, quedan dentro de las aguas moderadamente duras, magnésicas.

Alcalinidad

El valor más elevado de la alcalinidad se encuentra en el Ejido de Chapula con un valor de 275.89 mg/l, se guido por el Ejido de San Juan de la Vaquería con un valor de 256.14 mg/l y la muestra con una alcalinidad más baja es la de Arteaga con 235.75 mg/l, de acuerdo con la clasificación de Jerome (1998)(cuadro 2.4) las aguas de aprovechamiento son de alcalinidad altas.

Coliformes Totales

Los resultados de las pruebas realizadas a las muestras para determinar la presencia de bacterias coliformes, fue negativo.

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de los análisis realizados para determinar si el agua que consumen los pobladores de los Ejidos San Juan de la Vaquería, Chapula y Arteaga, Mpio. De Arteaga Coah, cumplen con los parámetros de la calidad del agua para Uso y Consumo Humano de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-ssa1-1994), "Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que debe someterse el Agua para su Potabilización". Se llega a la siguiente Conclusión: Los parámetros físicos y organolépticos de las muestras tomadas del lugar de estudio cumplen satisfactoriamente, de acuerdo con la norma citada anteriormente. El pH de las muestras tienen un valor que va de 7.14 a 8.21, valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible del pH (6.5-8.5).

El parámetro inorgánico de la dureza tiene valores que oscilan, de 117.64 a 418.04 mg/l, valores que se encuentran dentro del límite máximo permisible (500 mg/l).

El parámetro microbiológico de *E. coli* o Coliformes fecales u organismos termo tolerantes, dio negativo.

Como conclusión, los parámetros determinado del agua de los lugares de estudio se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en La Norma Oficial Mexicana (NOM-ssa1-250-2007) agua para uso y consumo humano, por lo cual podemos considerar que el agua es apta para el uso y consumo humano.

De acuerdo a la clasificación de dureza Seoanez (1999) (Cuadro 2.3) el agua del Ejido de Chapula se clasifica el aguas moderadamente dura, el del Ejido de San Juan de la Vaquería y la de Arteaga Mpio de Arteaga, Coahuila se clasifica como agua muy dura.

Con las características de dureza de las muestras de los lugares de estudio, de San Juan de la Vaquería y Arteaga, Mpio. de Arteaga Coah, se puede concluir, que tienen más probabilidades de riesgos de que se rompan los electrodomésticos, a si como problemas con respecto a la lavada de ropa, esto se debe a que el agua dura contiene una cantidad apreciable de iones calcio y magnesio en disolución, una vez que estos entran en interacción con el jabón se originan precipitaciones (sales insolubles que provocan la pérdida del lavado.).

Con respecto a la alcalinidad se puede concluir que en los tres lugares de estudio, poseen una buena condición de amortiguación del agua, o sea que tienen una buena capacidad para neutralizar ácidos o aceptar protones, la amortiguación del agua ayuda a que no sea tan fácil la alteración del pH del agua.

VI Literatura Citada

Comisión Nacional Del Agua, 2004

FAO, 1981. Contaminación de la Aguas Subterráneas, Tecnología, Economía y Gestión, Editorial Cambridg, España. Pp. 3- 47

García G., R. 2007, Escasez del Agua en las Zonas Áridas, Editorial Font, S.A. pp. 53-63

Hilleboe, E. H. 2007. Manual de tratamiento de agua, departamento de sanidad del estado de nueva york, Editorial limusa, pp. 11-16.

Jacobo V., M.A. 2004. La Gestión del Agua en México, los Retos para el Desarrollo Sustentable. pp. 27-38

Jiménez M., F. A. 2007. Agua para el Desarrollo, más Agua Siempre para Todos. 23-40

Jerome L., R. Química General, séptima edición (1998), editorial McGRAW- HILL/INTERAMERICANA DE MEXICO, S.A DE C.V. pp. 290- 298

Seoanez C., M. 1999. Madrid España, Aguas Residuales: Tratamiento por Humedales Artificiales, Fundamentos Científicos. Tecnológicos. Diseño, edición Mundi-Prensa. pp. 59-69

Shiklomanov, I.A y Rodda, J.C 2003 Estadísticas del Agua en México Edición 2004 SEMARNAT pp.17-39

Paginas Electrónicas

http://200.48.189.45/pagina/documentos/taller_medio_ambiente/viernes/AGUA_SITUACION_ACTUAL_MUNDIAL_Y_NACIONAL.pdf

(<http://www.normasambiental@salud.gob.mx>.)

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/coa/ubic_geo.cfm?c=1203&e=05&CFID=1173577&CFTOKEN=6349649

