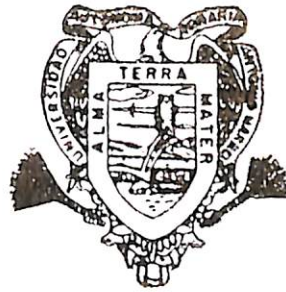


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA



RECREACION Y CALIDAD DEL AGUA EN EL CAUCE
"LOS CHORROS" DE ARTEAGA, COAHUILA.

POR

LUIS ANTONIO ACEVES MONTAÑO

TESIS PROFESIONAL

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

NOVIEMBRE DE 1991

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

RECREACION Y CALIDAD DEL AGUA EN EL CAUCE
"LOS CHORROS" DE ARTEAGA, COAHUILA.

POR

LUIS ANTONIO ACEVES MONTAÑO

TESIS PROFESIONAL

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO.

NOVIEMBRE DE 1991

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

RECREACION Y CALIDAD DEL AGUA EN EL CAUCE

"LOS CHORROS" DE ARTEAGA, COAHUILA.

TESIS PROFESIONAL

POR

LUIS ANTONIO ACEVES MONTAÑO



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR


COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

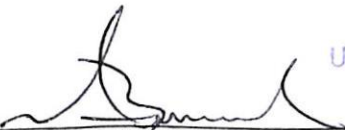
INGENIERO AGRONOMO FORESTAL

APROBADA:


ING. M.S. JULIAN GUTIERREZ CASTILLO
ASESOR PRINCIPAL


ING. M.C. HECTOR FRANCO LOPEZ
ASESOR


ING. JOSE DUENEZ ALANIS
ASESOR


DR. MARCO ANTONIO BUSTAMANTE GARCIA
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA
NOVIEMBRE DE 1991

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

División de Agronomía
Coordinación

PROLOGO

En mayoría de las áreas recreativas de México, no tiene un control de los usuarios, por lo cual dicha actividad produce alteraciones sobre los recursos naturales, tal es el caso del área recreativa conocida como "Los Chorros", de Arteaga Coah.; el presente estudio tiene como objetivos, determinar algunas características físicas y químicas del agua a lo largo del cauce, determinar el impacto de los visitantes sobre dichas características, determinar la descarga de agua en tres sitios del cauce, así como determinar la relación que existe entre ellos.

El presente estudio fue realizado en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., para ello, se seleccionaron cinco sitios con afluencia y uno sin afluencia de visitantes considerados como tratamientos, en cada sitio se tomaron muestras de agua en diez fechas lo cual fue considerando como las repeticiones en forma paralela se realizaron censos del número de visitantes en los sitios de recreación, registrando el número de personas que tienen contacto con el agua; además se determino la descarga de agua sobre tres sitios a lo largo del cauce. Los resultados de laboratorio de las muestras de agua fueron analizados

mediante un diseño completamente al azar y una prueba de diferencia mínima significativa

Los resultados del análisis estadístico indican que los valores del pH, C.E., Ca, Cl y SO₄ presentan diferencias significativas entre sitios, ésto se debe a las actividades recreativas que se desarrollan en ellos así como al material parental de la cuenca.

Por otro lado los análisis de correlación entre variables de recreación y características del agua indican que se existe una correlación positiva entre la C.E., los S.T.D., K y HCO₃ con la afuencia de visitantes y el número de personas que tiene contacto con el agua, de igual manera, el volumen de agua que corre sobre al cauce presenta una correlación positiva con los valores de pH.

En el presente estudio concluye que las características del agua cambian ligeramente a lo largo del cauce "Los Chorros" y que actividades recreativas modifican al pH, C.E., Ca, Cl y SO₄ del agua que corre en el cauce.

LUIS ANTONIO ACEVES MONTAÑO

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

Al Ing. M.S. Julián Gutiérrez Castillo, por su disposición, consejos y apoyo en la realización de la investigación y la culminación de la presente tesis.

Al Ing.M.S. Héctor Franco López, por la orientación y asesoriamiento a lo largo de mi carrera y la realización del presente trabajo.

Al Ing. José Dueñez Alanís, por su disponibilidad de orientarme y asesorarme en la realización del presente trabajo.

Al Ing.M.C. Alejandro Zárate Lupercio, por su orientación y conocimientos otorgados durante mi formación profesional.

A los Ings. Miguel Camacho Olvera, Alejandro Castro Rosas, Mauricio Mandujano Zenteno y Martín Francisco Rivera Núñez por su amistad y colaboración en la realización del presente trabajo.

Al Programador Analista Gerardo Rodríguez Gallegos, por su ayuda en la redacción y mecanografiado del presente trabajo.

A la Srita. Ma. Lucía Ramírez Cerda, por su ayuda en la redacción y mecanografiado del presente trabajo.

A Mis Compañeros y Amigos de la especialidad, con quienes comparto el mérito del presente trabajo.

DEDICATORIA

A Mis Padres:

José Isabel Aceves Rodríguez

Martha Mojica Montaña de Aceves

A mis Hermanos:

María Alejandra

José Francisco

José de Jesús

Miguel

Juan Pablo

Ana Isabel

A mi Novia.

María Rangel Villalvazo

A mis Amigos

A mi Alma Terra Mater

INDICE GENERAL

	PAGINA
PROLOGO	iii
AGRADECIMIENTOS.....	v
DEDICATORIA	vii
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
CALIDAD DE AGUA	5
ANALISIS DE LABORATORIO	8
RECREACION.....	9
ESTUDIOS SOBRE CALIDAD DE AGUA	11
MATERIALES Y METODOS	19
DESCRIPCION DEL AREA GENERAL DE ESTUDIO.....	19
LOCALIZACION	19
CLIMA	19
SUELO	20
VEGETACION	22
DESCRIPCION DE LOS SITIOS DE ESTUDIO	24
SITIO 1.....	24
SITIO 2	24
SITIO 3	25
SITIO 4	25

	PAGINA
SITIO 5	25
SITIO 6	26
MATERIALES Y EQUIPO	26
METODOS	28
SELECCION DE LOS SITIOS DE ESTUDIO	28
TOMA DE LA MUESTRA	28
CONTEO DE VISITANTES	30
ACTIVIDADES RECREACIONALES	30
AFORO DE LA DESCARGA.....	30
ANALISIS ESTADISTICO	32
TRATAMIENTOS	32
DISEÑO EXPERIMENTAL	32
COMPARACION DE TRATAMENTOS	33
ANALISIS DE CORRELACION LINEAL SIMPLE ..	34
RESULTADOS Y DISCUSION	37
CONCLUSIONES	55
LITERATURA CITADA	56
APENDICE A	60

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Factores que causan cambios no deseables en las características del agua.....	6
2	Variables físico-químicas utilizadas en los análisis de correlación lineal simple....	35
3	Variables de recreación utilizadas en el análisis de correlación lineal simple.....	35
4	Medias obtenidas y coeficientes de variación de las muestras de campo para las características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah..	37
5	Valor de la F calculada obtenidas en el ANVA de las características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros".	41
6	Medias de las características del agua, en los diferentes sitios de estudio y comparación de acuerdo a la prueba de medias (D.M.S.), con un nivel de probabilidad de 0.05.....	42
7	Medias de las características del agua, en los diferentes sitios de estudio y comparación de acuerdo a la prueba de Medias	

	(D.M.S.), con un nivel de probabilidad de 0.01.....	43
8	Número de visitantes total por censo en los diferentes sitios de uso recreacional (Sitios de Estudio).....	46
9	Número de visitantes en contacto con el agua por censo en los diferentes sitios de uso recreacional (Sitios de Estudio).....	47
10	Correlación lineal entre las variables características del agua y número total de visitantes por sitio de estudio.....	49
11	Correlación lineal entre las variables características del agua y número de visitantes en contacto con el agua por sitio de estudio	50
12	Correlación lineal entre las características del agua y número de visitantes total y en contacto con el agua de los diferentes sitios con uso recreacional.....	51
13	Aforo de escurrimiento superficial en tres sitios de estudio. Determinando el gasto en m ³ /seg.....	53
14	Correlación lineal entre las variables gasto y características físicas y químicas del agua.....	54

A1	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 4 de junio de 1989.....	61
A2	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 11 de junio de 1989.....	62
A3	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 6 de agosto de 1989.....	63
A4	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 13 de agosto de 1989.....	64
A5	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 20 de agosto de 1989.....	65
A6	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 27 de agosto de 1989.....	66
A7	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 3 de septiembre de 1989.....	67
A8	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 10 de septiembre de 1989.....	68

A9	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 24 de septiembre de 1989.....	69
A10	Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros" de Arteaga, Coah., 8 de octubre de 1989.....	70

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Localización del área de estudio, sitios seleccionados para realizar el estudio, sitios de muestreo y características físicas	27

INTRODUCCION

A través del tiempo el hombre en la naturaleza, con sus diversas actividades ha causado alteraciones considerables sobre los recursos naturales, en algunas ocasiones destruyendo la vegetación y contribuyendo a que exista una alta modificación en el volumen de escurrimientos superficiales que produce una cuenca y como consecuencia, una alteración de las propiedades del agua que descarga en el área de drenaje, pérdida del suelo por efecto de la erosión, disminución de las poblaciones de fauna silvestre por falta de alimento y destrucción de su hábitat.

Por otra parte, las diversas acciones realizadas por el hombre en áreas naturales, en particular en aquellas donde existen arroyos o cuerpos de agua, han causado efectos considerables sobre las características físico, químicas y biológicas del agua, trayendo como consecuencia que el uso que se le daba al agua se vea alterado y en algunas ocasiones modificado necesariamente.

Las actividades recreativas consideradas como un factor de cambio en la calidad del agua, se tienen como un gran problema en México y en otros países del mundo, sobre todo en aquellas áreas donde la afluencia de excursionistas

aumenta día a día y específicamente en aquellas áreas donde no se tiene ningún control de esas actividades.

La alteración de las propiedades del agua causadas en forma primordial por las actividades humanas y mínimamente por factores naturales, ocasionan problemas en diferente grado a la vida humana y a otras especies animales y vegetales, por lo cual es necesario que todo uso del suelo que se pretenda dar dentro de las cuencas del país considere en forma primordial a la calidad del agua.

Por lo anterior, es de gran importancia estudiar las características físico, químicas y biológicas del agua, que descarga una cuenca para así poder determinar el uso de la misma y en especial, el agua que se utiliza para el consumo humano, agrícola e industrial.

OBJETIVOS

Determinar algunas características físicas y químicas del agua que corre a lo largo del cauce "Los Chorros".

Determinar el impacto de los visitantes sobre las características físicas y químicas del agua que se descarga en "Los Chorros".

Realizar el aforo en tres áreas de estudio a lo largo del cauce "Los Chorros".

Determinar la relación entre el volumen del agua descargada y la calidad del agua en el cauce "Los Chorros".

HIPOTESIS

Las características físicas y químicas del agua, difieren significativamente en seis sitios del cauce "Los Chorros".

Las características físicas y químicas del agua son afectadas negativamente con el incremento de la afluencia de visitantes en el cauce "Los Chorros".

JUSTIFICACION

En México las actividades recreativas reciben mínima atención, por lo cual, la mayoría de los sitios destinados para tal actividad se degradan constantemente al no existir en todas ellas control y recibir personas en un mayor número que la capacidad de carga de cada una de ellas. Además es necesario recalcar la no existencia de programas de educación que permitan a los visitantes de las áreas de recreación dar a ellas un buen uso y generalmente los recreacionistas realizan todo tipo de actividades sin

considerar el efecto que puedan causar a los diferentes recursos de las cuencas hidrológicas.

La actividad desordenada en las áreas de recreación de nuestro país causa deterioro a la vegetación al suelo y al agua en forma primordial, sin embargo, al igual que no existe control de visitantes, pocos estudios han sido llevados a cabo para cuantificar los efectos de la recreación sobre los recursos naturales; por ello el presente estudio contribuirá a conocer en parte los impactos de los visitantes sobre la calidad y cantidad del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga Coah., pues como es de todos conocida esta área es si no la única, sí una de las áreas preferidas de la población que habita la ciudad de Saltillo y sus alrededores, por ello se hace necesario conocer los impactos de las actividades recreativas que en ellas se desarrollan para poder mantenerla y protegerla.

REVISION DE LITERATURA

CALIDAD DE AGUA

La calidad de agua de acuerdo a Dunne y Leopold (1978), Gosz et al, (1980) y Lee (1980) es definida por los atributos físicos, químicos y biológicos que afectan la disponibilidad del agua para el consumo humano, la agricultura, la industria, la recreación y otros usos que se le destine.

Sin hacer referencia al uso que se le destine al agua Hewlett (1982) señala que la calidad del agua incluye las propiedades físicas, químicas y biológicas asociadas con el material mineral y orgánico que se encuentre suspendido o disuelto en el agua.

Las propiedades físicas del agua incluyen el estudio de la dureza, la alcalinidad, los gases disueltos, los sólidos totales disueltos, la temperatura, la turbidez, el oxígeno disuelto y la demanda de oxígeno biológico, los sedimentos orgánicos e inorgánicos en suspensión; las propiedades químicas incluyen el estudio de todos los elementos químicos contenidos en el agua, así como los compuestos que se deriven de ellos; los más importantes son:

K, Na, Ca, Mg, CO₃, SO₄, Cl, HO₃, NO₃, NO₂; las propiedades biológicas hacen referencia al estudio del contenido de bacterias coliformes y no coliformes que se presentan en el agua (Carlson, 1971; Davis y Dewiest, 1971; Dunne y Leopold, 1978; Gutierrez et al, 1987; Leaf, 1974; Hewlett, 1982; Nelson y Hansen, 1984; Gosz, 1980; Johnson et al , 1978; USDA, 1982).

Las características físico-químicas y biológicas del agua son modificadas por diferentes factores; de acuerdo a Gosz (1982) dichos factores pueden ser incluidos en diversos grupos destacando entre ellos los mencionados en el cuadro 1.

Cuadro 1. Factores que causan cambios no deseables en las características del agua (Gosz, 1982).

CARACTERISTICAS	FACTORES DE CAMBIO
FISICAS	
Penetración de la luz.	Vegetación, sombra, polvo atmosférico, humo.
Transmisión de la luz en el agua.	Sólidos suspendidos en la erosión, crecimiento de algas o sedimentos resuspendidos de las cuencas.
Calentamiento del H ₂ O en los afluentes.	Alteración de la energía de la cuenca causada a través de los cambios de la vegetación y suelo, diversificación de la superficie y afloramiento de aguas.
Volumen y fluido del agua.	Modificación por los índices de escorrentía por los cambios de vegetación y suelo; diversificación de la superficie y afloramiento de aguas.
	continúa....

Continuación Cuadro 1

Abrasión y fricción.	Sólidos suspendidos y sedimentos en las bordes especialmente en cauces altos.
Circulación del agua.	Impedimentos físicos y otros cambios morfológicos que causan cambios en la pendiente, relieve o radio hidráulico.
Tamaño de las partículas del sustrato.	Cambios en la cuenca o índices de canales de erosión causadas por la alteración de la vegetación o suelo, cambios en los afluentes o lagos o diversificaciones de éstos.
QUIMICAS	
Salinidad.	Alteración por erosión de sólidos disueltos totales y la importancia de éstos en la cuenca.
Oxígeno, CO ₂ , N y otros gases.	La alteración por la carga de materia orgánica biodegradable de la cuenca y cambios en el afluente y su circulación y el nivel de fotosíntesis.
Nutrientes, elementos tóxicos y sus componentes.	Alteración de la erosión por material disuelto y suspendido, importancia de la alteración en las cuencas, alteración por movimiento aéreo de los materiales.
BIOLOGICAS	
Enfermedades causadas por organismos.	Alteración por deposición de desechos animales en la cuenca incluyendo a los humanos; alteración por el contacto animal en el agua; alteración de los sedimentos.

ANALISIS DE LABORATORIO

Los análisis del agua en el laboratorio, se llevan a cabo por muchos motivos, siendo uno de los principales que el agua se utiliza para el uso público; esto implica considerar diversos factores como son: si es de confianza para el consumo humano, según el grado de contaminación; si es corrosiva para la tubería metálica o es capaz de formar incrustaciones en sistemas de agua fría o caliente; si es agradable en su apariencia o sabor; si es satisfactoria para usarse en el lavado doméstico de ropa y loza o si puede usarse para fines industriales (DESENY, 1979; Hewlett, 1982; Lee, 1982).

El Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, 1979, clasifica los exámenes de laboratorio de la siguiente manera:

Físicos: Se miden y registran aquellas propiedades que pueden ser observadas por los sentidos.

Químicos: Determinan las cantidades de materia mineral y orgánica que hay en el agua y afecte su calidad.

Bacteriológicos: Indican la presencia de bacterias características de la contaminación.

Microscópicos: Proporcionan información relativa a las proliferaciones en el agua que frecuentemente son las que causan sabores y otros olores desagradables u obstrucción de los filtros.

RECREACION

La recreación es aquella acción que produce o causa placer al hombre.

Por otra parte, la recreación de acuerdo a Jubenville (1974) y Kundson (1980) es definida como el relajamiento del hombre durante la diversión; mencionan también que las actividades recreativas al aire libre son definidas como las actividades constructivas que ocurren en parques y otras áreas abiertas.

Las formas de recreación de acuerdo Jubenville (1974) que se llevan a cabo al aire libre son las siguientes:

ciclismo	cacería
acampado	natación
canotaje	esquí acuático
pesca	esquí en la nieve
golf	motociclismo
caminata	tráfico de vehículos
monta a caballo	

Capacidad de carga.- Es un concepto fundamental en el manejo de los recursos naturales; en términos generales es la limitante de uso de un área determinada por varios factores naturales de resistencia ambiental, después de este límite natural no debe incrementarse la población dependiente. (Hendee et al, 1978).

Hendee et al. (1978) señalan que en el manejo de la recreación, el término capacidad de carga es de suma importancia y es común, aunque no totalmente entendido y por lo regular se utiliza en dos formas:

1).- Capacidad de carga es la habilidad que tiene el ambiente físico y biológico para mantener un uso recreativo; en este sentido se han realizado diversos estudios para evaluar el impacto de la recreación sobre la vegetación, el suelo, el agua y la fauna silvestre.

2).- Capacidad de carga es un término que expresa la cantidad de uso relacionado con alguna medida de la calidad recreativa de una área; en este sentido se realizan estudios para determinar el impacto del incremento en uso y de los conflictos existentes entre los usuarios.

Hasta la fecha se han llevado a cabo muchos estudios tendientes a investigar los impactos que se producen al incrementar el número de visitantes en las áreas de recreación; pudiéndose mencionar que existen seis principios

que gobiernan la respuesta de la vegetación y del suelo al uso recreativo (Kuss et al, 1986):

- El impacto sobre los constituyentes suelo y vegetación en un ecosistema pueden ser directos e indirectos.

- Las plantas y los suelos varían en su sensibilidad o su resistencia a diferentes impactos.

- El ambiente transformado ya sea por impactos directos o indirectos se ocupa por especies mejor adaptadas al cambio..

- Factores específicos del sitio influyen en los cambios y tasas de cambios que resultan de los impactos recreativos.

- La naturaleza y magnitud del impacto recreativo varía de acuerdo al tipo de recreación.

- El impacto de la recreación varía de acuerdo a la cantidad de uso.

ESTUDIOS SOBRE CALIDAD DE AGUA

Gutiérrez et al. (1987) estudiaron algunas características físico, químicas y biológicas del agua superficial de los aguajes en el Cañón de San Lorenzo, en el Suroeste de Coahuila; los resultados de dichos autores señalan que física y químicamente el agua no presenta ningún problema para cualquier uso que se le quiera dar, pero

biológicamente, no es recomendable para el consumo humano; además, señalan la existencia de una relación positiva entre el contenido de elementos químicos y bacterias coliformes con la afluencia de visitantes, la presencia de eventos de precipitación y escurrimientos superficiales.

Johnson et al. (1978) realizaron un estudio sobre el impacto que ocasiona el pastoreo del ganado sobre la calidad del agua en cauces del Estado de Colorado en la Unión Americana, para lo cual, delimitaron dos áreas de pastizal adyacentes, una fue apacentada por ganado y la otra fue excluida del apacentamiento; muestras de agua tomadas en diferentes sitios de ambas parcelas arrojan los siguientes resultados; las características físicas y químicas del agua presentan poca alteración por efecto del apacentamiento del ganado, por otra parte, señalan que la contaminación bacterial del agua se incrementa significativamente siguiendo el traslado del ganado.

En el Parque Nacional Tonto en Arizona, Nelson y Hansen (1984), realizaron un estudio para analizar si la cantidad de bacterias coliformes fecales se incrementan con el número de usuarios y determinar si los niveles de bacterias coliformes se encuentran dentro de las normas; los resultados indican que no existe correlación entre la cantidad de bacterias coliformes y el número de nadadores, por otra parte, mencionan que las poblaciones de bacterias varían en distancias cortas y en períodos cortos de tiempo,

pero han permanecido dentro de los rangos permitidos para la calidad del agua. Durante doce años de uso del parque con fines recreativos, observaron que las poblaciones de bacterias bajan en la época de invierno, cuando hay poca o no hay gente nadando, lo cual señala el efecto de la recreación sobre la calidad del agua.

Las altas concentraciones de sólidos suspendidos son generalmente un indicador de la erosión y están usualmente asociados con el grado de impacto de las actividades humanas, las concentraciones medias que presenta el agua de sólidos suspendidos por arriba de 80 mg/lt. generalmente dañan a los peces y otras formas de vida acuáticas (Makee y Walf, 1963).

Los efectos de la recreación sobre la calidad del agua, fueron estudiados por Dasher *et al.* (1981) en el parque nacional de Las Montañas Guadalupe, Texas, los resultados indican que el uso recreativo no afecta significativamente la calidad del agua en los manantiales del parque, puesto que los niveles del total de sólidos suspendidos, total de bacterias coliformes y la demanda de oxígeno presentaron buena calidad después de efectuadas las actividades de recreación.

Walter y Bottman (1967) realizaron estudios microbiológicos y químicos en dos cuencas hidrológicas similares del Estado de Montana, en donde una de ellas se

encontraba abierta al uso recreativo y la otra cerrada, los resultados que obtuvieron señalan que las concentraciones de bacterias coliformes fecales dentro de la cuenca hidrológica cerrada al público, fueron mayores en comparación a los que presentaban actividades recreativas; las altas concentraciones de bacterias contenidas en el agua de la cuenca cerrada al público, se debió posiblemente, a la presencia de fauna silvestre en el área, ya que al abrirla al público con un uso limitado, se tuvo disminución drástica en las concentraciones de bacterias.

Las bacterias que se encuentran en el agua por descargas fecales de hombres y animales, son considerados como indicadores de la calidad del agua, al evaluar la calidad biológica de la misma, las más comunes son las del grupo coliforme, en donde encontramos diferentes géneros como son: Streptococcus, Escherichia, Aerobácter, Proteus, Salmonella, Shigella, Clostridium. (Gutiérrez et al. 1987; AWWA, 1969, DESENY, 1979), las altas concentraciones de estos organismos pueden ocasionar enfermedades al hombre por su consumo.

Las normas de calidad de acuerdo a la AWWA (1968), señalan las concentraciones máximas permisibles de algunos elementos para el consumo humano, por ejemplo, el magnesio puede tener una concentración máxima permitida de 125 mg/lt, los sulfatos de 250 mg/lt, los sólidos totales de 500 mg/lt y los cloruros de 250 mg/lt.

Lee (1980), señala que las actividades recreativas pueden presentar impactos sobre la calidad del agua por efecto de la erosión incrementando los sedimentos, contaminación del agua a causa de la utilización de las áreas recreativas, en especial cuando no existe buen diseño y planeación para el uso de sanitarios.

Brown *et al.* (1974) reportan que los valores promedio de los análisis de la calidad del agua que se realizaron en los bosques de pino ponderosa en Arizona, son los siguientes: para sólidos totales disueltos 14 mg/lt, Na 1.9 mg/lt, Ca 1.5 mg/lt, PO₄ 0.16 mg/lt, NO₃ 0.16 mg/lt, Fe 0.29 mg/lt, conductividad eléctrica de 38 a 65 mmho/cm, por lo anterior, concluye que no se presentan muchas variaciones entre las muestras tomadas y que el agua puede utilizarse para el consumo humano, vida acuática y riego.

Los contaminantes del agua, como materia suspendida y temperatura de sedimentos causan alteraciones en las características físicas, los compuestos orgánicos, bióxidos, nutrientes sintéticos y metales pesados, alteran las características químicas y los microorganismos alteran las características biológicas (Gosz, 1982).

Anderson *et al.* (1976) mencionan que los metales suspendidos pueden ser solo, algunos factores importantes que influyan en los cambios en la calidad del agua, determina que el 80 % del deterioro en la calidad del agua

se debe a los sedimentos suspendidos. Gosz et al. (1980) mencionan que los sedimentos suspendidos en el agua representan una pérdida de suelo y nutrientes de la cuenca.

Pottler et al. (1980) mencionan que la mayoría de las actividades humanas en los bosques afectan el suelo forestal y degradan la calidad del agua con sedimentos suspendidos.

Platts et al. (sin fecha) señalan que la actividad minera es una fuente de cobalto, cobre, hierro, magnesio, plomo y zinc en el afluente de Panther Creek, en el centro-oeste de Idaho, U.S.A.; por otra parte, mencionan que los valores de p.H. río abajo del área de la mina eran mínimos a los niveles letales para los organismos acuáticos, muestreos que realizaron en el afluente río abajo dieron como resultado que no se encuentran peces e insectos en áreas afectadas por la actividad minera, sin embargo, río arriba se evidenció la presencia de peces e insectos acuáticos, la incorporación de peces sobre el área afectada no fue favorable porque estos morían.

Los sólidos disueltos totales y la conductividad eléctrica en el agua natural son bajos en la lluvia y nieve y aumentan por la adición de contaminantes en el agua (Tiedemann, 1974).

Johnston (1984) realizó un estudio sobre una cuenca hidrológica en donde se llevó a cabo la remoción del 20% de Populus, en el 13% del área, teniendo cinco matarrazas chicas de 80 has. cada una; monitoreos realizados durante cuatro años posteriores a tratamiento, señalaron que no hubo cambios significantes en el flujo máximo, en la sincronización o producción anual de agua; por otro lado, sí hubo cambios significantes en el p.H., calcio, magnesio y nitratos de los flujos de nieve derretida de subdrenajes efímeros que corrieron en el segundo año después de la corta, algunas de las diferencias fueron atribuidas a la composición química de la nieve que cayó en la nevada de 1976-1977, la cual fue significativamente diferente a la nieve muestreada en el período de pretratamiento.

El Valle de Cuatrociénegas, Coah., a partir de 1964 tuvo un gran auge el turismo con personas propias de la región y de otros lugares que gustaban de practicar de actividades recreativas tales como: buceo, natación, pesca, excursionismo, etc., lo cual trajo como consecuencia la contaminación de los sistemas acuáticos y semiacuáticos, lo cual señala un efecto importante de la recreación sobre la calidad del agua de dicho valle (Contreras, 1984).

Goudie (1982) resume los efectos que produce la recreación en el medio ambiente de la manera siguiente:

- 1).- El pisoteo humano conduce a compactar el suelo.

- 2).- El hombre en las veredas y los vehículos en los caminos producen erosión.
- 3).- El aclareo de sitios para crear campamentos produce nuevos hábitats.
- 4).- El pisoteo humano y la colección de plantas produce cambios en la vegetación.
- 5).- Las actividades de caza y pesca producen efectos nocivos a la fauna silvestre por la proximidad de las personas.
- 6).- Los desechos humanos y la gasolina de los motores producen contaminación en lagos y ríos.
- 7).- En los campamentos, tanto de hombre como de sus mascotas incrementan los nutrientes.
- 8).- La cacería permite conservar el bosque.
- 9).- En las montañas el hombre y los vehículos compactan la nieve y disminuye la temperatura del suelo.
- 10).- El pisoteo humano y los rodados de los vehículos reducen la infiltración.

MATERIALES Y METODOS

DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

LOCALIZACION

El presente estudio se realizó en el cauce "Los Chorros", el cual se inicia en San Vicente a 26 Km. de la Cd. de Saltillo, Coah., sobre la carretera Saltillo-Matehuala y termina en la población de Arteaga, Coah., la longitud del cauce es de 13 Km. se encuentra entre los 100 51' 26" y 100 47' 30" de longitud oeste y entre los 25 27' 10" y 25 22' 26" de latitud norte, su altitud varía de 2000 a 1650 m.s.n.m. de San Vicente a Arteaga, Coah., respectivamente (CETENAL, 1976).

CLIMA

De acuerdo a Mendoza (1983) el tipo de clima para el área de estudio es BSo(h')w(e'); el clima de la zona es seco, con lluvias de verano en los meses de junio a septiembre, con una precipitación anual media de 339.1 mm. En otoño también presenta precipitaciones apreciables (57 mm.) pero no muy intensas; en primavera llueve menos que en otoño, pero mucho más que en invierno; la temperatura media

anual es de 22.8°C, los meses más fríos son enero y diciembre, presentándose en ocasiones heladas.

SUELO

Los suelos que se presentan en la zona de estudio, de acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO, modificado por CETENAL (1976) son los siguientes:

Xerosol Cálcico:

Son suelos con una profundidad que varía de los 31 a los 110 cm., presentan un horizonte "A" ócrico débil y uno o más de los siguientes horizontes "B" cámbico, argílico, mólico o gypsico. El horizonte "A" tiene un espesor que varía entre los 10 y 40 cm., su reacción a HCl es fuerte; su textura es fina y presenta estructuras laminar y bloques subangulares.

Castañozem lúvico:

Son suelos con horizonte "A" mólico que tienen color con valores munsell en húmedo mayores de 1.5 a una profundidad de 15 cm. o más, tiene un horizonte con la misma concentración de polvo calcáreo suave (acumulación secundaria de caliza), presenta con la profundidad un incremento en la saturación de Na más K dentro de los 125 cm. de profundidad. Algunas veces presenta un horizonte "B"

cámbico o "B" argílico, un horizonte cálcico o gypsico. Se presenta en llanuras, lomeríos y valles intermontanos. Son suelos de color castaño, fértiles con presencia de materia orgánica.

Feozem Calcárico:

Suelos que tienen un horizonte "A" mólico, algunas veces un "B" cámbico o un "B" argílico, carece de concentraciones de polvo calcáreo suave y no presenta incremento de Na y K con la profundidad. Carece de un horizonte cálcico o gypsico dentro de los 100 cm. de profundidad. Se presenta en llanuras, lomeríos y áreas montañosas. Son suelos de color pardo ricos en materia orgánica con buena textura y estructura.

Litozol:

Suelos de profundidad menor de 10 cm., el horizonte está limitado por roca, reacciona muy débil al HCl, tiene una textura fina y una estructura migajosa, granular y de bloques subangulares, es de tamaño fino y de desarrollo moderado; el único horizonte existente es mólico.

Rendzina:

Suelos poco profundos sobre roca caliza, presentan un horizonte "A" mólico y posiblemente un "B" cámbico; el

horizonte "A" no tiene más de 50 cm. de espesor, descansan sobre material calcáreo con más del 40 % de carbonato de calcio, no presenta roca dura y continua dentro de los primeros 25 cm. de profundidad.

Regosol Calcárico:

Estos suelos tienen una profundidad de 15 a 60 cm., presentan un horizonte "A" ócrico que tiene un espesor de 6 a 18 cm., pero es más frecuente encontrarlo de 10 a 13 cm., reacciona muy fuerte al HCl, tiene una textura media y una estructura de bloques subangulares muy finos y desarrollo de débil a moderado. Presenta un horizonte "B" cámbrico, aunque se caracterizan por no presentar capas distintas, este horizonte es de textura media y estructura de bloques subangulares muy finos y de desarrollo débil, no presentan acumulación, sin embargo, reacciona muy fuerte al HCl, está muy drenada.

VEGETACION

De acuerdo a la clasificación realizada por CETENAL (1976), y a Rzedowski (1978) los tipos de vegetación y las especies representativas que los componen presentes en la zona de estudio se exponen a continuación:

- Matorral Desértico Micrófilo.

= *Prosopis glandulosa*.

- = *Larrea tridentata*.
- = *Yucca spp.*
- = *Acacia spp.*
- = *Acacia rigidula*.
- = *Opuntia spp.*
- = *Flourensia cernua*.
- Matorral Desértico Rosetófilo.
 - = *Opuntia spp.*
 - = *Dasyilirion palmeri*.
 - = *Agave spp.*
 - = *Fouqueria splendens*.
 - = *Stipa eminens*.
 - = *Lophaphara williansi*.
- Pastizal Inducido.
 - = *Boutelova spp.*
 - = *Aristida spp.*
- Matorral Subinerme.
 - = *Opuntia spp.*
 - = *Agave spp.*
- Matorral Espinoso.
 - = *Prosopis glandulosa*.
 - = *Opuntia spp.*
- Vegetación de Galerías.
 - = *Populus sp.*

DESCRIPCION DE LOS SITIOS DE ESTUDIO

El área seleccionada para realizar el presente estudio, comprendió cinco sitios con mayor número de afluencia de visitantes, en la época de verano y un sitio donde no se tiene afluencia de personas, la cual se utiliza como testigo, (Fig. 1).

SITIO 1

Se encuentra a una altitud de 1650 m.s.n.m., presenta una pendiente del 5%, se encuentra en la parte baja del cauce cubierta en su mayoría por la población de Arteaga, Coah. El suelo se clasifica como Xerosol Cálxico, cubierto en su mayoría por casas, habitación y pavimento, con áreas de cultivo; la vegetación aledaña al cauce es de galería, la especie representativa es *Populus sp.*, el área cubre una extensión superficial de 113 Ha. en donde se dispersan los visitantes.

SITIO 2

Se encuentra a una altitud de 1750 m.s.n.m., presenta una pendiente del 10%, se encuentra cerca de la población de Bella Unión cauce arriba; el suelo se clasifica como castañozem-lúvico, feozem-calcárico y xerosol-cálxico; la vegetación se clasifica como matorral desértico micrófilo, pastizal inducido y matorral subinerme, el área

cubre una extensión superficial de 18 Ha. en donde se dispersan los visitantes.

SITIO 3

Se encuentra a una altitud de 1825 m.s.n.m., cauce arriba, presenta una pendiente del 25%, se encuentra a pie del monte de la Sierra Zapalinamé y donde inicia el Cañón "Los Chorros" por la parte baja del cauce. El suelo se clasifica como litosol y rendzina, la vegetación es pastizal inducido y matorral espinoso; el área cubre una extensión superficial de 9 Ha. en donde se dispersan los visitantes.

SITIO 4

Se encuentra a una altitud de 1875 m.s.n.m., cauce arriba, presenta una pendiente del 5%, es la parte alta del Cañón "Los Chorros". Por la parte sureste se identifica la carretera Saltillo- Matehuala. El suelo se clasifica como litosol, rendzina y feozem calcárico; la vegetación se clasifica como matorral desértico rosetófilo, con vegetación de galería sobre el cauce; el área cubre una extensión superficial de 6 Ha. en donde se dispersan los visitantes.

SITIO 5

Se encuentra a una altitud de 1950 m.s.n.m., cauce arriba, presenta una pendiente del 20%, es la parte alta del

Cañón "Los Chorros", por la parte norte-oeste se identifica la carretera Saltillo-Matehuala, el suelo se clasifica como regosol calcárico y feozem-calcárico; la vegetación se compone por matorral desértico rosetófilo y pastizal inducido, el área cubre una extensión superficial de 8 Ha. en donde se dispersan los visitantes.

SITIO 6

Se encuentra a una altitud de 2000 m.s.n.m., presenta una pendiente menor al 5%, se encuentra en la parte alta del cauce en donde aflora el escurrimiento subsuperficial, cerca del poblado San Vicente; el suelo se clasifica como feozem-calcárico; se tiene vegetación de galería aledaña al cauce y agricultura de riego, el área cubre una extensión de 5 Ha., no se tiene afluencia de visitantes sobre el sitio.

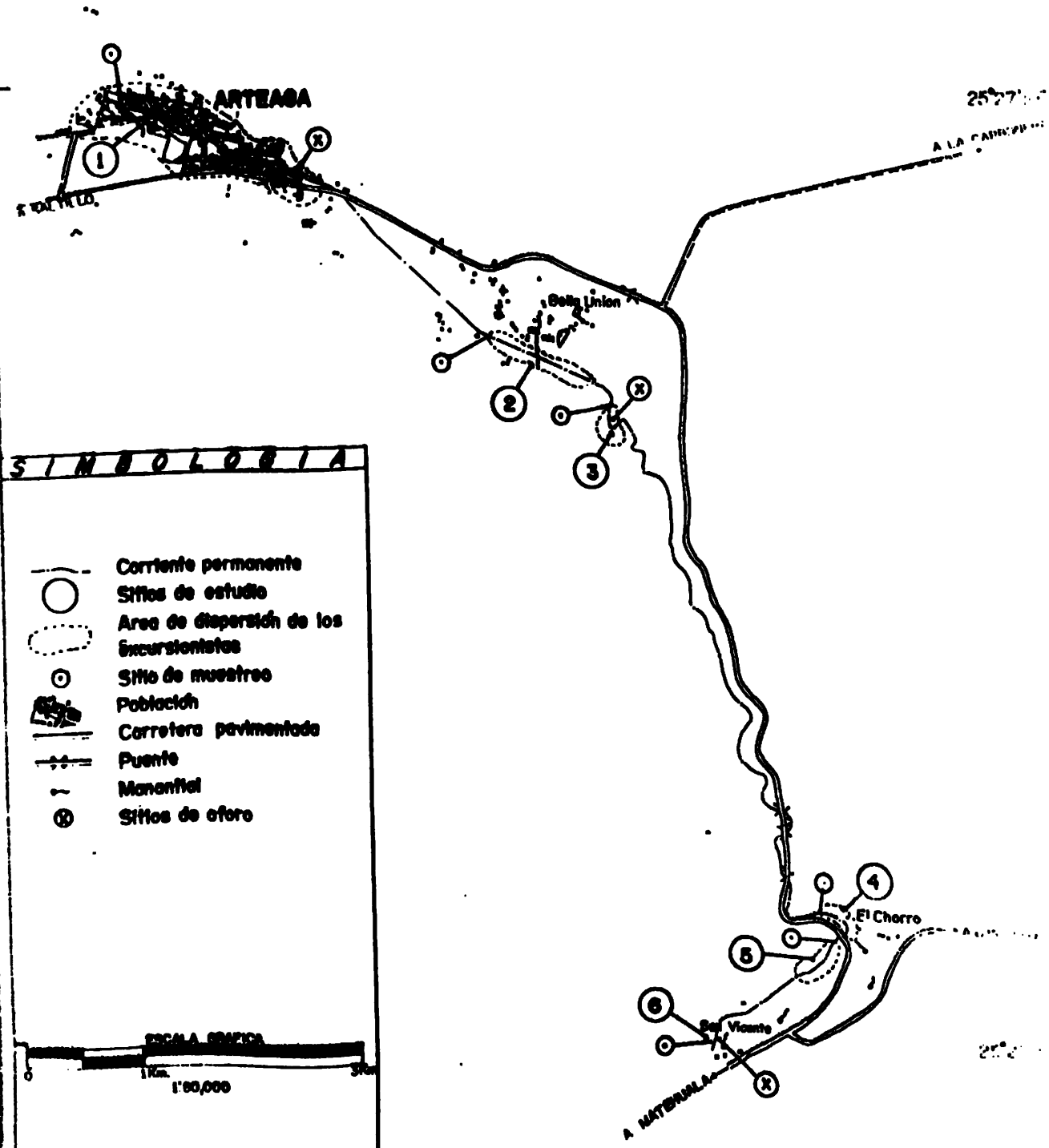
MATERIALES Y EQUIPO

- 1) Vehículo.
- 2) Molinete.
- 3) 1 marro.
- 4) 6 cantimploras de 1 Lt.
- 5) 2 varillas.
- 6) 1 listón.
- 7) Reloj.
- 8) Botas de hule.

100°51'26"

100°47'30"

Fig. 1: Localización del área de estudio, sitios seleccionados para realizar el estudio, sitios de muestreo y características físicas.



SIMBOLOGIA

- Corriente permanente
- Sitios de estudio
- Área de dispersión de los Scurstonetes
- Sitio de muestreo
- Población
- Carretera pavimentada
- Puente
- Manorial
- Sitios de oforo

ESCALA GRAFICA



- 9) 1 flexómetro.
- 10) Conductivímetro.
- 11) Potenciómetro.
- 12) Estufa secadora.
- 13) Reactivos.
- 14) Turbidímetro
- 15) Equipo de cómputo.

METODOS

SELECCION DE SITIOS DE ESTUDIO

En base a la carta topográfica de Arteaga G14C34 elaborados por CETENAL, (1976) se realizaron recorridos de campo en el mes de mayo de 1989, para identificar físicamente sobre el terreno a lo largo del cauce, cinco sitios con mayor afluencia de visitantes y uno sin afluencia de visitantes los cuales se consideran como tratamientos en el presente estudio. (figura 1).

TOMA DE MUESTRA

En cada una de las áreas de estudio cauce abajo, se tomaron muestras de agua de 1 lt. para los análisis físicos y químicos en cantimploras previamente lavadas; la toma de las muestras se realizó los días domingo entre las 12:00 y 15:00 hrs. durante los meses de junio, agosto, septiembre y octubre de 1989.

Los muestreos se llevaron a cabo 10 veces en cada área, los cuales se consideran repeticiones; las muestras de agua se analizaban en el laboratorio de 24 a 72 horas después de haberlas tomado en el terreno; en donde se efectuaron los análisis físicos y químicos antes de 96 hrs.

Los análisis en el laboratorio se realizaron utilizando los siguientes métodos:

La conductividad eléctrica se analizó mediante el uso del conductivímetro; los carbonatos, a través de la titulación con ácido y fenolftaleína; los bicarbonatos utilizando la titulación con ácido y colorante; el pH, con el potenciómetro; el calcio, con el método volumétrico usando EDTA; los sulfatos, con el turbidímetro; los cloruros, con indicador de cromato de potasio y solución estándar de nitrato de plata; el magnesio, utilizando ácido clorhídrico, fosfato diamónico hidrogenado, hidróxido de amonio e hidróxido de amonio concentrado; el potasio, con el método gravimétrico usando ácido nítrico, cobaltinitrito trisódico y alcohol etílico; el sodio, con el método gravimétrico utilizando acetato de uranilo y zinc, alcohol etílico y éter anhidro; los sólidos totales disueltos mediante el uso de la estufa de secado.

CONTEO DE VISITANTES

Simultáneamente a la toma de las muestras de agua, se realizó un censo de los visitantes que se encontraban dentro de cada área de estudio, diferenciando a todos aquellos que tuvieron contacto con el agua; clasificándolos en dos grupos:

Visitante total.- Se consideraron a todas las personas que tenían contacto o no con el agua, pero que estuvieran dentro del área de estudio.

visitante en contacto con el agua. - Se consideraron a todas las personas que se encontraban nadando, metiendo las manos o pies dentro del agua, lavando algún objeto, etc.; al momento del censo.

ACTIVIDADES RECREATIVAS

Durante los meses de junio, agosto, septiembre y octubre de 1989, período en que se llevó a cabo el trabajo de campo del presente estudio, se identificaron dos diferentes actividades recreacionales de cada una de las áreas con afluencia de visitantes.

AFORO DE LA DESCARGA

Durante los meses de agosto, septiembre y octubre de 1989, simultáneamente a la toma de muestras de agua y conteo de visitantes, se procedió a realizar la medición de la descarga de agua en los sitios de estudio 1, 3, y 6.

El aforo se realizó de la siguiente manera:

- a) La corriente de agua se dividió en 10 secciones de igual longitud.
- b) La longitud de cada sección se marcó en un listón, el cual se colocó paralelo al espejo del agua, proyectando cada punto hacia la parte baja de la corriente.
- c) Se determinó la profundidad del agua de cada sección mediante un sondeo con un cable.
- d) Conociendo las longitudes ancho y alto de cada sección, se terminó el área seccional.
- e) Utilizando el molinete o correntímetro, se calculó la velocidad promedio de cada área seccional al 60% de profundidad.
- f) Aplicando la ecuación:

$$G = a \times v$$

donde:

G = Gasto en m^3/seg .

a = Área seccional en m^2 .

v = Velocidad del agua en m/seg .

Se calculó la cantidad de agua que corre en m^3 /seg. de cada sección.

- g) Sumando el gasto de cada sección se calculó el Gasto Total.

ANALISIS ESTADISTICO

TRATAMIENTOS

Con el fin de estudiar el impacto de las actividades recreativas sobre la calidad del agua, del cauce, se determinaron algunas características físico-químicas en los seis sitios estableciendo así los siguientes tratamientos:

Tratamiento I	Sitio No. 1	con afluencia de visitantes
Tratamiento II	Sitio No. 2	con afluencia de visitantes
Tratamiento III	Sitio No. 3	con afluencia de visitantes
Tratamiento IV	Sitio No. 4	con afluencia de visitantes
Tratamiento V	Sitio No. 5	con afluencia de visitantes
Tratamiento VI	Sitio No. 6	sin afluencia de visitantes (testigo).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Considerando la calidad del agua en cada uno de los sitios de estudio, se determinó utilizar el diseño completamente al azar, en el cual, los sitios con afluencia y el sitio sin afluencia de visitantes representan los

tratamientos y el número de muestras de agua de cada sitio a las repeticiones ($r = 10$ unidades experimentales por tratamiento).

El análisis de varianza del diseño, de acuerdo a Ostle (1965) presenta el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ij} = u + z_i + E_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = Observación del i -ésimo tratamiento en su j -ésima repetición.

u = Media general del experimento.

z_i = Efecto del i -ésimo tratamiento en su j -ésima repetición.

E_{ij} = Error experimental

COMPARACION DE TRATAMIENTOS

Para poder definir las diferencias significativas de cada una de las características físicas y químicas del agua entre los diferentes tratamientos, se realizó una prueba de medias, mediante el método de diferencia mínima significativa (DMS); dicho análisis se realizó para aquellas características que presentaron significancia estadística después de realizar el ANVA.

ANALISIS DE CORRELACION LINEAL SIMPLE

Para determinar la relación que existe entre las variables :

- Características físicas y químicas del agua y número de visitantes total.
- Características físicas y químicas del agua y número de visitantes en contacto con el agua.
- Características físicas y químicas del agua y aforo (cantidad de agua que corre).

Se realizaron diversos análisis de correlación lineal simple, correlacionando los valores de cada una de las características del agua con el número de visitantes total y en contacto con el agua, de las diferentes áreas con presencia de visitantes y, por otra parte, cada uno de los valores de las características del agua con el aforo de los diferentes sitios donde se midió y determinando así el coeficiente de correlación que de acuerdo a Ostle (1983), Hoel (1981), es la medida de la relación que existe entre dos variables.

El coeficiente de correlación de acuerdo a Steel y Torrie (1985) se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula estadística:

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}}$$

Donde:

r = Coeficiente de correlación lineal.

x = Variables físico-químicas del agua.

y = Variable de recreación.

Además de la descarga de los escurrimientos (m^3/seg) se utilizaron otras variables en el análisis de correlación dichas variables se presentan en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Variables físico-químicas utilizadas en los análisis de correlación lineal simple.

VARIABLE	SIMBOLO	UNIDADES
Iones hidrógeno	pH	H ⁺
Conductividad eléctrica	C.E.	$\mu mho/cm$
Calcio	Ca	mg/lt
Magnesio	Mg	mg/lt
Sodio	Na	mg/lt
Potasio	K	mg/lt
Carbonatos	CO ₃	mg/lt
Bicarbonatos	HCO ₃	mg/lt
Cloruro	Cl	mg/lt
Sulfatos	SO ₄	mg/lt
Sólidos totales disueltos	S.T.D.	mg/lt

Cuadro 3. Variables de recreación utilizadas en el análisis de correlación lineal simple.

VARIABLE	SIMBOLO	UNIDAD
Número de visitantes total	V.T.	x número
Número de visitantes en contacto con el agua	V.C.A.	x número

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados físico-químicos obtenidos del análisis de laboratorio realizados a las muestras de agua que corre sobre el cauce "Los Chorros" en Arteaga, Coahuila tomadas en los seis sitios y en las 10 fechas de estudio son presentados en su totalidad en el apéndice A, en donde los valores mostrados en cada uno de los cuadros nos señalan los contenidos de las diversas características analizadas para el área de estudio.

El cuadro 4 muestra los valores medios y el coeficiente de variación de las características físicas y químicas del agua del cauce "Los Chorros". Analizando los datos presentados en dicho cuadro, se observa que el valor del pH en el sitio 2 es más alto, comparado con los valores de los demás sitios, esto se debe en gran parte, a la geología del área en donde el material parental está constituido por rocas sedimentarias del tipo arenisca, conglomerados y suelos aluviales; también, influyen algunas tareas que no debieran permitirse pero que se llevan a cabo mientras los visitantes se encuentran realizando sus actividades recreativas al no existir un uso controlado, así como a algunas labores que se realizan en el desarrollo de la recreación tales como, el lavar objetos, lavar carros,

Cuadro 4. Medias obtenidas y coeficientes de variación (%) de las muestras de campo para las variables Físicas y Químicas del agua que corre en el cauce "El Chorro", Arteaga, Coah.

Variable	Sitios de Estudio											
	1	2	3	4	5	6						
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}						
	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.	C.V.						
P.H.	H+ 7.90	3.47	7.96	3.62	7.90	3.07	7.84	2.87	7.89	2.49	7.54	3.87
C.E.	umho/cm 751.60	6.01	747.20	6.80	754.10	6.61	881.60	11.18	879.50	7.57	923.40	7.34
Ca	mg/lt 85.57	13.97	82.57	21.12	84.37	20.75	109.02	23.89	97.40	21.45	110.42	26.68
Mg	mg/lt 42.32	23.50	34.41	23.45	34.53	26.88	29.55	49.62	35.63	37.60	31.38	49.76
Na	mg/lt 17.85	25.36	15.78	39.26	16.35	48.13	17.99	24.13	19.71	19.71	20.33	21.72
K	mg/lt 15.25	42.70	16.46	32.46	16.11	29.14	16.54	30.13	16.42	38.84	17.17	32.24
CO3	mg/lt 13.56	28.08	15.42	34.81	16.08	25.48	16.08	22.24	16.56	46.15	17.76	41.63
HCO3	mg/lt 199.50	11.17	205.48	15.56	203.16	16.02	239.16	11.08	202.55	14.74	223.91	28.20
Cl	mg/lt 45.39	6.16	42.55	8.10	45.04	4.98	51.24	8.07	50.00	7.63	51.42	4.88
SO4	mg/lt 280.64	14.43	301.97	23.11	281.41	12.49	355.14	21.64	328.96	17.29	346.83	11.01
S.T.D.	mg/lt 694.00	24.62	676.00	17.38	640.00	18.07	725.00	18.56	760.00	29.44	721.00	18.14

introducción de los visitantes al agua, pisoteo por los visitantes sobre las orillas del cauce, construcción de caminos, tráfico indiscriminado de vehículos fuera de los caminos existentes; todo lo anterior contribuye a la incorporación de diversas sustancias con componentes alcalinos en el agua.

Los valores del pH, en las sitios 1, 3, 4 y 5 se atribuyen al material parental, pero en forma primordial a la baja intensidad con que se llevan a cabo las diferentes actividades recreativas de cada uno de estos sitios, lo cual concuerda con lo señalado por Gosz (1982) en el sentido de que las características físico-químicas del agua en un área recreativa dependen de la intensidad de recreación que tiene el sitio. El valor tan bajo del pH registrado en el sitio 6 al compararse con los demás valores se debe sólo a las características propias del material parental de la cuenca hidrológica, pues es el punto donde emergen los escurrimientos subsuperficiales y subterráneos de la cuenca para dar origen a la descarga del cauce, ya que en dicho sitio no se presentan actividades recreativas.

De acuerdo a Tiedemann (1974) y USDA (1982) la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos, son dos características importantes para expresar la calidad del agua y están íntimamente relacionados entre sí, ya que por lo general, un aumento en la cantidad de sólidos totales disueltos provoca un incremento en la conductividad

eléctrica del agua; esta relación se observa en el cuadro 4, en la que la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos presentan un comportamiento casi similar, observándose valores altos de ambos parámetros en los sitios más elevados del cauce con una tendencia a disminuir en los sitios cauce abajo, esto nos indica que la cantidad de minerales disueltos en el agua provenientes del subsuelo de la cuenca hidrológica son mayores en las áreas cauce arriba, la disminución de los minerales disueltos en el agua cauce abajo se debe al aumento en la descarga de agua sobre el cauce.

En el caso del contenido de calcio en el agua, se observan valores mayores en los sitios 4 y 6 esto debido que en ellas se generan las descargas de agua del cauce al emerger cerca de ambos sitios el agua subsuperficial y subterránea lo cual provoca un efecto directo la geología que presenta el sitio de estudio en donde el material parental está constituido por rocas sedimentarias del tipo caliza, areniscas y dolomitas principalmente, lo anterior concuerda con lo señalado por Gutiérrez et al. (1987); por otro lado en los sitios 1, 2 y 3 se observan valores menores de este elemento como resultado de los cambios en el tipo de suelo sobre el que corre el agua.

En lo que se refiere al contenido de Mg, Na, K, CO₃, HCO₃, Cl, SO₄, no se observan gran variación entre los diferentes sitios de estudio, atribuyendo el contenido de

estos minerales en el agua al tipo de material parental presente en la región, por lo que las actividades recreativas no presentan grandes cambios sobre los contenidos de los elementos, Co cual fue señalado por Brown *et al.* (1974) y Dasher *et al.* (1981).

Con el fin de analizar las diferencias en los contenidos de cada una de las características físicas y químicas del agua, entre los diferentes sitios de estudio, se realizaron los análisis de varianza para cada una de las propiedades del agua. Los resultados de estos análisis se muestran en el cuadro 5, en donde se observa que los valores de F calculada y F de tablas a una probabilidad de 0.05 y 0.01 nos indica que los valores del pH, CE, Ca, Cl, y SO₄ presentan diferencias altamente significativas entre cada sitio de estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se realizó una comparación de medias de tratamientos con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), con un nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01, sólo a las características del agua que fueron significativas, con el propósito de establecer las diferencias estadísticas entre tratamientos, los resultados se presentan en los cuadros 6 y 7 para la probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente, señalando las semejanzas entre tratamientos con letras iguales.

Cuadro 5. Valores de la F calculada obtenidas en el ANVA de las características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros".

Características Físicas y Químicas	F Calculada	F tabulada		Significancia	
		0.05	0.01		
p.H.	3.4349	2.39	3.38	*	*
C.E.	14.9938	2.39	3.38	*	*
Ca	3.4930	2.39	3.38	*	*
Mg	1.3047	2.39	3.38	N.S.	
Na	1.1046	2.39	3.38	N.S.	
K	0.1258	2.39	3.38	N.S.	
CO ₃	0.6238	2.39	3.38	N.S.	
HCO ₃	1.8310	2.39	3.38	N.S.	
Cl	13.5136	2.39	3.38	*	*
SO ₄	3.4615	2.39	3.38	*	*
S.T.D.	0.7464	2.39	3.38	N.S.	

Cuadro 6. Valores medios de las características del agua, en los diferentes sitios de estudio y comparación de acuerdo a la prueba de medias (D.M.S.), con un nivel de probabilidad de 0.05.

		Características del agua								
Sitios		C.E.	Ca	Cl	S04					
de	p.H.									
Estudio		umho/cm	mg/lt	mg/lt	mg/lt					
1	7.90	A	751.60	B	85.57	B	45.39	B	280.64	C
2	7.96	A	747.20	B	82.57	B	42.55	B	301.97	BC
3	7.90	A	754.10	B	84.37	B	45.04	B	281.41	C
4	7.84	A	881.60	A	109.02	A	51.24	A	355.14	A
5	7.84	A	879.50	A	97.40	AB	50.00	A	328.96	ABC
6	7.54	B	923.40	A	110.42	A	51.42	A	346.83	AB

NOTA: Los valores con letras iguales entre hileras indica que no existe diferencia significativa entre sitios con la probabilidad indicada.

Cuadro 7. Valores medios de las características del agua, en los diferentes sitios de estudio y comparación de acuerdo a la prueba de medias (D.M.S.), con un nivel de probabilidad de 0.01.

Características del agua										
Sitios de Estudio	p.H.	C.E.	Ca	Cl	SO ₄					
		umho/cm	mg/lt	mg/lt	mg/lt					
1	7.90	A	751.60	B	85.57	ABC	45.39	B	280.64	C
2	7.96	A	747.20	B	82.57	C	42.55	B	301.97	ABC
3	7.90	A	754.10	B	84.37	BC	45.04	B	281.41	BC
4	7.84	A	881.60	A	109.02	AB	51.24	A	355.14	A
5	7.84	A	879.50	A	97.40	ABC	50.00	A	328.96	ABC
6	7.54	B	923.40	A	110.42	A	51.41	A	346.83	AB

NOTA: Los valores con letras iguales entre hileras indica que no existe diferencia significativa entre sitios con la probabilidad indicada.

Los resultados señalan con un nivel de probabilidad del 0.05, que los valores del pH en los sitios 1, 2, 3, 4, y 5, no presentan diferencias significativas entre ellos, pero sí en comparación con el sitio 6; se observa que los sitios que no presentan significancia, tienen los valores más altos, esto se debe a que en estas áreas se desarrollan diversas actividades recreativas las cuales son la causa de que el pH se incremente. Para el caso de la conductividad eléctrica, el calcio y los cloruros (cuadro 6), se muestra que los sitios 4, 5 y 6, no tienen diferencias significativas entre ellos, pero sí se tienen diferencias al compararlas con los sitios 1, 2 y 3, observando que los valores medios son más altos en los sitios cauce arriba y menores en los sitios cauce abajo, lo cual se debe a que la cantidad de minerales (calcita, dolomitas, etc.), disueltos en el agua, son mayores en los sitios 4, 5 y 6, disminuyendo significativamente sobre los sitios 1, 2 y 3. En el caso de los sulfatos se observa que la mayor cantidad de ellos se encuentran en los sitios 4, 5 y 6, disminuyendo en los sitios de la parte baja del cauce.

En el cuadro 7 se tienen los resultados de la comparación de medias de tratamientos al nivel de significancia de 0.01 mostrando que el calcio y los sulfatos tienen mayores diferencias entre las medias de los tratamientos y el pH, la conductividad eléctrica y los cloruros presentan la misma significancia entre las medias

de los tratamientos, en comparación con lo obtenido a un nivel de significancia de 0.05.

El resultado de los censos realizados para determinar el número de visitantes total y visitantes en contacto con el agua se muestran en los cuadros 8 y 9, dichos cuadros muestran que la media por sitio del número de visitantes total es de 254 personas en el sitio 1, considerado como el de mayor gusto por el público, 244 personas en el sitio 2, siendo el segundo de mayor afluencia de visitantes, disminuyendo el número de visitantes en los sitios 3 y 4, aumentando el promedio de personas en el sitio 5.

Por otra parte, la media por sitio del número de visitantes en contacto con el agua es de 27 personas en el sitio 1, no obstante de ser el sitio en donde se tiene mayor afluencia de visitantes y ser el de mayor gusto por el público, no es la de mayor preferencia para nadar o practicar otras actividades recreativas, donde las personas tengan contacto con el agua; además se observó que la mayoría de las personas gustan de caminar y transitar en vehículo. En el sitio 2, se tiene un promedio de 57 personas identificándose como el sitio donde un mayor número de visitantes tienen contacto con el agua, las actividades recreativas que se desarrollan en este sitio son: natación, días de campo, tráfico de vehículos, lavar objetos como ropa, loza, carros etc. En los sitios 3, 4 y 5, se observa

Cuadro 8. Número de visitantes total por censo en los diferentes sitios de uso recreacional (Sitios de Estudio).

Censo	Fecha	Sitios de Estudio					
		1	2	3	4	5	6
1	04/06/89	480	394	140	95	291	0
2	11/06/89	550	662	140	67	100	0
3	06/08/89	458	280	20	38	68	0
4	13/08/89	76	160	80	69	91	0
5	20/08/89	34	201	74	93	141	0
6	27/08/89	183	255	110	50	128	0
7	03/09/89	197	205	68	65	209	0
8	10/09/89	355	172	58	9	27	0
9	24/09/89	226	88	22	0	5	0
10	08/10/89	30	26	2	10	0	0
	\bar{x}	259	244	71	50	106	0

Cuadro 9 Número de visitantes en contacto con el agua por censo en los diferentes sitios de uso recreacional (Sitios de Estudio).

Censo	Fecha	Sitios de Estudio					
		1	2	3	4	5	6
1	04/06/89	66	136	58	75	145	0
2	11/06/89	58	47	53	26	52	0
3	06/08/89	24	33	8	16	26	0
4	13/08/89	26	63	24	27	43	0
5	20/08/89	9	51	28	48	69	0
6	27/08/89	27	82	65	11	56	0
7	03/09/89	23	60	31	38	72	0
8	10/09/89	14	71	26	2	5	0
9	24/09/89	20	27	15	0	2	0
10	08/10/89	3	0	0	0	0	0
	\bar{x}	27	57	31	24	47	0

que aproximadamente el 48 % del promedio del total de visitantes tienen contacto con el agua, identificándose como los sitios en donde se practica mayormente la natación.

El resultado de los análisis de correlación lineal simple entre las variables características del agua y visitantes total y en contacto con el agua, se muestran en los cuadros 10, 11 y 12. Los coeficientes de correlación que se observan en los cuadro 10 y 11, indican que la correlación que existe entre la conductividad eléctrica y el número de visitantes total y en contacto con el agua es positiva para todos los sitios de estudio; esto, indica que al tener mayor presencia de visitantes y mayor número de éstos en contacto con el agua se aumenta la cantidad de sales disueltas en el agua y como consecuencia el valor de la conductividad eléctrica. Por otra parte, la correlación entre los sólidos totales disueltos y el total de visitantes y visitantes en contacto con el agua, es positiva en los sitios 2, 3, 4 y 5, teniendo un incremento mayor de sólidos totales disueltos en el agua que corre sobre el sitio 2, al tener mayor afluencia de visitantes sobre él. Los contenidos de bicarbonatos y potasio en los sitios 1, 2 y 3, tienden a elevarse al tener mayor cantidad de visitantes.

Los coeficientes de correlación que se observan en el cuadro 12 indican que la correlación que existe entre las características como son el potasio, bicarbonatos, sulfatos, sólidos totales disueltos y el número de visitantes total y

Cuadro 10. Correlación lineal entre las variables características del agua y número de visitantes total por sitio de estudio.

Coef. de correlación por sitio de estudio.					
Características					
Físicas y Químicas	1	2	3	4	5
P.H.	-0.050	-0.344	-0.266	-0.426	0.026
C.E.	0.496	0.594	0.718	0.621	0.870
Ca	0.251	0.194	0.338	0.041	-0.246
Mg	0.064	-0.086	0.148	-0.019	-0.257
Na	-0.480	-0.790	-0.844	-0.470	0.024
K	0.692	0.697	0.415	0.094	0.160
CO ₃	-0.309	0.107	0.049	0.346	-0.151
HCO ₃	0.536	0.361	0.652	-0.071	0.316
Cl	-0.299	-0.449	-0.312	-0.564	-0.279
SO ₄	0.090	0.239	-0.281	0.494	0.424
S.T.D.	-0.306	0.699	0.164	0.393	0.087

Cuadro 11. Correlación lineal entre las variables características del agua y número de visitantes en contacto con el agua por sitio de estudio.

Coef. de correlación por sitio de estudio.					
Características					
Físicas y Químicas	1	2	3	4	5
P.H.	-0.187	-0.031	-0.194	-0.346	-0.064
C.E.	0.191	0.805	0.600	0.631	0.907
Ca	0.546	-0.271	0.041	-0.044	-0.150
Mg	-0.316	-0.421	0.110	0.139	-0.300
Na	-0.726	-0.345	-0.652	-0.409	0.018
K	0.673	0.225	0.398	0.161	0.297
CO3	-0.344	-0.458	-0.215	0.352	-0.185
HCO3	0.474	0.570	0.695	-0.103	0.303
Cl	0.295	-0.335	-0.326	-0.506	-0.313
SO4	0.500	0.877	-0.304	0.363	0.399
S.T.D.	-0.127	0.362	0.092	0.295	0.050

Cuadro 12 Correlación lineal entre las características del agua y número de visitantes total en contacto con el agua, de los diferentes sitios con uso recreacional.

Coeficiente de correlación para:

Características

Físicas y Químicas	Visit. totales	Visit.en contac.c/agua
P.H.	-0.069	-0.085
C.E.	-0.020	0.403
Ca	-0.127	-0.100
Mg	0.124	-0.147
Na	-0.407	-0.479
K	0.353	0.306
CO ₃	-0.142	-0.168
HCO ₃	0.083	0.231
Cl	-0.466	-0.011
SO ₄	0.068	0.384
S.T.D.	0.041	0.110

en contacto con el agua es positiva, no significativa, para el caso del pH, calcio, sodio, carbonatos, cloruros la correlación es negativa no significativa. Por otra parte la conductividad eléctrica tiende a incrementarse cuando un mayor número de visitantes tienen contacto con el agua en los sitios con uso recreativo. El magnesio presenta una correlación negativa, no significativa al tener mayor número de personas contacto con el agua.

Los resultados del aforo a lo largo del cauce se muestran en el cuadro 13 en donde se observa que el gasto medio para el sitio 1 es de $0.226 \text{ m}^3/\text{seg}$, para el sitio 3 de $0.256 \text{ m}^3/\text{seg}$ y de $0.097 \text{ m}^3/\text{seg}$ para el sitio 6.

El escurrimiento superficial del agua sobre el cauce es constante y sin mucha variación en la descarga en los sitios 3 y 6 cauce arriba, mientras que en la parte baja del cauce presenta irregularidades en la descarga, debido a que el agua es desviada a campos de cultivo.

En el cuadro 14 se muestran los resultados de la correlación entre las características del agua y la cantidad de agua que corre sobre el cauce (gasto). Se observa que el pH y el Mg presentan una correlación negativa; en el caso del pH al presentarse mayores descargas sobre el cauce, tiende a elevar su valor. Por el contrario, las características como es el Ca, C.E. Cl y SO_4 . Se comportan de manera inversa.

Cuadro 13. Aforo del escurrimiento superficial en tres sitios de estudio. Determinando el gasto en $m^3/seg.$

Aforo	Fecha	Sitios de Estudio		
		1	3	6
1	06/08/89	.310	.267	.113
2	13/08/89	.123	.253	.097
3	20/08/89	.233	.255	.091
4	27/08/89	.125	.255	.103
5	03/09/89	.309	.283	.099
6	10/09/89	.292	.281	.093
7	24/09/89	.126	.206	.090
8	08/10/89	.289	.247	.092
$\bar{x} =$.226	.256	.097

Cuadro 14. Correlación lineal entre las variables gasto y características físicas y químicas del agua.

Características Físicas y Químicas	Coefficiente de correlación
P.H.	0.533
C.E.	-0.689
Ca	-0.560
Mg	0.231
Na	-0.098
K	-0.159
CO ₃	-0.084
HCO ₃	-0.203
Cl	-0.507
SO ₄	-0.583
S.T.D.	-0.134

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de las características del agua que corre sobre los seis sitios de estudio en el cauce "Los Chorros" se infiere en las siguientes conclusiones.

1.- Las características físicas y químicas del agua cambian ligeramente a través del cauce "Los Chorros".

2.- Las actividades recreativas que se practican en "Los Chorros" modifican al p.H., C.E., Ca, Cl y SO₄ del agua que corre en el cauce.

3.- La conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos aumentan con el incremento de visitantes sobre los sitios de uso recreacional de "Los Chorros".

4.- La descarga de agua sobre el cauce "Los Chorros" aumenta aguas abajo del cauce.

5.- El volumen de agua descargada sobre el cauce "Los Chorros" presenta una correlación positiva con los valores del pH.

LITERATURA CITADA

- Anderson, H.W; M.D. Hoover, and K.G. Reinhart. 1976. Forest and water: effects of forest management on floods, sedimentation, and water supply. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-18,. Pacific Southwest For. and Ran. Exp. Stn., Berkeley, CA. U.S.A. 115 p.
- American Water Works Association (AWWA). 1968. Agua: su calidad y tratamiento. Manual preparado por la American Water Works Association. México, D.F. UTEHA. 564 p.
- Brown, H.E., M.E. Baker, J.J. Rogers, W.P. Clary, J.I. Kouner, F.R. Larson, Ch. C. Avery and R.E. Campbell. 1974. Opportunitites for increase water yields and other multiple use values on ponderosa pine forest lands. Fort Collins, Colo. USA. Res. Pap. RM-129. Rocky Mtn. For. and Range Exp. Sta. For Serv. 36 p.
- Carlson, R.E. 1971. The recreational uses of water. In: Monke, E.J. (ed) Biological effects in the hydrological cycle. Procc. of 3th International Seminar for hydrology professors. Dept. of Agricultural Engineering. West Lafayettee, Indiana Pardue University.U.S.A. pp. 265-274.
- Contreras B; A.J. 1984. Brides from Cuatrocieneegas, Coah., México. In: Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science. 19(1): 77-79.
- CETENAL, 1976. Cartas de uso de suelo, topográfica, edafológica y geológica, G14C34 Arteaga, Coah.. Escala 1:50000.
- Dasher, D.H.; L.V. Urban, M.J. Dvoracek and E.B. Fish. 1981. Effects of recreation on water quality in Guadalupe Mountains National Park. Transactions of the ASAE USA. 24(5):1181-1187.
- Davis, S.N. and DeWist, R.J.M. 1971. Hidrogeología. Barcelona España. Ediciones Ariel. pp. 138-178.

- Departamento de Sanidad del Estado de New York (DESENY). 1979. Manual de tratamiento de aguas. México, D.F. Editorial Limusa. pp. 57-78.
- Dunne, T. and L.B. Leopold. 1978. Water in enviromental planning. San Francisco, Cal. USA. W.H. Freeman and Company. p. 713-766.
- Gosz, J.R. 1982. Non-point source pollution of water gy recreation: research assessment and research needs. Eisenhower Consortium Bulletin 13, 11 p.
- Gosz, J.R., C.S. White, and P.F. Ffolliott. 1980. Nutrient and heavy metal transport capabilities of sediment in the Southwestern United States. Water Resources Bull. 16: 927-933.
- Goudie A. 1982. The human impact. Man's role in environmental change. The MIT. Press Cambridge Mass. U.S.A. 316 p.
- Gutiérrez, C.J., S. Gómez M; J. Dueñez A. y J.A. Salazar V., 1987. Características del agua superficial de los aguajes en el cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coah. Agraria, Revista Científica, UAAAN 3(1) 82-97 p.
- Hendee, John C.; Stankey, George H.; Lucas, Robert C. 1978. Wilderness management. Miscellaneous Publication No. 1365. Washington, DC: U.S. Departament of Agriculture, Forest Service. 381 p.
- Hewlett, J.D. 1982. Forest hydrology. Athens Georgia. University of Georgia Press. pp. 127-132.
- Hoel, G.P. 1971. Estadística elemental. Ed. C.E.C.S.A. México, D.F. 186 p.
- Johnston, R.S. 1984. Effect of small aspen clearcuts on water yield and water quality. USDA. Forest Service. Intermountain Forest and Range Expetiment Station Ogdan, 11 p.
- Jubenville, A. 1976. Outdoor recreation planning W.B. Saunders Campany. New York, N.Y. U.S.A. 399 p.

- Knudson, D. M. 1980. Outdoor recreation. McMillan Publishing Co: Inc. New York N.Y. U.S.A. 655 p.
- Kuss F.R., and J.M.A. Morgan. 1986. First alternative for estimating the physical carrying capacities of natural areas for recreation. Univ. Maryland. Dept. Recreat. College Pk, Md. Envir Manag 10(2): 255-262 p.
- Leaf, Ch.F. 1974. Watershed management in the central and southern Rocky Mountains: A summary of the status of our knowledge by vegetation types. Fort Collins, Colo. USA. Res. Pap. RM-142 Rocky Mtn. For. Serv. 28 p.
- Lee, R. 1980. Forest hydrology. New York, N.Y. Columbia University Press. 349 p.
- Lee, R.D., J.M. Simmons and G.G. Robeck. 1970. Watershed human-use level and water quality. Jour. of the Am. Water Works Assoc. pp. 412-422.
- McKee, Jack Edward and Harold W. Wolf, eds. 1963. Water quality criteria. Calif. State Water Resour. Control Board, Publ. 3-A (revised) Sacramento 548 p.
- Mendoza, H. J. M. 1983. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la U.A.A.A.N. Dpto. de Agrometeorología. UAAAN Saltillo, Coah. México, 616 p.
- Nelson, D.E. and W.R. Hansen. 1984. Fecal coliform in the salt river recreation areas of Arizona. Jour. of Forestry. 82(9):554-555.
- Ostle, B. 1983. Estadística Aplicada. Ed. Limusa. México, D.F. 629 p.
- Platts, W.S.; S.B. Martin and R.J. Primbs (s/f). Water quality in an Idaho stream degraded by acid mine waters. USDA. Forest Service. 17 p.
- Potter, L.D., J.R. Gosz, and C.A. Carlson. 1980. Forest recreational use, water, and aquatic life: an assessment of research results for high plains. Eisenhower Consortium Bull. USDA For. Serv., Rocky Mt. For. and Ran Exp. Stn. 14 p.

- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México. 431 p.
- Steel, G.D.R. Y J. H. Torrie. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. 2a. edic. Edit. McGraw-Hill Latinoamericana S.A. Bogotá. Colombia. 622 p.
- Steven, R. J., Howard L.G. and Stanley L.P. 1978. Range cattle impacts on stream water quality in the Colorado Front Range RM-359. USDA. For. Serv., Rocky Mtn. For. Range Experiment Station., Fort Collins, Co. 8 p.
- Tiedemann, R.A. 1974. Stream chemistry following a forest fire and urea fertilization in North Central Washington. USDA For. Serv. Res. Pap. PNW-203 , 20 Pac. Northwest For. and Range Exp. Stn. Portland, Oreg. 20 p.
- Turk, A., J. Turk and J.T. Wittes. 1984. Ecología - contaminación-medio ambiente. México, D.F. Nueva Editorial Interamericana. pp. 115-140.
- USDA, 1982. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa, México, D.F. 172 p.
- Water, W. G. and R.P. Bottman. 1967. Microbiological and chemical studies of on open and closed watershed. J. of Envir. Healt. 30:157-163.

A P E N D I C E

CUADRO A1. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 4 de Junio de 1989.

SITIO DE ESTUDIO	p. H.	CEX10 umho/cm	++ Ca mg/lt	++ Mg mg/lt	+ Na mg/lt	+ K mg/lt	= CO3 mg/lt	- HCO3 mg/lt	- Cl mg/lt	= SO4 mg/lt	S. T. D. mg/lt
1	8.00	850	88.18	36.48	12.42	23.46	12.00	219.64	42.55	374.63	730
2	7.80	875	76.15	24.32	9.89	23.46	9.00	207.43	39.01	485.10	680
3	7.90	875	88.18	51.07	3.68	23.46	12.00	219.64	42.55	216.14	710
4	7.80	1000	124.25	29.18	12.42	23.46	18.00	231.84	49.64	369.83	750
5	7.85	1050	88.18	29.18	24.84	27.37	9.00	195.23	46.10	369.83	630
6	7.40	1100	132.26	7.30	29.90	27.37	9.00	256.24	53.19	365.03	730

CUADRO A2. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 11 de Junio de 1989.

SITIO DE ESTUDIO	p.H.	CEX10 umho/cm	++	++	+	+	=	-	-	=	S. T. D. mg/lt
			Ca mg/lt	Mg mg/lt	Na mg/lt	K mg/lt	CO3 mg/lt	HCO3 mg/lt	Cl mg/lt	SO4 mg/lt	
1	7.70	766	104.21	43.78	11.04	27.37	12.00	207.43	46.10	283.38	460
2	7.75	770	108.22	40.13	4.83	27.37	18.00	219.64	39.01	249.76	830
3	7.70	765	114.23	27.97	2.30	23.46	24.00	231.84	42.55	249.76	510
4	7.75	905	148.30	9.73	9.89	23.46	24.00	244.04	49.64	355.42	660
5	7.60	857	128.26	46.21	14.95	23.46	30.00	207.43	56.74	264.17	630
6	7.30	902	148.30	34.05	16.10	23.46	30.00	244.04	49.64	283.38	550

CUADRO A3. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 6 de Agosto de 1989.

PUNTO DE ESTUDIO	p.H.	CEX10 umho/cm	++	++	+	+	=	-	-	=	S.T.D. mg/lt
			Ca mg/lt	Mg mg/lt	Na mg/lt	K mg/lt	CO3 mg/lt	HCO3 mg/lt	Cl mg/lt	SO4 mg/lt	
1	7.60	783	72.14	58.37	19.78	9.78	18.00	183.03	46.10	244.95	800
2	7.80	744	68.14	29.18	14.95	12.51	24.00	195.23	42.55	292.98	760
3	7.85	758	64.13	41.34	19.78	14.86	18.00	207.43	46.10	278.57	760
4	7.85	916	80.16	48.64	17.48	12.51	18.00	219.64	46.10	413.06	950
5	7.75	884	76.15	34.05	14.95	9.78	18.00	207.43	49.64	341.01	880
6	7.50	934	96.19	31.62	19.78	14.86	18.00	134.22	49.64	312.20	800

CUADRO A4. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 13 de Agosto de 1989.

SITIO DE ESTUDIO	p. H.	CEX10 umho/cm	++	++	+	+	=	-	-	=	S. T. D. mg/lt
			Ca mg/lt	Mg mg/lt	Na mg/lt	K mg/lt	CO3 mg/lt	HCO3 mg/lt	Cl mg/lt	SO4 mg/lt	
1	7.70	737	100.20	34.05	13.80	7.82	12.00	183.03	42.55	289.62	950
2	7.75	753	100.20	24.32	9.20	11.73	15.00	231.84	39.01	305.95	800
3	7.60	763	92.18	26.75	13.80	7.82	18.00	207.43	46.10	335.73	800
4	7.45	914	136.27	14.59	18.40	11.73	12.00	244.04	49.64	426.03	860
5	7.50	885	120.24	14.59	18.40	19.55	12.00	219.64	42.55	386.64	1300
6	7.00	906	136.27	34.05	18.40	11.73	18.00	256.24	53.19	352.06	890

CUADRO A5. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 20 de Agosto de 1989.

SITIO DE ESTUDIO	p. H.	CEX10 umho/cm	++ Ca mg/lt	++ Mg mg/lt	+ Na mg/lt	+ K mg/lt	= CO3 mg/lt	- HCO3 mg/lt	- Cl mg/lt	= SO4 mg/lt	S. T. D. mg/lt
1	7.60	783	72.14	58.37	19.78	9.78	18.00	183.03	46.10	288.18	900
2	7.80	744	68.14	29.18	14.95	12.51	24.00	195.23	42.55	297.79	700
3	7.85	758	64.13	41.34	19.78	14.86	18.00	207.43	46.10	331.41	620
4	7.75	916	80.16	48.64	17.48	12.51	18.00	219.64	46.10	427.47	690
5	7.75	884	76.15	34.05	14.95	9.78	18.00	207.43	49.64	341.01	760
6	7.50	934	96.19	31.62	19.78	14.86	18.00	134.22	49.64	369.83	750

CUADRO A6. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 27 de Agosto de 1989.

SITIO DE ESTUDIO	p. H.	CEX10 umho/cm	++	++	+	+	=	-	-	=	S. T. D. mg/lt
			Ca mg/lt	Mg mg/lt	Na mg/lt	K mg/lt	CO3 mg/lt	HCO3 mg/lt	Cl mg/lt	SO4 mg/lt	
1	7.95	712	96.19	29.18	24.84	14.86	9.00	219.64	49.64	268.97	650
2	7.85	723	88.18	29.18	19.78	12.51	9.00	219.64	47.87	331.41	750
3	7.75	741	84.17	29.18	19.78	14.86	9.00	244.04	44.33	292.98	640
4	8.25	887	124.25	14.59	17.48	9.78	12.00	256.24	56.74	379.44	760
5	8.15	868	124.25	17.02	19.78	12.51	12.00	244.04	49.64	272.23	790
6	7.35	896	132.26	7.30	17.48	12.51	9.00	256.24	53.19	398.65	760

CUADRO A7. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 3 de Septiembre de 1989.

SITIO DE ESTUDIO	p. H.	CEX10	++	++	+	+	=	-	-	=	S. T. D.
			Ca	Mg	Na	K	CO3	HCO3	Cl	SO4	
	umho/cm		mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt
1	8.10	748	72.14	34.05	14.95	9.78	15.00	207.43	46.10	244.95	800
2	8.30	744	56.11	46.21	19.78	14.86	15.00	207.43	46.10	264.17	650
3	8.00	760	58.12	43.78	19.78	12.51	18.00	219.64	46.10	288.18	650
4	7.90	904	70.14	38.91	24.84	14.86	15.00	256.24	51.42	312.20	790
5	8.00	886	70.14	47.42	19.78	9.78	18.00	219.64	51.42	336.21	790
6	7.70	919	46.09	31.62	14.95	9.78	15.00	268.44	56.74	341.01	770

CUADRO A8. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 10 de Septiembre de 1989.

SITIO DE ESTUDIO	p. H.	CEX10 umho/cm	++	++	+	+	=	-	-	=	S. T. D. mg/lt
			Ca mg/lt	Mg mg/lt	Na mg/lt	K mg/lt	CO3 mg/lt	HCO3 mg/lt	Cl mg/lt	SO4 mg/lt	
1	8.40	720	84.17	43.78	19.78	19.94	7.20	231.84	42.55	259.36	640
2	8.60	727	68.14	43.78	19.78	14.86	14.40	248.92	39.01	288.18	600
3	8.50	723	96.19	21.89	14.95	14.86	14.40	146.42	49.64	278.57	740
4	8.00	910	112.22	17.02	22.31	17.20	14.40	292.85	56.74	358.78	740
5	7.90	860	96.19	36.48	24.84	14.86	28.80	128.12	53.19	340.53	760
6	7.80	926	108.22	31.62	24.84	19.94	28.80	292.85	49.64	388.08	860

CUADRO A9. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 24 de Septiembre de 1989.

SITIO DE ESTUDIO	p. H.	CEX10	++	++	+	+	=	-	-	=	S. T. D.
			Ca	Mg	Na	K	CO3	HCO3	Cl	SO4	
	umho/cm		mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt	mg/lt
1	7.75	705	88.18	38.91	19.78	14.86	14.40	201.33	42.55	240.15	510
2	7.80	691	96.19	38.91	24.84	19.94	10.80	201.33	46.10	254.56	500
3	7.90	710	96.19	29.18	24.84	17.20	14.40	201.33	42.55	268.97	480
4	7.95	840	116.23	38.91	19.78	19.94	14.40	231.84	56.74	345.82	560
5	7.90	820	96.19	58.37	22.31	14.86	10.80	201.33	49.64	196.92	570
6	7.85	862	112.22	43.78	19.78	17.20	10.80	262.34	49.64	360.22	610

CUADRO A10. Características físicas y químicas del agua que corre en el cauce "Los Chorros", de Arteaga, Coah., 8 de Octubre de 1989.

SITIO DE ESTUDIO	p. H.	CEX10 umho/cm	++	++	+	+	=	-	-	=	S. T. D. mg/lt
			Ca mg/lt	Mg mg/lt	Na mg/lt	K mg/lt	CO3 mg/lt	HCO3 mg/lt	Cl mg/lt	SO4 mg/lt	
1	8.20	712	78.15	46.21	22.31	14.86	18.00	158.63	49.64	312.20	500
2	8.10	701	96.19	38.91	19.78	14.86	15.00	128.12	44.33	249.76	490
3	7.90	688	86.17	32.83	24.84	17.20	15.00	146.42	44.33	273.77	490
4	7.85	624	98.20	35.26	19.78	19.94	15.00	195.23	49.64	163.30	490
5	8.00	801	98.20	38.91	22.31	22.29	9.00	195.23	51.42	341.01	490
6	7.95	855	96.19	60.80	22.31	19.94	21.00	134.22	49.64	297.79	490