

2002-A

085730312

# **UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
CENTRO UNIVESITARIO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL**



**ESTUDIO DE SALUD AMBIENTAL A TRAVÉS DE LA  
IDENTIFICACIÓN DE PLOMO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO  
DE ATEQUIZA - ATOTONILQUILLO, JALISCO. AÑO: 2001 - 2002**

---

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
PRESENTA:**

**OSCAR ESPINOZA DE SANTIAGO  
ZAPOPAN JALISCO; NOVIEMBRE DE 2004**

---



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
Centro Universitario de Ciencias de la Salud  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL**

**COMISIÓN DE TESIS DE LA JUNTA ACADÉMICA DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL.**  
**PRESENTE:**

Por este medio nos permitimos informar a Ustedes, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realizó el pasante:

**ESPINOZA DE SANTIAGO OSCAR**

Con el título:

**ESTUDIO DE SALUD AMBIENTAL A TRAVÉS DE LA IDENTIFICACIÓN DE PLOMO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO DE ATEQUIZA - ATOTONILQUILLO, JALISCO. AÑO 2001-2002**

Manifestamos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de presentación y defensa del mismo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar al presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

Las Agujas, Zapopan, Jalisco; a 04 de Noviembre de 2004.

  
**DRA. DELIA GUILLERMINA GONZÁLEZ AGUILAR**  
(Nombre y Firma)  
Directora del trabajo de Tesis

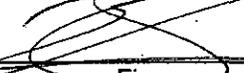
  
**OSCAR ESPINOZA DE SANTIAGO**  
(Nombre y Firma)  
Alumno

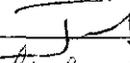
Asesores:

**MCSP. GENOVEVA RIZO CURIEL.**  
Nombre

  
Firma

**DR. JOSÉ GUADALUPE SALAZAR ESTRADA.**  
Nombre

  
Firma

SINODALES	FIRMA
M.S.P. Rosa Lepetit Scherman Leano	
Dra. en Cs. Martha Georgina Orozco Medina	
Dra. Delia G. Guillermína Aguilar	
MC ALBERTO JIMENEZ CORDERO	
MCSP GENOVEVA RIZO CURIEL	
Mtra. Silvia G. León (Suplente) Cortés	

## DEDICATORIA

A mi Padre.

A mi Madre.

A mis 14 hermanos y a sus familias.

A la Dra. Delia Guillermina González Aguilar.  
Directora de Tesis.

A la MCSP. Genoveva Rizo Curiel y al Dr. José Guadalupe Salazar Estrada.  
Asesores de Tesis.

A mis Sinodales y Maestros:

Dra. Rosa Leticia Scherman Leaño, Dra. Martha Orozco Medina, MGSS Silvia Graciela León Cortes, Dr. Alberto Jiménez Cordero, Dra. María Guadalupe Garibay Chávez, Dr. Arturo Curiel Ballesteros, I. Q. Miguel Madrigal Ortiz y al Dr. René Juan Hernández Gutiérrez.

A las personas sensibles a la muerte de seres humanos, animales y al deterioro ambiental por causa de la contaminación como resultado de la ignorancia negligencia, corrupción de las Autoridades y al desinterés de la sociedad.

A las mujeres y hombres cuyo pensamiento y acción se traducen en una serie de estrategias que permiten frenar el daño a los ecosistemas y luchan arduamente por la preservación de la salud ambiental.

A "*Rudalinda*"

Por enriquecer mis conocimientos etológicos y contribuir como mascota excepcional a mi bienestar y calidad de vida... a pesar de sus mordidas.

## MI AGRADECIMIENTO

Al Geógrafo Víctor Cornejo López y a todas las personas e instituciones que brindaron su apoyo para la realización de esta investigación.

## INDICE

CAP.		PAG
I	RESUMEN.	1
II	INTRODUCCIÓN.	3
III	JUSTIFICACIÓN.	6
IV	OBJETIVOS.	11
V	MARCO TEORICO.	12
	5.1 Antecedentes.	12
	5.1.1 Atequiza.	12
	5.1.2 Atotonilquillo.	14
	5.1.3 La Agricultura mexicana.	15
	5.1.4 El Sistema Agropecuario de Atequiza – Atotonilquillo.	16
	5.2 Salud ambiental.	19
	5.3 Características del plomo.	21
	5.3.1 Fuentes naturales y antropogénicas.	22
	5.3.2 Plomo en agua.	22
	5.3.3 Plomo en vegetales.	24
	5.3.4 Plomo en suelo.	26
	5.3.5 Plomo en alimentos.	27
	5.3.6 Plomo en atmósfera.	28
	5.3.7 Metabolismo del plomo.	30
	5.3.8 Efectos tóxicos del plomo.	33
	5.4 Riesgo y salud.	37
	5.4.1 Amenaza	37
	5.4.2 Riesgo	38
	5.5 Vulnerabilidad de la población expuesta.	39
VI	MATERIAL Y METODOS.	40
	6.1 Tipo de estudio.	40
	6.2 Tamaño de la muestra.	40
	6.3 Criterios de inclusión y exclusión.	41
	6.4 Variables.	42
	6.4.1 Operacionalización de las variables.	42
	6.5 Instrumentos.	44
	6.6 Material.	45
	6.7 Procedimiento.	45
	6.8 Análisis	49
	6.8.1 Análisis de la información	49
	6.8.2 Análisis estadístico	52
	6.9 Presentación de resultados.	52
	6.10 Proceso metodológico.	53
VII	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.	54
	7.1 Localización de la zona de estudio.	54
	7.1.1 Zonas Geográficas.	55
	7.1.2 Nivel de bienestar social.	56

	7.1.3	Servicio de energía eléctrica.	56
	7.1.4	Abastecimiento de agua potable.	56
	7.1.5	Alcantarillado.	56
	7.1.6	Tratamiento de aguas negras.	57
	7.1.7	Origen de los alimentos (hígado y carne de bovino)	57
<b>VIII</b>		<b>RESULTADOS.</b>	59
	8.1	<b>Características sociodemográficas.</b>	59
	8.2	<b>Consumo de hígado de bovino en el Sistema Agropecuario.</b>	61
	8.3	<b>Consumo de carne de bovino en el Sistema Agropecuario.</b>	65
	8.4	<b>Sistema Agropecuario.</b>	70
	8.4.1	Agua.	70
	8.4.2	Foliales.	72
	8.4.3	Suelo.	74
	8.4.4	Hígado y carne de bovino.	74
	8.4.5	Aire.	75
	8.4.5.1	La velocidad de los vientos en el Sistema Agropecuario.	76
	8.4.5.2	La dirección de los vientos en el Sistema Agropecuario.	77
	8.4.5.3	La rosa de los vientos.	78
	8.4.6	Zona geográfica de mayor concentración de plomo.	89
<b>IX</b>		<b>DISCUSIÓN.</b>	93
<b>X</b>		<b>CONCLUSIONES.</b>	104
<b>XI</b>		<b>RECOMENDACIONES</b>	106
<b>XII</b>		<b>BIBLIOGRAFIA</b>	107
<b>XIII</b>		<b>ANEXOS</b>	112
	13.1	Glosario.	112
	13.2	Guía para la evaluación estatal de los programas de fomento ganadero, Alianza 2000	115
	13.3	Formato de encuesta.	116
	13.4	Tablas de consumo de hígado y carne de bovino por edad en localidades del Sistema Agropecuario.	119
	13.5	Compra de carne de bovino en localidades del Sistema Agropecuario	129
	13.6	Precio de la carne el Sistema Agropecuario.	130
	13.7	Valores críticos de $X^2$	131
	13.8	Parámetros	132
	13.9	Fotografía aérea del Sistema Agropecuario.	133

## INDICE DE TABLAS

<b>No.</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Mediciones de contenido de plomo en muestras ambientales	9
2	Inventario recurso suelo (Tenencia de la tierra)	18
3	Distribución de muestras en el Sistema Agropecuario de Atequiza- Atotonilquillo, Jalisco:2001-2002	40
4	Distribución de personas encuestadas por localidad en el Sistema Agropecuario de Atequiza – Atotonilquillo, Jalisco (2002) .	41
5	Operacionalización de las variables	43
6	Los subsistemas del Sistema Agropecuario de Atequiza- Atotonilquillo, Jalisco, 2001-2002.	45
7	Identificación de puntos de muestreo en el Sistema Agropecuario de Atequiza – Atotonilquillo, Jalisco (2002) .	48
8	Fuentes ambientales en el Sistema Agropecuario de Atequiza – Atotonilquillo, Jalisco (2001) .	51
9	Hogares por localidad en el Sistema Agropecuario, 2002.	59
10	Sexo en localidades de Atequiza y Atotonilquillo, (2002) .	59
11	Edad de las amas de casa y esposos en el Sistema Agropecuario.	60
12	Edad de los integrantes de la familia en hogares del Sistema Agropecuario.	60
13	Promedio de habitantes por hogar en el Sistema Agropecuario.	61
14	Consumidores de hígado en el Sistema Agropecuario.	61
15	Consumo de hígado en el Sistema Agropecuario.	61
16	Consumo de hígado por edad en el Sistema Agropecuario.	62
17	Consumo de hígado de bovino por edad en localidades del Sistema Agropecuario.	62
18	Porciones de hígado consumido en el Sistema Agropecuario.	63
19	Consumo de hígado de bovino y promedio por edad en las localidades del Sistema Agropecuario	63
20	Consumo de hígado por horario en el Sistema Agropecuario	63
21	Precio (\$) de hígado en localidades del Sistema Agropecuario.	64
22	Ingesta de hígado por persona en el Sistema Agropecuario	64
23	Prueba de $X^2$ para consumo de hígado	65
24	Consumo de carne en el Sistema Agropecuario, 2002.	65
25	Consumo de carne por edad en el Sistema Agropecuario	66
26	Consumo de carne por localidad en el Sistema Agropecuario	66
27	Porciones de carne consumida en el Sistema Agropecuario	67
28	Consumo de carne de bovino y promedio por edad en las localidades del Sistema Agropecuario, 2002.	67
29	Ingesta de carne por persona en el Sistema Agropecuario .	68
30	Prueba de $X^2$ para consumo de carne de bovino	68
31	Compra de carne por día en el Sistema Agropecuario	69
32	Precio del kg de carne por tipo en el Sistema Agropecuario	69
33	Compra de carne por tipo en el Sistema Agropecuario, 2002.	70
34	Plomo en agua por zona en el Sistema Agropecuario,2001.	71

## INDICE DE TABLAS

No.	Título	Pág.
35	Plomo en agua por zona en el Sistema Agropecuario	72
36	Plomo en foliares por zona en el Sistema Agropecuario	73
37	Plomo en suelo (zona A) del Sistema Agropecuario	74
38	Plomo en hígado y carne de bovino criado en zona A del Sistema Agropecuario	74
39	Plomo en hígado y carne de bovino (mg/kg) por zona en el Sistema Agropecuario	75
40	Plomo en aire (zona C) del Sistema Agropecuario	75
41	Velocidad promedio de los vientos (periodo húmedo) en el Sistema Agropecuario durante el año 2001-2002	76
42	Velocidad promedio de los vientos (periodo seco) en el Sistema Agropecuario durante el año 2001-2002	76
43	Registro de la frecuencia de dirección del viento por mes y periodos en el Sistema Agropecuario.	78
44	Zona geográfica de mayor riesgo en el Sistema Agropecuario.	89
45	Concentración de plomo en el Sistema Agropecuario 2001-2002.	90
46	Concentración de plomo en el Sistema Agropecuario por zonas 2001-2002.	90

## INDICE DE FIGURAS

No.	Título	Página
1	Plomo en el Sistema agropecuario	8
2	Diagrama de flujo del proceso metodológico.	53
3	Mapa de la zona de estudio: Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco.	58
4	Velocidad de los vientos en el Sistema Agropecuario.	77
5	Relieve del Valle de Atequiza visto desde el Suroeste noviembre-abril.	86
6	Relieve del Valle de Atequiza visto desde el Suroeste mayo octubre	87
7	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario	88

## INDICE DE GRÁFICAS

No.	Título	Página
1	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Mayo de 2002	79
2	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Junio de 2002	79
3	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Julio de 2002	80
4	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Agosto de 2002	80
5	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Septiembre de 2001	81
6	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Octubre de 2001	81
7	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Noviembre de 2001	82
8	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Diciembre de 2001	82
9	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Enero de 2002	83
10	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Febrero de 2002	83
11	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Marzo de 2002	84
12	Rosa de los vientos en el Sistema Agropecuario Abril de 2002	84
13	Frecuencia de la dirección de los vientos por mes en el Sistema Agropecuario año 2001-2002.	85

## ABREVIATURAS

Pb	Plomo
mg	Miligramo
kg	Kilogramo
$\mu\text{g}$	Microgramo
$\text{m}^3$	Metro cúbico
km	Kilómetro
$\text{Km}^2$	Kilómetro cuadrado
L	Litro
ppm	Partes por millón
mg/l	Miligramos por litro
$\mu\text{g/l}$	Microgramos por litro
mg/kg	Miligramos por kilogramo
dl	Décilitro
NOM	Norma Oficial Mexicana

## I.- RESUMEN.

Estudio de Salud Ambiental a través de la Identificación de plomo en el Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco en el año 2001-2002. Objetivo: Caracterizar al Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco. Con relación al plomo. Material: Frascos de vidrio con volumen de 1 litro y 250 ml tapa metálica de rosca, cuerda No. 18, hielera, bolsas de hielo en cubitos, pala de jardinería báscula electrónica, bolsas polietileno de 28 X 34 cm. charola de melamina de 40 X 60 cm, cuchillo de corte fino, guantes de látex. Método: Este es un estudio observacional, descriptivo y transversal, realizado durante el período: Septiembre de 2001 a agosto de 2002. Se establecieron dos tamaños de muestra; la primera relacionada con las fuentes ambientales y la segunda con la población consumidora de hígado y carne de bovino. Se analizaron 45 muestras en el Sistema Agropecuario y se encuestaron a 407 personas seleccionadas a través de un muestreo no probabilístico de tipo convencional. Criterios de inclusión: Muestras tomadas en las fuentes ambientales pertenecientes a las zonas geográficas A, B y C. Muestras de hígado y carne de bovino criado en la zona geográfica A, B y C, y sacrificados en los Rastros Municipales de Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco. Variables: Sistema Agropecuario (Agua, foliares, suelo hígado y carne de bovino, aire, frecuencia de velocidad y dirección de los vientos, zona geográfica), Características sociodemográficas (Edad, sexo número de hijos, edad del esposo, edad de los integrantes de la familia) Consumo de hígado (Día de compra, precio por kg. cantidad consumida ingestión diaria), Consumo de carne de bovino (Día de compra, precio por kg. cantidad consumida, ingestión diaria). Instrumentos: Horno de microondas espectrofotometro de absorción atómica con emisión de plasma Perkin Elmer, horno de grafito, set portátil, bomba BD, anemómetro de cazoletas, Carta Topográfica de Chapala, Jalisco. Cuestionario ex profeso. Análisis estadístico a través de promedio, porcentaje, t de Student y chi cuadrada. Resultados: La concentración de plomo en las fuentes del Sistema Agropecuario; agua, hígado y carne de bovino no rebasaron los parámetros establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes. Con relación a foliares casi la mitad de concentración de plomo se acerca a lo planteado por las normas internacionales siendo el parámetro de 10 mg /kg. Los promedios de concentración de plomo en el Sistema Agropecuario fueron: Con relación al agua, la mayor concentración de plomo (0.104 mg /l) fue en la zona "C" y en menor (0.066 mg /l. en la zona "A", en foliares se concentró más el plomo en la zona "A" (4.2 mg /kg) y en menor (3.3 mg /kg) en la zona "C", en hígado de bovino, en la zona "A" se concentro más el plomo (.187 mg /kg), y en la zona "B" no hubo plomo, en carne de bovino se concentró más el nivel de plomo en la zona "A", en cambio la menor es en la zona "C". Como se puede observar la mayor concentración de plomo en foliares, hígado y carne de bovino es la Zona "A", en cambio en agua fue la zona "C". En cuanto al análisis de concentración de plomo en suelo solo se realizo en la zona "A", midiendo la muestra superficial y profunda, teniendo la mayor concentración en la superficial (4.46 mg /kg). En aire se midió la concentración de plomo nada más en la zona "C" investigándolo en dos lugares: Uno a orilla de la Carretera Atequiza-Poncitlán

en la que se concentró la mayor cantidad de plomo ( $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y la segunda fue a 150 metros de la Industria CIBA, Especialidades Químicas de México, S.A. de C. V. Hubo diferencias significativas entre el promedio de plomo en agua de la Zona "A" y "C" teniendo esta última más concentración de plomo con una  $p = 0.05$ . Para conocer los resultados asociados al consumo de hígado de bovino por las personas encuestadas en Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco y probar si la hipótesis  $H_0$  es verdadera; se procedió a la aplicación de la Prueba de  $X^2$ , se pudo apreciar que los valores observados corresponden al total de hígado consumido por las personas ubicadas en los rangos de edad que constituyen a alguno de los tres quinquenios correspondientes, el mayor consumo (54.800 kg.) se adjudicó a consumidores de 15 a 29 años y el menor a los que están entre 75 a 89 años (2.200 kg.) la  $p = 0.05$  y los grados de libertad ( $g l$ ) = 5, con 95% de confianza, la  $X^2$  calculada = 46.769, valor mayor que el de  $X^2$  tabulada = 11.070, por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , el resultado obtenido demuestra que sí hay diferencias entre la porción de hígado ingerido y la edad del consumidor. Para validar los resultados asociados al consumo de carne de bovino, se pudo apreciar que los valores observados corresponden al total de carne consumida por las personas que están en los rangos de edad que integran a alguno de los tres quinquenios correspondientes, el mayor consumo (110.850 kg) se adjudicó a consumidores de 15 a 29 años y el menor a los que están entre 75 a 89 años (4.550 kg) la  $p = 0.05$  y los grados de libertad ( $g l$ ) = 5 con 95% de confianza, la  $X^2$  calculada = 79.153, valor mayor que el de  $X^2$  tabulada = 11.070, por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , el resultado obtenido demuestra que sí hay diferencias entre la porción ingerida de carne de bovino y la edad del consumidor. Discusión: Ninguna muestra de agua rebasó la NOM-001-ECOL-96. Para foliares y suelo no existe Norma Oficial Mexicana sin embargo normas internacionales señalan 10 mg /kg de plomo como límite máximo permisible. La NOM-004-ZOO-94, para hígado y carne de bovino; no especifica límites para plomo y respecto al aire la concentración obtenida debe ser un promedio de  $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante 90 días según la NOM-026 SSA1-93. Aunque las concentraciones no rebasen la norma, es necesario mantener un control sobre las fuentes ambientales del Sistema Agropecuario para no incrementar el riesgo a la salud ante la amenaza que representa el plomo. La diferencia encontrada entre los rangos de edad y la porción de hígado y carne de bovino ingeridas, sugiere que son los jóvenes los más expuestos a padecer problemas en la salud por consumo de estos alimentos en caso de estar contaminados por plomo. Conclusiones: La presencia de plomo en agua foliares, suelo, hígado y carne de bovino, así como en aire; revelan que no hay suficiente plomo para generar daño a la salud ambiental. Sí hay diferencia entre el consumo de hígado y carne de bovino y la edad. La zona geográfica A y C del Sistema Agropecuario son las que presentan mayor concentración de plomo.

## II.- INTRODUCCION.

El Estado de Jalisco se ubica en el occidente de México, comprende 124 Municipalidades y a menos de 50 km. hacia el sur de la Ciudad de Guadalajara, se localizan los Municipios de Ixtlahuacán de los Membrillos y el de Chapala, que se encuentran compartiendo una Zona Conurbada constituida por las poblaciones de Atequiza y Atotonilquillo.

La producción agropecuaria es una de las actividades que distinguen a este sitio, para la irrigación de los cultivos en Atequiza y Atotonilquillo; se toma agua del Río Santiago, del Canal de Riego de Atequiza que inicia en la Presa Corona, construida sobre el lecho del mismo Río; así mismo del Canal del Molino en Atequiza, dando lugar a un sistema hidrológico componente del Sistema Agropecuario, cuya definición se explica con un enfoque sistémico.

El sistema Agropecuario es de carácter ejidal, tradicionalmente los cultivos en este sitio se han especializado en la producción de Avena forrajera (*Avena sativa*), Alfalfa (*Medicago sativa*), Pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris L.*), Maíz (*Zea mayz L.*), y se practica la producción extensiva de ganado bovino (*Bos taurus*) destinada al abasto de carne. (55)

El ganado bovino, criado en las extensiones agrícolas, bebe el agua del sistema hidrológico, incluyendo los abrevaderos; posteriormente los animales son enviados y sacrificados en el rastro de Atequiza o de Atotonilquillo y su carne y vísceras son consumidas por la población.

En 1960, se crea la empresa CYNAMID de México S. A. de C. V., en Atequiza Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, cuyo proceso principal fue la elaboración de suturas quirúrgicas, medicamentos y formica, ahora su razón social es CYTEC de México S. A. de C. V. Actualmente esta empresa cuenta con una página web en la que se publica la lista de los artículos que se manufacturan, tales como productos blanqueadores para papel, aditivos, polímeros, reactivos para minería y absorbedores de luz ultravioleta entre otros; CYTEC de México S. A. de C. V., libera sus aguas residuales al Canal del Molino, cuya corriente se une a la del Río Santiago. (54)

En Atotonilquillo, a la orilla del Río Santiago se ubica la Industria CIBA Especialidades Químicas de México S. A. de C. V., que elabora bases para pesticidas productos aditivos, plásticos, ablandadores para telas, colorantes blanqueadores para papel, bases para detergentes; esta empresa libera humo de su incinerador en forma continua, contaminando el aire de la zona y a través de un efluente clandestino arroja sus aguas residuales con niveles altos de cobre, sulfatos, hierro y otras sustancias a la corriente del Río.

La contaminación es un proceso degradativo que afecta a los recursos naturales y bienes materiales, alterando condiciones ambientales e impacta a las poblaciones de organismos que habitan cada región. (11)

La contaminación química del ambiente constituye un problema mundial que se ha agravado en proporción geométrica especialmente a lo largo de los últimos cincuenta años, representa en la actualidad un asunto de índole prioritario. (53)

El plomo es un elemento cuyo origen puede ser natural o antropogénico, es especialmente importante debido a su amplia utilización en una gran variedad de procesos industriales, edificaciones, instalaciones de fábricas de productos químicos, en tuberías y envolturas de cables, en fundidoras, en pigmentos pinturas y vidriado de cerámica, así mismo se agrega a aceites y gasolinas. (1)

Otra fuente de plomo de importancia en México, es el empleo de esmaltes plumbosos en la cerámica utilitaria, el metal se libera en especial con alimentos ácidos como el chile, jitomate, limón, yogurt; alcanzando concentraciones altas en alimentos, estimadas entre 89 y 8000 mg. /dl. (44)

Desde el punto de vista tecnológico, el plomo ingresa a los alimentos principalmente a partir de emisiones industriales, también es posible la contaminación natural a través de polvo originado en formaciones geológicas ricas en el metal, que alcanza a los cultivos o explotaciones animales; por otra parte la concepción actual de salud ambiental en México, se refiere al estudio de los agentes introducidos al ambiente por el hombre o presentes de manera natural, representan riesgo para la salud del individuo y de la comunidad. (44)

Orozco Medina M., (2001) señala que la salud ambiental, es una disciplina que integra y se ocupa entre otros aspectos, de conocer la relación de los múltiples fenómenos ambientales con la salud de los sistemas a diversos niveles.

Por otra parte Santos Burgoa, (1993) menciona que se ocupa del diseño organización y ejecución de acciones tendientes a evitar o revertir los efectos de dichos agentes en salud humana, son tres los niveles de preocupación para los problemas ambientales:

- 1.- Los efectos adversos en la salud humana ocasionados por agentes infecciosos, químicos tóxicos en el aire, los alimentos y el agua además de la energía electromagnética o nuclear no controlada.
- 2.- Bienestar, conveniencia, eficiencia y estética.
- 3.- Equilibrio de ecosistemas y recursos naturales. (51)

Dadas las condiciones ambientales que pudieran estarse generando en el Sistema Agropecuario, la ubicación y operación de la industria química CYTEC DE MÉXICO S. A. DE C. V. a partir del confinamiento de residuos peligrosos, la elaboración de productos para la industria minera, cuya materia prima ha sido las sustancias químicas tóxicas, la situación legal de esta empresa a partir de la intervención de la PROFEPA en 1998, los humos liberados al ambiente, los

efluentes industriales de agua residual en la que se encuentran niveles de Plomo y que son arrojadas en forma directa a la corriente del Canal del Molino, los vientos que llevan partículas de este metal pesado y otros contaminantes desde el Valle de Atemajac hacia el valle de Atequiza (Periodo seco) y viceversa (periodo húmedo); y con el fin de contar con una mejor estimación de la magnitud de la problemática que pudiera estar generando el plomo, se ha desarrollado esta investigación, debido a que se considera importante conocer los niveles de contaminación por este elemento, en el Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco.

### III.- JUSTIFICACIÓN.

Los problemas de salud ambiental, derivados del descuido con el que se trata al medio ambiente, invitaron a reflexionar sobre la necesidad de realizar este estudio que ha permitido conocer las condiciones de vida que prevalecen en Atequiza y Atotonilquillo, poblaciones cercanas a la Zona Metropolitana de Guadalajara, que junto a las extensiones de suelo agrícola y a la actividad pecuaria que se desarrolla en el marco ejidal, constituyen un sistema de producción en el que se involucran diversos factores ambientales que tienen impacto sobre la actividad económica, el desarrollo social y la salud de la población.

La ubicación geográfica del sitio, el sistema hidrológico, el desarrollo industrial las actividades agropecuarias y las costumbres alimenticias de los habitantes son componentes del Sistema Agropecuario de Atequiza - Atotonilquillo Jalisco.

El Canal de Riego, derivado de la Presa Corona, que se le hizo al Río Santiago transporta aguas residuales que se mezclan con las del Canal del Molino, la red municipal de alcantarillado y drenaje de Atequiza-Atotonilquillo y las del Río estas son aprovechadas para irrigar las extensiones agrícolas mediante pequeños canales.

En las parcelas se cría ganado bovino que consume los pastizales cultivados en la zona, plantas acuáticas, además beben agua del río, canal de riego canal del Molino y de los abrevaderos.

En las zonas B y C, se ha desarrollado la industria química elaboradora de sustancias blanqueadoras de papel, herbicidas, productos para minería, bases para pinturas y detergentes etc., es importante considerar que estas empresas operan en forma continua, lanzando al ambiente una serie de contaminantes tanto al aire como a través de efluentes, dichas sustancias tienen impacto sobre la materia orgánica e inorgánica. La población ha crecido y algunos habitantes se ven en la necesidad de construir casas a la orilla del Canal de Riego de Atequiza, Canal del Molino y aprovechan las aguas para el sanitario y riego de jardines, también han construido corraletas para la cría de ganado quedando en contacto directo con dichas corrientes.

En México la cría de ganado bovino se lleva a cabo en su mayoría en explotaciones extensivas, frecuentemente al borde de la carretera o cerca de ellas, en donde las emisiones de vehículos automotores que contienen plomo se adhieren a los forrajes, y estos animales los ingieren; una vez sacrificados con su carne y vísceras son preparados ricos platillos típicos de elevado consumo. González Aguilar, (2001).

En la Zona Conurbada de Atequiza-Atotonilquillo, también se crían bovinos y son sacrificados en el rastro local, cuyos productos se expenden en las carnicerías de la comunidad.

La población en general no conoce el riesgo a la salud que implica consumir alimentos de origen animal como hígado y carne de bovino contaminados por plomo, debido a que el mayor porcentaje de exposición en humanos es a través de la ingestión de alimentos.

Es necesario contar con un estudio que permita identificar la amenaza y responder al impacto que pudiera generar una intoxicación masiva por consumo de hígado y carne de bovino contaminada por plomo, o bien por el uso doméstico que se le pudiera dar al agua del Canal de Riego de Atequiza o del Río Santiago, así mismo los vientos predominantes en esta zona pudieran transportar partículas de este contaminante.

Los metales pesados son elementos que el cuerpo no requiere y su ingesta ocasiona una acumulación lenta que puede producir una intoxicación o generar daño a la salud.

La Norma Oficial mexicana NOM-199-SSA1-2000, Salud Ambiental. Establece acciones como criterios para proteger la salud de la población no expuesta ocupacionalmente, y de acuerdo a la edad de la persona varía el límite máximo permisible de plomo en sangre y señala (10 µg /dl) para niños.

Numerosos estudios han puesto de manifiesto que las concentraciones en sangre por debajo de (10 µg /dl) han producido efectos tóxicos en los infantes provocando alteraciones que van desde una disminución del coeficiente intelectual hasta alteraciones en el comportamiento; mientras que en el adulto puede producir hipertensión arterial entre otros padecimientos. (44)

La toxicidad del plomo radica en que una vez que ha sido incorporado por el organismo ya no se elimina o si sucede lo hace de manera muy lenta o incompleta, este elemento es situado en vísceras, huesos tejido muscular y en otros órganos. (34)

Aunque sea en pequeñas cantidades el consumo de este metal pesado a través de agua, aire y alimentos, después de algún tiempo estas concentraciones se acumulan en el organismo generando anemias, daños al sistema nervioso y óseo. (1)

La contaminación ambiental por plomo ya ha sido evidenciada por varios estudios realizados en México, sin embargo son pocos los trabajos que tratan sobre la concentración de este metal en agua, foliares, suelo, hígado de bovino, carne de bovino y en aire, este trabajo aportará datos sobre contaminación ambiental por plomo en el Sistema Agropecuario de Atequiza - Atotonilquillo, Jalisco.

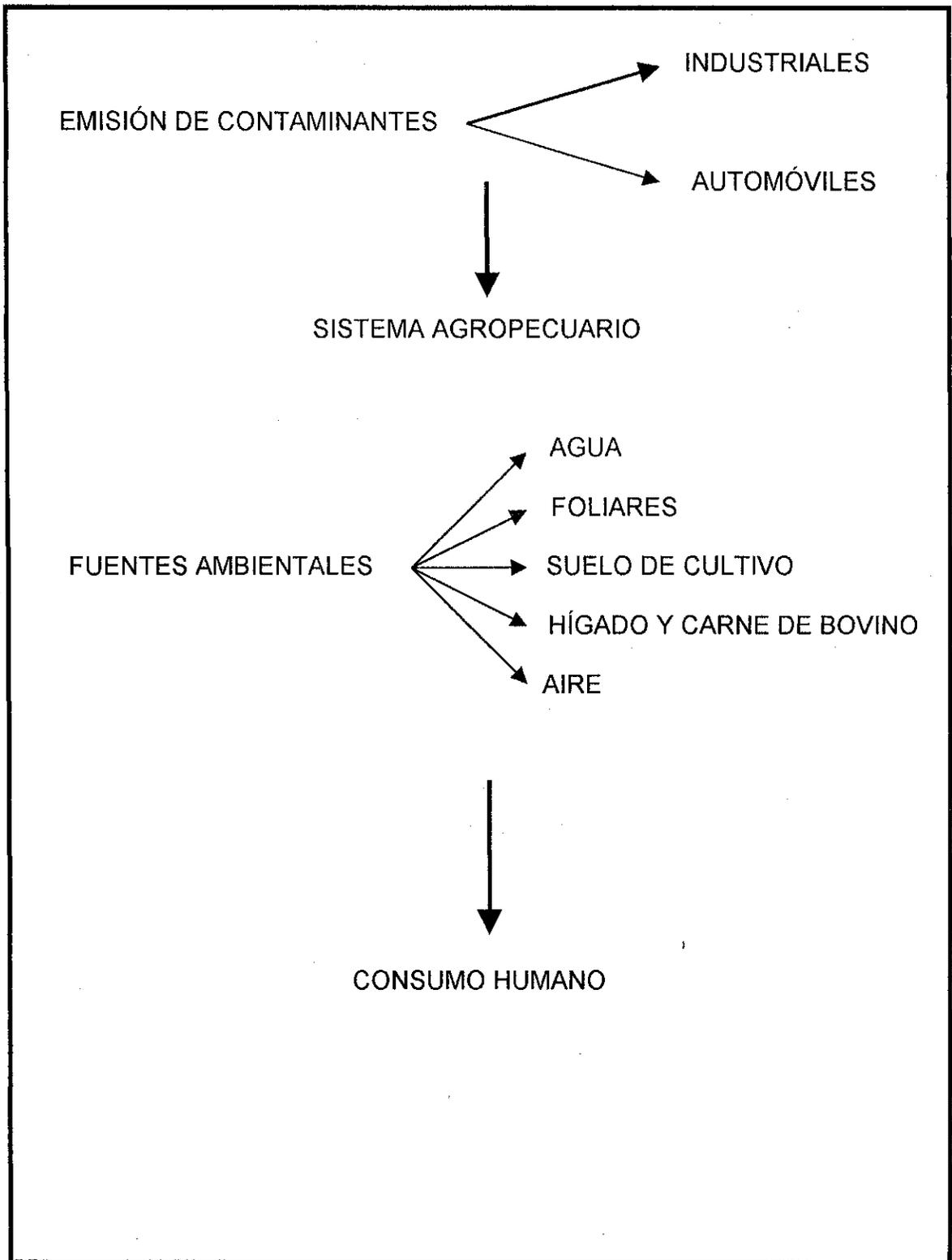


Fig. 1 PLOMO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO

**Tabla 1. MEDICIONES DE CONTENIDO DE PLOMO EN MUESTRAS AMBIENTALES.**

PAÍS	TIPO DE MUESTRA	LOCALIDAD	NIVEL	MÉTODO DE LABORATORIO	LAB. CERT.	AÑO
Honduras	Aire	Tegucigalpa	1.109 µg/m <sup>3</sup>	EAA	NE	NE
	Sedimentos	Lago Yojoa	371.0 mg/kg	EAA	NE	NE
	Pescados (filete)	Lago Yojoa	0.296 mg/kg	EAA	NE	NE
	Cerámica	Tegucigalpa	0.12-38.6mg/l	EAA	NE	NE
México	Polvo del suelo	México D. F	0.03 µg/cm <sup>2</sup>	EAA	SI	1995
	Polvo de alfombra	México D. F	0.06 µg/cm <sup>2</sup>	EAA	SI	1995
	Polvo de mobiliario	México D. F	0.009 µg/cm <sup>2</sup>	EAA	SI	1995
	Polvo de ventanas	México D. F	0.11 µg/cm <sup>2</sup>	EAA	SI	1995
	Polvo de la calle	México D. F	205,6 pmm	EAA	SI	1995
	Suelo	México D. F	117,2 ppm	EAA	SI	1995
	Agua	México D. F	0.004 ppm	EAA	SI	1995
	Aire (prom. 24 h)	México D. F	0.54 µg/m <sup>3</sup>	EAA	SI	1995
	Sardinas	México	0.048 ppm	EAA	NE	1989
	Atún	México	1.25 ppm	EAA	NE	1989
	Chiles					
	Jalapeños	México	0.13-2.35 ppm	EAA	NE	1989
	Chiles					
	Chipotles	México	1.10-2.08 ppm	EAA	NE	1989
	Frijoles					
	Refritos cl Frijoles	México	0.27-1.52 ppm	EAA	NE	1989
	Refritos ne Frijoles	México	0.41-0.83 ppm	EAA	NE	1989
	Piña en almíbar	México	0.00-2.08 ppm	EAA	NE	1989
	Durazno en almíbar	México	0.83-1.38 ppm	EAA	NE	1989
	Ensalada de Vegetales	México	0.00-1.24 ppm	EAA	NE	1989
Perú	Aire	Lima	1.5-2.0 µg/m <sup>3</sup>	EAA	NE	NE
Trinidad y Tobago	Sal lodada	Importada	6.4 ppm	NE	NE	NE
		Port Spain	571-4775 ppm	EAA	NE	NE
	Polvo del margen de la carretera	Tunapuna	648-2432 ppm	EAA	NE	NE
		Uriah Butler Highway	558-3369 ppm	EAA	NE	NE

Fuente: El Problema de exposición al plomo en América Latina y el Caribe./OMS-OPS/96

Esta investigación da respuesta a la siguiente pregunta:

¿Existe concentración de plomo en el Sistema Agropecuario de Atequiza – Atotonilquillo, Jalisco, que se traduzca en riesgo para la salud ambiental ?

En este estudio se determina la concentración de plomo en muestras de agua foliares, suelo de cultivo, en hígado de bovino, en carne de bovino y en aire también se establece la frecuencia de dirección y velocidad de los vientos predominantes en el Sistema Agropecuario.

Se identifican las rutas de exposición.

Se estudia el consumo de hígado y carne de bovino en las localidades del Sistema Agropecuario.

Se comparan los resultados de los análisis de las muestras con los lineamientos establecidos en las siguientes Normas:

NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (38)

NOM-004-ZOO-1994, Control de residuos tóxicos en carne, grasa, hígado y riñón de bovinos, equinos, porcinos y ovinos y Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, Grasa, hígado músculo y riñón en aves bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos y porcinos. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimiento de muestreo. (40) y (41)

NOM-026 -SSA1-1993 SALUD AMBIENTAL. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo. Valor normado para la concentración de plomo en el aire ambiental como medida de protección a la salud de la población. (39)

Se establece la zona geográfica de mayor concentración de plomo.

#### **IV.- OBJETIVOS.**

##### **4.1 General.**

Caracterizar al Sistema Agropecuario de Atequiza - Atotonilquillo, Jalisco con relación al plomo.

##### **4.2 Específicos.**

**4.2.1** Identificar las fuentes ambientales del Sistema Agropecuario de Atequiza -Atotonilquillo, Jalisco.

**4.2.2** Determinar la concentración de plomo en agua, foliares, suelo, hígado de bovino, carne de bovino y en aire.

**4.2.3** Establecer la zona geográfica con mayor concentración de plomo en el Sistema Agropecuario de Atequiza - Atotonilquillo, Jalisco.

## **V.- MARCO TEORICO.**

### **5.1 ANTECEDENTES.**

El desarrollo de México se ha visto limitado por el impacto ambiental, debido a los escasos esfuerzos que se realizan para frenar el deterioro ecológico diezmando la salud y la calidad de vida de los habitantes.

El Estado de Jalisco, se localiza en la porción occidental de la República Mexicana; esta comprendido en las coordenadas geográficas extremas 22°45" y 18°55" de latitud norte, y 101°28" y 105°42" de longitud oeste. Jalisco colinda al norte con Nayarit y Durango, Zacatecas y Aguascalientes; al este con Zacatecas, Guanajuato, San Luis Potosí, Michoacán, al sur con Michoacán, Colima y el Océano Pacifico, al oeste con el Océano Pacifico y Nayarit, su extensión Territorial es de 79 085 Km<sup>2</sup> que representa en 4.0% del territorio nacional, cuenta con una población de 6 322 002 habitantes según el Censo INEGI, 2000. (22)

En la parte central de estado se encuentra el Lago de Chapala, el cual alcanza gran magnitud dentro del Eje Neovolcánico; a partir del lago nace y se desarrolla hacia el norte el Río Santiago, drenando gran número de Municipios del estado. (23)

Los Municipios de Ixtlahuacán de los Membrillos y de Chapala tienen una historia interesante que se remonta a la Época Prehispánica, en la que sus culturas prefirieron establecerse a las orillas del Río Santiago o del Lago de Chapala, desarrollando la agricultura desde esos tiempos.

#### **5.1.1 ATEQUIZA.**

La población de Atequiza, Municipio de Ixtlahuacán de los membrillos, Jalisco se encuentra a menos de 50 Km. de la Ciudad de Guadalajara, es una zona agrícola e industrial, con un nivel de diferentes estratos socioeconómicos predomina la población joven y tiene un índice de escolaridad aceptable.

La palabra Atequiza significa (A – Teki) atl, agua Teki, cortar, lugar donde corta el agua, como la mayoría de los pueblos, fue fundada a orillas del Río Santiago, en el año de 1582, en la época Colonial. (54)

Atequiza, Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco; es una población antigua, situada en un valle fértil, atravesada en el centro por un canal que se construyó para dotar de agua a las siembras y para servir al pueblo, el agua es tomada de la Presa Corona. (52)

Fray Antonio de Tello, asienta que la fundación del poblado la propiciaron las divergencias surgidas entre el cacique de Poncitlán y el jefe Tecuexe Chapalac quién con un grupo de aborígenes descontentos, decidió en el año

1510, buscar otro sitio para establecerse. Siendo ya un anciano en 1537 y habiendo sido bautizado con el nombre de Martín de Chapalac, en compañía del cacique Juan Opoctli, salieron de Ahuehucuautilán bosque los ahuehuetes para Tepeyamatlaxtzonsintla, donde gobernaba Francisco Tepotzin y poblaron Ixtlahuacán con 80 familias. (54)

Se asegura que el poblado estuvo primeramente en El Varal, para luego establecerse cerca del manantial denominado "Ojo de Agua". Se desconoce el decreto por el cual fue creado, pero el 27 de mayo de 1825, lo menciona porque ya tenían Ayuntamiento.

En 1825 perteneció al 3er. Cantón de la Barca hasta 1878 en que pasa a depender del primero de Guadalajara, en 1896 fue separado de este al naciente Departamento de Ocotlán. A fines de 1896 pasaría a constituir el nuevo cantón de Chapala, actualmente pertenece al Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos.

Por encomienda de Don Porfirio Díaz, se funda la Hacienda de Atequiza, con indígenas nativos de Ixtlahuacán, y de Atotonilquillo, en tierras que pertenecían a este último pueblo, pero en las luchas revolucionarias los dueños, fueron despojados de esas tierras y de su ganado.

Atequiza tiene un fuerte sabor a pasado hacendario como lo muestran las construcciones que conserva de la época porfiriana, por lo que los habitantes de esa localidad añoran ese pasado legendario que antecedió al movimiento revolucionario de 1910.

Existen edificios como "La Hacienda", "El Teatro", "El Canal" que el tiempo no ha podido destruir y que representan el choque de dos culturas, la moderna y la del México que luchaba por encontrar su definición como nación frente a los monopolios capitalistas que absorbían a toda población naciente.

Estos y otros vestigios son dignos de declararse patrimonio del arte y la cultura para su conservación y puedan ser exhibidos como muestra de un pasado histórico que enriquece nuestra identidad como mexicanos. (54)

En el año de 1958, CYANAMID DE MÉXICO S. A. DE C. V. adquirió 100 hectáreas correspondientes al predio "La Florida", e inició la construcción de la planta de elaboración de antibióticos con la cual absorbió mano de obra del campo pues ofrecía mejores salarios que los percibidos en la actividad agrícola, de esta manera la agricultura sufrió una merma en el número de trabajadores. (54)

En 1993 empieza a funcionar la empresa CYTEC DE MÉXICO S. A. de C. V. Planta Atequiza, en las instalaciones que antes ocupara CYANAMID DE MÉXICO S. A., se manufacturan productos de papel, aditivos polímeros productos para minería, absorbedores de luz ultravioleta, esta industria libera sus aguas residuales al Canal del Molino cuya corriente se une al Canal de Riego de

Atequiza, más adelante a la del Río Santiago y es utilizada para el riego en las extensiones agrícolas, envía humos de su incinerador a la atmósfera, cerca de esta fabrica se localiza la vía del Ferrocarril Mexicano además al frente se localiza la Carretera a Poncitlán, con frecuente tráfico pesado. (58)

### **5.1.2 ATOTONILQUILLO.**

Del diminutivo de Atotonilco: Vocablo Nahuatl que en su etimología significa A = Agua, Totonil = *calentar más, ó más caliente*, Co =  *Junto al lugar, junto al agua caliente o lugar de agua caliente*. (18)

La fundación de Atotonilquillo en 1531, se remonta más allá de cuando los españoles conquistaron nuestras tierras, en la zona meridional de la extensión territorial, conocida por algunos historiadores como Chimalhuacan, palabra Nahuatl que significa lugar de los guerreros que usan escudo, donde se establecen los primeros moradores de esta tribu, al margen del Río Chichnahuac, hoy Río Santiago. Se tiene el conocimiento que el 14 de diciembre de 1775, los habitantes de Atotonilquillo recibieron la visita del Obispo Fray Antonio Alcalde, otra fecha histórica fue la del 24 de noviembre de 1810, cuando el cura Don Miguel Hidalgo y Costilla, descansó a la sombra de un viejo zalate, existente a la fecha se localiza a la entrada del Atrio del Ex templo de San Gaspar. (18)

Durante los primeros años del Virreynato, por cédula real de Carlos V, son dotados de tierras los naturales del pueblo de San Gaspar de Atotonilco y los pueblos circunvecinos, unos las dedicaron al cultivo de maíz, trigo, garbanzo mientras que otros las conservaron como agostadero. (48)

Se tiene el conocimiento que el 14 de diciembre de 1775, los habitantes de Atotonilquillo recibieron la visita del Obispo Fray Antonio Alcalde, otra fecha histórica fue la del 24 de noviembre de 1810, cuando el cura Don Miguel Hidalgo y Costilla, descansó a la sombra de un viejo zalate, existente a la fecha se localiza a la entrada del Atrio del Ex templo de San Gaspar. (18)

El actual nombre de Atotonilquillo, según se conoce surge a finales del siglo XIX cuando ya existiendo poblaciones con el mismo nombre de Atotonilco, los habitantes llamaron a uno Atotonilco el Alto y a este último Atotonilco el Bajo del Río, pero los moradores de poblaciones aledañas lo comenzaron a llamar en diminutivo Atotonilquillo, nombre que hasta la fecha persiste. (Razo Zaragoza José Luis, 1997). (48).

En 1923 por resolución Presidencial nace la Comunidad Agraria con una dotación de 3000 hectáreas, más que un diminutivo de sus similares Atotonilquillo es una población de Jalisco, poco común, ubicada a 35 Kilómetros de la Ciudad de Guadalajara por la Carretera a Chapala, luego la desviación a Atequiza y Poncitlán, pertenece desde 99 años al Municipio de Chapala. (48)

En la margen izquierda del Río Santiago se ubica la Industria CIBA ESPECIALIDADES QUÍMICAS DE MÉXICO S. A. DE C. V. que produce sustancias como colorantes ablandadores de telas, plaguicidas esta empresa vierte sus aguas residuales al Río Santiago, frecuentemente envía humos de su incinerador a la atmósfera, al frente de esta fabrica se localiza la vía del Ferrocarril Mexicano y a 150 metros se localiza la Carretera a Poncitlán, con frecuente tráfico pesado, esta es una zona agrícola e industrial y tiene un nivel de diferentes estratos socioeconómicos en los que predomina la población joven posee un índice de escolaridad aceptable. (18)

Es una población de Jalisco, poco común, se llega por la Carretera a Chapala desviación a la Barca, Atequiza y Poncitlán, pertenece desde el 16 de abril de 1904 al Municipio de Chapala, según decreto 1039 del H. Congreso del Estado de Jalisco, siendo Gobernador el C. Miguel Ahumada. ( 19)

### **5.1.3 LA AGRICULTURA MEXICANA.**

El territorio mexicano tiene una superficie aproximada de 197 millones de hectáreas. De esta superficie, las tierras cultivables ocupan cerca del 16%, las praderas naturales 41%, los bosques 25% y las malezas 16% OCDE, (1997). El país se divide en tres grandes regiones: Árida (norte del país), Templada (centro) y Trópico (sur), las cuales a su vez tienen varios microclimas. Esta gran variedad agroecológica permite cultivar una gran diversidad de productos agropecuarios. (59)

A pesar de esta diversidad ecológica y productiva, los productores agropecuarios pueden dividirse en tres grandes grupos: los que producen para la exportación ubicados mayormente en el noroeste y centro del país; los productores comerciales que abastecen el mercado interno y los productores de subsistencia cada uno de estos grupos tiene necesidades sociales y tecnológicas diferentes. Los dos primeros necesitan mantener su competitividad en los mercados internos y de exportación. Para los productores de subsistencia, en cambio la prioridad es desarrollar nuevas fuentes de ingreso para romper el círculo vicioso de la pobreza.

No obstante estas diferentes necesidades tecnológicas, todos los grupos enfrentan un mismo problema que condiciona su supervivencia: integrarse a mercados cada vez más competitivos y complejos que los fuerza a innovar con más frecuencia y a modificar tanto aspectos productivos como de comercialización una segunda división importante se encuentra entre productores ejidatarios y productores dueños de sus explotaciones. (60)

Los miembros del ejido disponían del derecho de uso en forma colectiva pero no individual. El sistema ejidal se caracterizaba por derechos de propiedad mal definidos e imponía fuertes restricciones al desarrollo de un mercado de tierras (OCDE, 1997). (59)

Como resultado de estas restricciones se consolidó un sector campesino con poca capacidad de invertir en tecnologías agropecuarias más productivas. La reforma constitucional de 1992 autorizó a los ejidatarios a vender (previa autorización de la asamblea ejidal), rentar o hipotecar sus parcelas. El objetivo de la reforma era reforzar los derechos de propiedad para inducir un aumento de las inversiones y la consolidación de las parcelas pequeñas en explotaciones viables. (59)

A pesar de estos cambios en la legislación de tierras, el proceso de consolidación de explotaciones ejidales ha sido lento. En cambio, el mercado de renta de tierras ejidales se expandió considerablemente y aumentó el uso de tierras comunales para pastura. (Deininger y Bresciani, 2001) (56)

Pese a la lentitud del proceso, se observa un aumento de la concentración de la propiedad de la tierra en manos privadas. Los ejidatarios que han vendido sus tierras se han transformado en asalariados rurales o han emigrado a las ciudades para emplearse como obreros. Sin embargo, no se observan incrementos de inversión privada en el campo, los productores privados (incluidos los pequeños productores) en general tienen mayores ingresos y son más productivos que los productores ejidatarios (Deininger y Bresciani, 2001) (56)

Si bien las pequeñas propiedades bajo diferentes formas de tenencia predominan en el campo mexicano, las grandes explotaciones generan una proporción importante de la producción agrícola, en la actualidad algunos ejidos han sobrevivido a la problemática que privó durante los últimos años, pero los que conformaron organizaciones bien cimentadas son grandes productores ahora. (OCDE, 1997). (56)

#### **5.1.4 EL SISTEMA AGROPECUARIO DE ATEQUIZA-ATOTONILQUILLO.**

Un enfoque sistémico de investigación nos permite por un lado acercarnos a la comprensión de los eventos relevantes que se dan en un proceso productivo y por otro, formular en forma correcta o lo más aproximada posible alternativas técnicas aplicables y reproducibles que mejoren la producción y eficiencia de transformación en estos sistemas, ampliando las posibilidades para diseñar mejores opciones de producción a través de una concepción integradora y global.

En todo sistema es posible distinguir subsistemas( principio de recursividad) los subsistemas constituyen cada una de las partes de un sistema, están formados por un conjunto de interrelaciones estructurales y funcionales que los vinculan directamente con el sistema mayor y poseen sus propias características es decir son sistemas pequeños contenidos en sistemas superiores.

Valderas en 1988, indica algunas funciones que debieran cumplir las unidades para ser consideradas sistemas o subsistemas:

1.- Función de producción: Relacionadas con el uso de los recursos y su transformación en productos con la mayor eficiencia posible. Para el caso agropecuario esta función estará dada por la producción vegetal, animal y de subproductos agropecuarios.

2.- Función de apoyo: Provee al sistema de los insumos necesarios para el cumplimiento de los procesos de producción, además exporta los productos al medio con el fin de volver a ingresar los insumos necesarios, es decir relaciona al sistema con su medio ambiente.

3.- Función de manutención: Permite que los elementos del sistema permanezcan dentro de él y se comporten dentro de los rangos que no amenacen su sobrevivencia.

4.- Función de adaptación: Encargada de que el sistema actúe adecuadamente frente a los continuos cambios provocados por el medio ambiente.

5.- Función de dirección encargada de la coordinación de las funciones y de la toma de decisiones para el cumplimiento de los objetivos propuestos. (55)

El sistema agropecuario se refiere a la utilización y a la administración de los recursos que conciernen a la actividad agrícola y ganadera, que implica recursos como el aire, agua, foliares, el suelo ( las extensiones agrícolas donde el ganado viene a pastar, esta práctica se puede ejecutar después de la cosecha; aprovechando los barbechos y rastrojos, incluso puede haber infraestructura necesaria como potreros, canales de riego, abrevaderos, pozos y el río) y ganadera, de la que se aprovecha la carne y el hígado de bovino, así como otros derivados; también comprende los espacios de vegetación natural las localidades y la población. (16)

Los cultivos en este sitio se han especializado en la producción de avena forrajera, maíz, alfalfa, pasto buffel y ganado bovino para carne, distinguiéndose la cría de becerros, novillos y vacas, desde el año 1950, se fue consolidando en esta zona, un sistema extensivo de producción de cultivos de granos y pasturas para alimentar al ganado. (55)

Durante la década de 1990, los sistemas tradicionales de producción experimentaron cambios importantes, la rotación entre cultivos y la mejora ganadera, tendió a dejarse de lado, ambas actividades crecientemente vinculadas, se hicieron más especializadas e intensivas.

El Sistema Agropecuario comprende una superficie de 4, 814 Hectáreas, de las cuales 2,476 corresponden a Atequiza y 2,338 a Atotonilquillo; tradicionalmente los cultivos en este sitio se han especializado en la producción de pasto Buffel, avena forrajera, maíz, alfalfa, sorgo, y membrillo; la ganadería es muy productiva, de ahí su desarrollo como comunidad ganadera por la abundancia del ganado bovino, en la que se distingue la cría de becerros, novillos y vacas,

es decir las explotaciones son de cría y de engorda, también hay granjas avícolas y porcinas. (10)

En el año 2000, las cabezas de ganado eran 20,930 de las cuales 14,848 corresponden a ganado para carne y 6,082 cabezas para leche, en todo el Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, de las cuales la mayoría corresponde a Atequiza, produciéndose 623 Toneladas de carne de Bovino al año. (25)

**Tabla 2 INVENTARIO RECURSO SUELO (TENENCIA TIERRA)**

MUNICIPIO	EJIDO PEQUEÑA PROP.	SUPERFICIE EN HECTÁREAS							No. DE PRODUCTORES
		AGRÍCOLA			PECUARIA	PROD.	IMPROD.	TOT.	
		RIEGO	TEMPORAL	TOT.					
IXTLAHUACÁN DE LOS MEMBRILLOS	ATEQUIZA	513	330	843	510	1353	1123	2476	137
CHAPALA	ATOTONILQUILLO	1490	320	1810	402	2212	126	2338	218
SISTEMA AGROPECUARIO TOTAL (HAS.)		2003	650	2653	912	3565	1249	4814	355

FUENTE: Distrito de Desarrollo Rural No.006, La Barca, Jalisco. SAGARPA / 2002.

La población de Atotonilquillo, Municipio de Chapala, tiene una característica rural sus organizaciones sociales son derivadas del ejido, en 1923 por resolución Presidencial nace la Comunidad Agraria con una dotación de 3000 hectáreas, es una población de Jalisco poco común, ubicada a 42 Kms. de la Ciudad de Guadalajara, se llega por la Carretera a Chapala, desviación a la Barca, Atequiza y Poncitlán, pertenece al Municipio de Chapala, en esta población hace más de 25 años se instaló una fabrica de productos químicos y colorantes, la cual es en la actualidad muy importante para la economía del lugar. (48)

Atotonilquillo se encuentra situada en una franja estrecha que forma la terminación del Valle de Poncitlán y el principio del Valle Grande de Toluquilla, teniendo al Oriente el cerro del Pueblo, así como un pequeño montículo llamado El Cerrito, al Noroeste se encuentra el cerro de Miraflores; al Norte una prolongación del cerro antes citado, al Poniente el Valle de Toluquilla y al Sur los cerros de San Francisco y San Nicolás. (18)

En la zona Conurbada se distinguen popularmente los barrios aunque existen nuevas colonias como la Lomas de Atequiza y a la Magisterial, junto a la Normal de Atequiza, se cuenta con una Delegación Municipal de Ixtlahuacán desde 1938. (48)

El clima es templado conservando un promedio de 23° C; por influencia de la cadena montañosa distinguiéndose entre ellas el cerro de San Francisco, las corrientes de aire están presentes en el periodo húmedo y en el seco, las lluvias son abundantes y predomina una humedad que es benigna para la agricultura.

La flora de la zona es variada se encuentra mezquite, eucalipto, ahuehuetes guayabo, limón, lima, naranja, membrillo y durazno, copales, sauces, nísperos y como fauna se señala conejo silvestre, rata de campo, víboras, zopilotes, garza africana, zanates, moscas y mosquitos. (18)

## **5.2 SALUD AMBIENTAL.**

La concepción holística de salud ambiental es un proceso de conformación reciente, el cual está sometido a numerosas visiones y esferas de acción como las disciplinas que las constituyen, mismas que aportan elementos eje para analizar las repercusiones e impacto del ambiente sobre la salud comunitaria desde una dimensión práctica de organización, ejecución y evaluación de acciones dirigidas a valorar los efectos del ambiente sobre la salud humana con la visión comprometida de incidir en su atención y remediación. (46)

La dinámica que hoy en día presenta la salud ambiental en México permite explorar este campo y se da a conocer la técnica de abordaje se conoce como ambientalista. (Modelo mexicano) que consiste en tomar en cuenta que cuatro preceptos rigen el abordaje:

- 1.- Desarrollo de tecnología, de recursos humanos y de investigación en el campo de la salud ambiental toma de frente el momento de modernización del país y mejora la calidad de la actividad productiva y social. Entonces la salud ambiental no se contrapone al desarrollo económico sino por el contrario lo apoya.
- 2.- Los elementos ecológicos o de daños a la flora o fauna se tratan únicamente en cuanto tienen que ver con el ser humano.
- 3.- Se analizan los problemas de una forma integral e interdisciplinaria que incluye a los contaminantes biológicos, químicos y físicos, el ambiente en general y otros particulares como el ocupacional, aspectos económicos y sociales.
- 4.- El documento no es únicamente técnico, sino que propone las bases para la implementación de acciones para la solución de los problemas planteados.

Los aspectos económicos de la salud ambiental tienen varias vertientes, se puede observar en términos de pérdida de productividad o a través de incapacidad o de la independencia que ésta genere, especialmente por efectos crónicos en la salud o por otro tipo de estudio que concentra más el costo beneficio. (51)

En los tiempos actuales, los conocimientos generados en torno al problema ambiental se reflejan en toda la sociedad al punto de provocar presiones sociales sobre el estado para que adopte medidas para regular aquellas acciones del hombre que degradan el medio ambiente. La cuestión ambiental ha venido a revolucionar nuestra visión del mundo y a plantear nuevas perspectivas para las prácticas científicas y profesionales en diversos campos del conocimiento, Leef E. (1995) (36)

Un contaminante es cualquier cuerpo sustancia y forma de energía capaz de alterar la calidad del aire, agua, suelo, vegetales, alimentos y cualquier otro componente de la biosfera del planeta, implicando riesgos daños o molestias graves, tanto para los organismos vivos como para los recursos o bienes circundantes de cualquier naturaleza. (45)

Muchos de los contaminantes ambientales, sobre todo los fisicoquímicos tienen un efecto crónico-degenerativo, que se traduce en una eventual incapacidad parcial o total para ser independientes en la vida, por lo que un indicador para evaluar el impacto económico, es el de esperanza de vida libre de incapacidades, la salud ambiental explica esas interrelaciones entre los procesos medioambientales y la sustentabilidad de la comunidad en un sistema que son afectados por las amenazas, si la tecnología se desarrolla la vulnerabilidad disminuye. (9)

Los principales contaminantes son: Monóxido de Carbono, Partículas suspendidas, Ozono, óxidos de Azufre, Sulfuro de Hidrógeno, Mercaptano, Hidrocarburos, óxidos de Nitrógeno, Plomo, Cloro, Cadmio, Flúor, Amoniaco; en los 70s aparecen las primeras leyes encaminadas al ambientalismo para prevenir y controlar la contaminación. Posterior a esta, en 1982 se emite la Ley Federal de Protección al Ambiente y por último la Ley General del Equilibrio Ecológico y la de Protección al Ambiente en 1988, reformada en 1996. (32)

El método analítico más satisfactorio que se ha utilizado desde años recientes ha sido la espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito, se ha comprobado que es aplicable y suficientemente sensible en la mayoría de los casos, si bien solo se pueden obtener resultados fiables, en especial cuando se trata de muestras biológicas como la sangre, tejido muscular, vegetal, suelo incluso el agua. (37)

La concentración de plomo en el aire, establecida como valor límite permisible para ambiente general por la EPA (Environmental Protection Agency) es de 1.5  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  además considera como nivel umbral de plomo en sangre para la

población general unos 15 µg /dl. sin embargo, recientes estudios demuestran cambios neuropsicológicos en niños con niveles de plomo en sangre de 10 µg /dl, por lo que se ha establecido este valor como valor alerta que no debe ser sobrepasado para la población infantil. ( APHA, 1991) en (14)

### 5.3 CARACTERÍSTICAS DEL PLOMO.

Los metales pesados son elementos químicos que forman cationes en soluciones acuosas y sales en ácidos, tienen un peso específico  $> 5 \text{ g / cm}^3$  (ó de 4.5 en caso de incluir al arsénico). Los metales en orden de importancia toxicológica son: plomo, cadmio, mercurio, arsénico, cromo, talio, zinc y las fuentes de intoxicación por metales pesados pueden ser naturales (regiones ricas en compuestos que de diferentes formas contaminan agua plantas y animales) e industriales. (53)

El plomo (del latín plumbum) era ya conocido en tiempos antiguos, su único mineral importante es la galena ( $\text{PbS}$ ), a partir de la cual se obtiene por varios métodos, uno de estos incluye la calcinación del mineral calentándolo en presencia del aire para convertirlo en el óxido, el plomo sólo existe en forma alotrópica común, el familiar metal gris, blando y de bajo punto de fusión. (7)

El plomo se encuentra en forma natural en la corteza terrestre de un modo relativamente abundante, fue uno de los primeros metales extraídos por el hombre a partir de la galena ( $\text{PbS}$ ), la cerusita ( $\text{PbCO}_3$ ) y la anglesita ( $\text{PbSO}_4$ ) El tamaño de las partículas de plomo ( $\text{Pb}$ ) es por debajo de las  $2,0 \mu$  de diámetro siempre está asociado al cadmio, cobre, zinc bromo y está contenido en la tierra con una concentración  $< 50 \text{ ppm}$  en polvo y en aire. (7)

El plomo se produce primariamente por fundición del mineral, los principales yacimientos están en Australia, Canadá, Estados Unidos, y Unión Soviética, la producción mundial minera es de aproximadamente 3.300.000 ton por año; en América Latina se produce el 14% del total, siendo los países más importantes Perú (212.600 ton /año) y México (184.261 ton /año), (15)

El plomo inorgánico, bajo las formas de diversos compuestos, es usado en numerosos tipos de industrias y actividades, cuya magnitud exacta es desconocida en América Latina y el Caribe. Las más importantes son las industrias de baterías, metalúrgica, pigmentos para pinturas, alfarería, cables y productos químicos. Una parte considerable del plomo se recupera de fuentes secundarias de chatarra. Además, el plomo orgánico se presenta como tetraetilo de plomo que se usa en nuestro país extensivamente como antidetonante en la nafta, habiendo sido eliminado como tal en la mayoría de los países desarrollados. (42)

### **5.3.1 FUENTES NATURALES Y ANTROPOGÉNICAS.**

El plomo es un elemento relativamente abundante que se encuentra en aire, agua, suelo, plantas y animales. Sus fuentes naturales son la erosión del suelo, el desgaste de los depósitos de los minerales de plomo y las emanaciones volcánicas. Su proporción en la corteza terrestre es de 15 mg/kg aproximadamente y la cantidad total se estima en  $3.8 \times 10^{14}$  toneladas. (1)

En la actualidad se utiliza en la producción de acumuladores, pigmentos, insecticidas, explosivos, reactivos químicos, soldaduras, aditivos antidetonantes para gasolina, alfarería decorativa vidriada en hoja metálica y en barro, cubiertas para proteger de los rayos X, tuberías, etc. (42)

Los vehículos automotores son la fuente principal de los contaminantes que afectan la salud de la población; Monóxido de carbono (CO) bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) reaccionan para formar ozono (O<sub>3</sub>) y partículas suspendidas entre las cuales destaca el plomo, grandes cantidades de este metal se ha utilizado en la síntesis de plomo tetraetilo (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>Pb, usado como aditivo antidetonante, lo cual quiere decir que previene la detonación en los cilindros del motor y mejora la ignición de la gasolina. (43)

El plomo al igual que la mayoría de metales pesados es un elemento tóxico, el plomo blanco recientemente se usó como pigmento en pinturas y hoy los niños se intoxican al ingerir pedacitos de vieja pintura proveniente de juguetes y de muebles, además es inhibidor de muchas reacciones catalizadas por enzimas en el análisis cualitativo, el plomo se separa y o se confirma por precipitación como cloruro, sulfuro, cromato o sulfato. (6)

### **5.3.2 PLOMO EN AGUA.**

La composición química y biológica del agua, así como su cantidad y temporalidad dependen de una gran cantidad de procesos ecológicos que se dan en el ecosistema, pero a diferencia de una vaca o de un árbol, no es fácil percibir al ecosistema como un conjunto integrado. (60)

Los ecosistemas no tienen límites bien definidos ni sus componentes están adheridos unos con otros formando masas corporales identificables, siendo así la naturaleza del ecosistema del agua se explica como antes se señaló de acuerdo al enfoque sistémico, un sistema es un conjunto de elementos componentes u objetos relacionados entre sí, los sistemas ecológicos o ecosistemas tienen componentes vivos o bióticos como las plantas, animales y una gran diversidad de microorganismos además de componentes sin vida los abióticos como el suelo, las rocas, los ríos, la atmósfera, cada uno de los componentes del ecosistema puede tener varios estados es decir diferentes formas, tamaños, colores etc.

La cuenca hidrológica Lerma-Chapala-Santiago cubre una superficie de 125,555 km<sup>2</sup> de los que el aproximadamente el 30% pertenecen al río Lerma 8% al lago de Chapala y 62% al río Santiago y representa el 6.4% de la superficie del territorio nacional. Desembocan en el lago los Ríos Zula, Huaracha, Duero y de La Pasión, que se origina en Michoacán y atraviesa el Municipio Tizapán de Jalisco, así como otros arroyos temporales. (49)

El lago de Chapala particularmente tiene la función de vaso regulador de la cuenca, ya que depende de las aportaciones del Río Lerma para mantener un nivel que le permita drenar por el Río Santiago sin inundar los poblados de la ribera y sin quedar por debajo del lecho de ese río. ( 60 )

De acuerdo al Programa de Medio Ambiente de Jalisco 1995-2000, la contaminación del agua plantea efectos adversos sobre mantos acuíferos cuerpos de agua, ecosistemas y salud pública y está asociado con una basta gama de actividades productivas. (49)

La producción agrícola cuyas descargas representan el 46% de total de carga orgánica, sus principales contaminantes son los residuos agroquímicos y restos de suelos erosionados, le siguen en su orden las descargas industriales 28% con amplia gama de sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables y las urbanas con un 26% con un contenido de materia orgánica y bacteriológica, así como algunos tóxicos que provienen de los efluentes industriales conectados a las redes municipales de alcantarillado, en el medio urbano la contaminación del agua varía por la disposición inadecuada de residuos sólidos sobre cauces o terrenos o por lixiviación y erosión. ( 51 )

El curso del Río Santiago por el Sistema Agropecuario da origen a un ecosistema y el Canal de Riego de Atequiza, que atraviesa la población recibe descargas domesticas de aguas residuales incrementando su contaminación, el Canal del Molino en el que vierte su efluente la Industria CYTEC de México S. A. de C. V., sigue una trayectoria hacia las parcelas de cultivo en la zona "A" observándose el agua residual de un color ámbar y con vegetación acuática en su corriente.

El estudio efectuado por el CINVESTAV -IPN, en las cuencas del Río San Juan Lerma-Chapala-Santiago, Coatzacoalcos y Tijuana, muestra que el plomo se encuentra entre los contaminantes de más alta concentración. (26)

Los análisis de agua subterránea han revelado concentraciones de plomo de 1 a 60 mg /l., (Bgchi et al., 1940), la mayor parte de los datos refieren al agua que se ha filtrado para eliminar la materia en forma de partículas, el plomo coloidal se elimina solo parcialmente y en diferentes grados de filtración. (42)

El agua potable puede contaminarse en la misma fuente por el plomo del aire y del polvo, en los sistemas de distribución de agua que usan tuberías que

contienen dicho elemento, este se puede disolver aun más si el pH del agua es ácido por debajo de los 6.5, las descargas de efluentes industriales como de las fundidoras y otras industrias que utilizan este metal. Los suelos pueden contaminarse con plomo, por las partículas provenientes de emisiones industriales y de los gases de combustión interna de los vehículos motorizados. (43)

La exposición del hombre al Plomo por conducto del agua, es realmente baja cuando se le compara con la exposición a través del aire y los alimentos, la concentración plomo en el abastecimiento de agua de la mayoría de las 100 ciudades más grandes de Estados Unidos, en 1962 osciló entre la presencia de indicios y 62 mg/l, Becker, (1964). (45)

Las cañerías, soldaduras, griferías y conexiones al servicio de algunos sistemas de fontanería domiciliaria contiene plomo y producen contaminación del agua para beber, el plomo es peligroso para la salud: Se acumula en el organismo y sus efectos en sistema nervioso central pueden ser especialmente nocivos, los fetos los lactantes, niños y las mujeres embarazadas son los que corren mayores riesgos. (45)

### **5.3.3 PLOMO EN VEGETALES.**

El plomo existe en forma natural en todas las plantas al igual que en el suelo, aire, agua; aunque se han observado concentraciones sumamente variables de plomo en las plantas, Warren y Delavault, (1962), han concluido que la concentración normal de plomo en hojas y ramitas de plantas leñosas es de 2.5 mg /kg de peso en seco, en legumbres y cereales es de 0.1 a 1.0 mg /kg Michel en 1963, observó que la concentración habitual en hierbas de pastizales era de 1.0 mg/kg de peso seco, estas cifras se debe multiplicar por 20 para convertir la concentración por peso en seco a concentración por peso en ceniza. (9)

Las plantas que crecen en suelos contaminados por este elemento tienden a concentrarlo sobre todo en su sistema radicular, la contaminación se ha atribuido al plomo atmosférico. (1)

También pueden utilizarse plantas en diseños hidropónicos de atrapamiento de metales pesados como es el caso para las plantas acuáticas y terrestres( Jaín et al., 1989; Hadlington, 1993). En los jales, (residuos de la actividad minera) de Guanajuato, entre árboles, arbustos y hierbas, se han encontrado casi 30 especies tolerantes que han logrado colonizarlos con mayor o con menor éxito. Entre las más frecuentes están el pirul (*Schinus molle*), el nopal (*Opuntia ssp*), el maguey (*Agave ssp*) el tepozán (*Buddleia cordata*), el fresno (*Fraxinus udhei*), y el encino (*Quercus ssp*). (13)

Del mismo modo se ha abordado el tratamiento de aguas contaminadas por metales pesados mediante el uso de plantas acuáticas. En diversos trabajos

se ha demostrado de las macrófitas acuáticas son útiles para remover metales en aguas de desechos (Seidel, 1971; Brix y Schierup, 1989; Crowder, 1991; Guilizzani, 1991; Chandra et al., 1993; Rai et al., 1995; Sinha et al., 1996) Los metales pesados pueden encontrarse en varias formas de las cuales dependerá tanto su toxicidad como su tratamiento; intercambiable, absorbido, unido a otros compuestos inorgánicos como carbonatos, nitratos, etcétera de manera soluble o precipitada. (13)

Para absorber los metales pesados se ha utilizado al lirio acuático, pues es capaz de captar los metales tanto en las raíces como en las hojas en el siguiente orden: Zn>Cu>Pb>Cd>Al>Cr para la raíz ; y de: Zn>Cu>Cd>Pb>Al>Cr, para la hoja. Las plantas flotantes tienen un sistema radicular que sirve de soporte para un crecimiento fijo de microorganismos y otros vegetales. Se supone que este es el factor más efectivo en tratamiento de aguas residuales. (Kreiner, 1995). (13)

Algunas plantas acuáticas más estudiadas que remueven metales pesados de manera eficiente son: *Phragmites communis*, *Spirodela polyrrhiza*, *Elodea canadensis*, *Scirpus lacustris*, *Eichhornia crassipes* ("Jacinto o lirio acuático") *Egeria densa*, *Hydrilla* ssp, *Ceratophyllum demersum*, *Bacopa monnieri*, *Limnanthemum cristatum*, *Hydrodictyon reticulatum*, *Hygorrhiza aristata*, *Azolla pinnata*, *Lemna giba* ("Lenteja acuática"), *Lemna minor* ("chichicaxtle") y *Datura inoxia* (Rai y Chandra, 1992; Raskin et al., 1994; Rai et al., 1995; Hammouda et al., 1995; Sinha et al., 1996). (13)

Rai et al., (1995) informaron que *Ceratophyllum demersum*, *Spirodela polyrrhiza*, *Hydrodictyon reticulatum*, *Bacopa monnieri* e *Hygorrhiza aristata* pueden acumular cantidades apreciables de metales de aguas contaminadas; entre estas especies se presentaron diferencias en los factores de concentración [FC = Contenido de metal en las plantas ( $\mu\text{mol g}^{-1}$  seco) / concentración del metal en el agua ( $\mu\text{mol ml}^{-1}$ )], para Cu, Cr, Fe, Mn, Cd, y Pb, en este grupo de plantas se observó la siguiente secuencia preferencial de acumulación de metales: Fe>Pb>Mn>Cr>Cu>Cd. (13)

Es importante resaltar que en México se encuentran 10% de las especies de briofitas (los musgos pertenecen a este grupo) que existen en el mundo y sólo en el Valle de México se estima que podrían encontrarse 500 de estas especies; estos organismos son vulnerables a la contaminación por metales. (26)

Por el impacto negativo que el plomo ocasiona sobre las plantas (disminución de la fotosíntesis y pérdida de clorofila) algunas de estas son consideradas como buenos bioindicadores de la calidad del aire. A este respecto, el cuadro que muestra las concentraciones de plomo encontradas en plantas de Hidalgo y el Valle de México en 1994. (26)

#### 5.3.4 PLOMO EN SUELO.

Suelo es un término derivado del latín *solum*, que significa suelo o terreno, en general el suelo se refiere a la superficie suelta de la tierra para distinguirlo de la roca sólida. La topografía o relieve como determinante para las labores agrícolas, del mismo modo determina las propiedades de desagüe y drenaje interno que afectan el desarrollo del perfil de suelo. Ortiz y Ortiz; (1980). (47)

Los procesos de absorción desempeñan un papel fundamental en regular los niveles y magnitudes de diversos procesos que gobiernan el destino y transporte de ciertos contaminantes. Provoca un retardo en el transporte de solutos en las fases líquida y vapor, influenciando el tiempo de residencia en el medio edáfico. De este modo puede influir la biodisponibilidad de ciertos compuestos controlando directa e indirectamente la biodegradación o la absorción por las plantas, definitivamente los procesos de absorción representan probablemente el modo más importante de interacción de contaminantes con la materia orgánica, arcillas y óxidos. Juárez, (1980). (27)

Se ha observado que la movilidad de algunos contaminantes catiónicos en los suelos se pueden agrupar en el siguiente orden:  $Cu < Pb < Ba < Zn < Cd < Ni < Mg$ , la textura, la superficie específica y el pH son factores del suelo que afectan este fenómeno, en cambio la solubilidad de los metales conocidos se puede escribir de la siguiente manera:  $Cd, Zn > Ni > Cu > Pb > Cr$ . Fassbender, (1987) (17)

La superficie del suelo está en contacto directo con el medio ambiente por lo tanto se debe distinguir entre suelos que adquieren plomo solo de fuentes naturales y suelos contaminados por el hombre. Los suelos ácidos tienen por lo general un contenido de plomo inferior al de los suelos alcalinos. (42)

En suelos la concentración de este elemento varían entre 2 a 200 mg /g mientras que en suelos de sitios urbanos, la concentración de plomo llega a ser extremadamente elevada. (11)

En algunas ocasiones el contenido de plomo en calles de zonas residenciales y comerciales llega a ser de 1 600 a 2 400  $\mu g$  /g esto representa un problema para la salud en especial para los niños. (57)

Los metales pesados incluidos en los materiales de partida de los suelos son liberados durante la alteración dependiendo su destino final de la naturaleza de los factores edáficos tales como el pH, eH, coloides del suelo así como otros factores como el clima, erosión y prácticas de uso. En las últimas décadas se han incrementado ostensiblemente los contenidos de metales en los suelos, denominándose metales antropogénicos a los incorporados al suelo como resultado de actividades humanas directas o indirectas. (11)

### 5.3.5 PLOMO EN ALIMENTOS.

La ciencia encargada de la contaminación de los alimentos, es la Toxicología Alimentaria, que busca abordar la calidad y los efectos tóxicos de los alimentos en ellos podemos encontrar algunos tipos de sustancias que representan un riesgo para la salud del hombre, los tóxicos son compuestos que afectan el organismo a través de un mecanismo de acción, por la reactividad con el proceso bioquímica - endocrinológico, alteración genética etc., por sustancias propias o de microorganismos o añadidas para transformar y conservarlos etc.(30)

Todos los minerales y en realidad todos los nutrientes, pueden ser tóxicos para los animales cuando los consumen en cantidades excesivas, el margen de seguridad entre la cantidad mínima que se necesita en la dieta y la cantidad que produce efectos adversos varía entre los minerales y según las condiciones que se presenten. La ingestión de productos de carne (músculo, hígado, y los riñones) representa un punto importante de exposición; los investigadores enfocaron en un análisis de acumulación de metal una serie de recomendaciones. (4)

Se usaron datos publicados sobre la bioacumulación de seis metales: arsénico, cadmio, cromo, plomo, mercurio, y níquel. En un intento de examinar esto, los investigadores han generado la biotransferencia de factores (BTF) que cuantifica la acumulación de seis metales tóxicos en ganado lechero. (6)

En tres tejidos de bovino ( el músculo, hígado, y riñón), el BTF se usó para convertir dosis diarias animales en niveles de alimentación sobre concentraciones de químicos en tejido analizado. El análisis indicó que el riñón expuso la más grande bioacumulación, con potencialidad para el cadmio, plomo, y mercurio. (15)

Los alimentos se pueden contaminar durante su transporte, procesamiento y preparación casera, se ha encontrado plomo en leche materna y en la leche fresca de vaca, envasada y evaporada, los alimentos enlatados tienen un contenido de plomo de diversos productos en conserva parece ser la soldadura de plomo utilizada en la lata. (30)

En vegetales cercanos a vías muy transitadas se encuentran altas concentraciones de plomo en el orden de 100 mg/kg de muestra seca, Galvao (1989). Debido a que el polvo que contiene plomo es la forma de contaminación de vegetales, se adhiere fijamente, aunque se puede encontrar en raíces en bajas concentraciones, una ruta de ingreso del plomo en el ser humano es a través de la ingestión de alimentos contaminados, las frutas, legumbres y pasturas cultivadas en zonas expuestas a descargas de las fundidoras, se pueden contaminar en forma significativa (42)

En productos animales el plomo se encuentra en mayores concentraciones en hígado y riñón, comparativamente la carne suele contener cantidades insignificantes, lo mismo ocurre en leche y huevos en donde solo se encuentran trazas, debido a que el alimento formado continuamente y las concentraciones reflejan el nivel sanguíneo del metal en el animal proveedor. (33)

La exposición al plomo y la consecuente intoxicación constituyen un problema de salud pública en todo el mundo, particularmente en los países en desarrollo; de hecho el plomo no tiene ninguna función biológica en los organismos vivos; sin embargo su utilización en diversas actividades humanas constituye una fuente de exposición para todos los grupos de edad tanto para los ocupacionalmente expuestos como para la población en general, Jiménez Gutiérrez, (1999).

Algunos países entre ellos los Estados Unidos, se ha determinado 2 mg /kg como límite legal de contenido de plomo en alimentos, la Organización Mundial de la Salud (1978) ha establecido una ingesta semanal de 3 mg /kg persona adulta. (5)

En México se han encontrado latas soldadas con plomo, es así como los alimentos se contaminan con este metal al cocinarse o envasarse, también en cerámica vidriada. Recientemente el Laboratorio Nacional de Salud Pública realizó mediciones de plomo en una muestra aleatoria de 300 latas de distintos productos con diferentes tipos de soldadura, los resultados mostraron que el 33% de latas lo contenían. (21)

En los alimentos se han identificado las siguientes concentraciones de plomo: en cereales 0.03 mg/kg, en las papas 0.01 mg/kg, en verduras 0.02 mg/kg, en leche 0.005 mg/l, en huevo 0.01 mg/kg, en carne 0.008 mg/kg, en hígado 0.1 mg/kg, en riñones 0.2 mg/kg y pescado 0.5 mg/kg. (5)

### **5.3.6 PLOMO EN ATMÓSFERA.**

Para llevar a cabo sus funciones los organismos vivos requieren de diversos iones inorgánicos esenciales son  $\text{Na}^+$   $\text{K}^+$   $\text{Mg}^{2+}$   $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Cl}^-$   $\text{SO}_4^{2-}$   $\text{PO}_4^{3-}$   $\text{NO}_3^-$ , existen otros iones que también se hallan en el ambiente, son ya sea tóxicos y sin ninguna actividad biológica asociada (por ejemplo, los metales pesados  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ) o bien, son esenciales, pero son tóxicos cuando se encuentran en concentraciones relativamente elevadas (tal como  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ). (13)

La atmósfera en general y de manera especial, la de las grandes concentraciones urbanas se contamina con plomo (Pb) que proveniente principalmente de la combustión de naftas adicionadas con tetraetil plomo. La toxicidad del plomo es un hecho científicamente comprobado, y por eso se han adoptado normas internacionales que fijan cotas máximas admisibles en la atmósfera que normalmente respira la población. (35)

Esta situación está conduciendo a la eliminación de naftas adicionadas con plomo en un número creciente de países del primer mundo. En Argentina esta cota es de 1  $\mu\text{g}$  de plomo por  $\text{m}^3$  de aire ( $1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{g}$ ). Sin embargo mediciones realizadas recientemente en el Departamento de Física de la Comisión Nacional de Energía Atómica, muestran que la concentración de plomo atmosférico en diversos puntos de la Capital Federal excede los límites permitidos, J. Davidson, (2001). (42) Los derivados tetraetílicos son menos tóxicos que los correspondientes derivados tetrafenilos del Pb, los cambios en grupos alquil o aril o la introducción de un grupo OH reducen la toxicidad. (13 )

En la Ciudad de México, de 1986 a 1992, el contenido de plomo en la gasolina Nova Plus se redujo de 0.98 g/l a 0.07g/l, lo cual significó una disminución de aproximadamente 92% y éste es el contenido vigente en 1997, la concentración de este elemento en el aire disminuyó notoriamente como resultado de las sucesivas reformulaciones de las gasolinas y de la introducción de la gasolina sin plomo. El Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000 señala que 1988 fue el año más crítico en cuanto al nivel de plomo con un promedio anual de 1.95  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ . (26)

En México el Pb representa un problema de salud publica (Albert y Badillo, 1991; Romiev et al., 1994). La Ciudad de México tiene como norma de plomo en aire una cantidad de 1.5  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ , sin embargo en zonas como Xalostoc y Talanepantla se rebasa ampliamente esta norma. En niños que viven en dichas zonas la concentración sanguínea de Pb reportada es de hasta 16.1 y 17  $\mu\text{g} / \text{dl}$  respectivamente (Oláiz et al., 1996). (13)

Se han determinado en la población en general de la Ciudad de México y Monterrey N. L. concentraciones de Pb en sangre de 19.5 y 13.3  $\mu\text{g} / \text{dl}$  respectivamente (Junco -Muñoz et al., 1996). En San Luís Potosí S. L. P. alrededor de una zona metalúrgica se encontró una correlación entre la exposición al Pb y el decremento en la velocidad de conducción nerviosa en niños (Olivo et al., 1995). En una población infantil expuesta al Pb en una zona fabril en Torreón Coahuila, se observó un decremento de la coordinación neuromotora y un aumento en la incidencia de malestares generales como cólicos, dolores de cabeza y musculares así como mareos (Calderón -Salinas et al., 1996). (13)

Así a partir de la Cumbre de Río de Janeiro la adopción del Desarrollo Sustentable y por consecuencia del diseño de Ingeniería para el Medio Ambiente, han impulsado y obligado de alguna manera el uso de la evaluación de riesgos convirtiéndola en una disciplina y herramienta evidentemente indispensable para el cumplimiento de las exigencias sociales, públicas, gubernamentales e industriales impuestas por las cada vez más estrictas tendencias normativas, ambientales, de salud y seguridad que actualmente campean en el concierto de las naciones. (32)

En la mayoría de ciudades el promedio anual de la cantidad de plomo en el aire es de 1 a 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , para zonas rurales es de 0.1 a 0.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y en lugares remotos es menor a 0.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el plomo atmosférico tiene importancia, no sólo porque una vez en ese medio el contaminante llega más lejos por la acción del viento, sino además es una fuente de exposición por inhalación para los seres vivos, se deposita en sustratos como el suelo, agua y la vegetación. (1)

### 5.3.7 METABOLISMO DEL PLOMO.

Par fines prácticos existen dos clases de compuestos de plomo: Los inorgánicos que incluyen a las sales y óxidos y, los orgánicos, principalmente el tetraetilo y el tetrametilo de plomo. Todos los compuestos inorgánicos actúan en el organismo de la misma forma una vez que han sido absorbidos, mientras que los compuestos orgánicos difieren de los primeros en cuanto a su absorción y distribución en el organismo. (1)

Del plomo que llega a la parte baja del aparato respiratorio, aproximadamente del 35 al 50% pasa a la sangre y el resto se elimina, en este caso la absorción depende de factores tales como: El tamaño de la partícula inhalada, la forma química, el ritmo respiratorio, las características intrínsecas del organismo. Se han efectuado estudios que indican que por vía oral solo se absorbe el 10% no obstante en niños este porcentaje es mayor. (1)

La relativa insolubilidad en agua de la mayoría de sales de plomo y el hecho de que este se combine con la albúmina, hace que sea uno de los metales menos corrosivos entre los venenos, sin embargo en circunstancias favorables para ello las mucosas pueden corroerse por estas sustancias. El plomo metílico lo mismo que sus sales, se disuelve en los jugos digestivos, la absorción del plomo por intestino delgado se complica con la excreción de plomo en la bilis y por las paredes del intestino grueso. Así como se utiliza la denominación de metabolismo para indicar la transformación de diferentes sustancias que son necesarias para la vida, se ha propuesto la denominación de biotransformación para el proceso de conversión de las sustancias que no son necesarias para el organismo como es el caso de las sustancias tóxicas. (33)

El término biotransformación describe cómo los organismos transforman las sustancias tóxicas absorbidas en otras de toxicidad menor y, en general solubles en agua, o en metabolitos de mayor toxicidad como es el caso del ácido fórmico en la biotransformación del metanol. En este proceso el hígado cumple una función importante. (2)

La vida media del plomo en el organismo es en general larga y variable según los tejidos, la eliminación de la mitad de la carga corporal de este tóxico llevaría años, no obstante, se conocen valores de vida del Pb en la sangre, tejidos blandos y huesos de aproximadamente 3 a 4 semanas, 4 semanas y 20 a 27 años respectivamente. (15)

La eliminación en humanos se hace principalmente por las heces, en cambio, la eliminación del plomo absorbido se hace principalmente por la orina (75%), por las secreciones gastrointestinales (16%) y por el cabello, uñas y sudor (8%). También es excretado a través de la leche, en una concentración similar a la de la sangre. La excreción urinaria de plomo en la oveja depende de ciertos límites de la cantidad de plomo absorbido pero no rebasa los 0.8 mg/l diarios, aunque se administren grandes dosis de plomo por vía bucal, si la ingestión es de unos 2 mg/l diarios, la excreción en la orina es de 0.8 mg/l, que es equivalente a la excreción en el hombre diariamente (33)

Las secreciones pancreáticas y biliares contribuyen a la excreción fecal, el plomo también se elimina en la leche materna en concentraciones de hasta 12 mg/l, la eliminación en los animales varía considerablemente dependiendo de la especie por ejemplo en los mandriles la principal vía de eliminación es la orina, mientras que en ratas y borregos, la excreción biliar y transmucosa puede ser mayor que la excreción urinaria. (1)

Se estima que la cantidad de plomo absorbido se da en una proporción del 1 a 2 % este pasa del intestino delgado al hígado por la vena porta y se elimina la mayor parte hacia el intestino de nuevo; una pequeña fracción alcanza la circulación general y se elimina parcialmente por los riñones, las hembras lactantes la expulsan también con la leche. (28)

El hígado y los riñones contienen grandes cantidades sólo mientras dura la afluencia; después tiene lugar la movilización y el almacenamiento en los huesos; la mayor parte se elimina con las heces. (28)

Se estudio el efecto de la edad a la exposición de sangre y de órganos al plomo calcio y cinc por un período de 1-5 meses de ingestión. La sangre y órganos después de la exposición al plomo, una vez que cesó ésta, fue perceptiblemente más alta en al principio se expuso a las ratas de 5 semanas de la edad, de 10 o 15 semanas a ejemplares viejos. (20)

La intoxicación por plomo no es demasiado frecuente en la oveja, salvo en casos excepcionales, como en áreas donde existía una explotación antigua de minas de plomo; entre los compuestos hasta ahora, sólo ha producido intoxicaciones el arsenato de plomo; a este respecto se ha considerado que el causante ha sido el arsénico más que el plomo. (28)

La fuente principal de intoxicación por plomo para el ganado lanar está representada por las pinturas. La dosis letal para los ovinos adultos es de 0'6 a 0'8 g /kg de p. v., independientemente de que el plomo esté formando parte de un acetato, de un óxido o de un carbonato. También hay que señalar que realmente existe una predisposición especial durante la gestación en el ganado ovino. (33)

El estudio de metales pesados en ganado de lidia en Sevilla, reveló que la concentración de plomo en hígado y riñón fueron de 0.255 y 0.563 mg/kg sobre peso húmedo respectivamente. En los casos crónicos en bovinos, puede observarse en el intestino un ribete saturnino compuesto de sulfuro de plomo. El hígado ofrece una consistencia pastosa histológicamente se advierten alteraciones degenerativas en el hígado y los riñones. (34) y (28).

Alrededor del 60% del plomo absorbido se distribuye en los huesos aproximadamente 25% se encuentra en el hígado, hay una concentración muy alta de plomo en el riñón, si bien solo representa como un 4% de una dosis dada alrededor de un 3% de una dosis única se encuentra en las paredes intestinales y una cantidad igual en el sistema reticuloendotelial cosa de un 4% se distribuye en otros tejidos. (1)

No obstante, la información más actualizada sobre el comportamiento del plomo en el ambiente, los niveles de contaminación habituales en los grandes conglomerados urbano-industriales y la toxicocinética del plomo en el organismo humano, han llevado a concluir que los niños, especialmente los menores de 6 años, se han constituido, en uno de los más importantes grupos con condiciones de exposición de alto riesgo. (1)

Debido a malas condiciones de trabajo la exposición crónica al plomo inorgánico genera una enfermedad insidiosa, con manifestaciones variadas, fatiga, apatía, irritabilidad y síntomas gastrointestinales vagos, son algunos signos tempranos de intoxicación crónica por plomo. Los síntomas de intoxicación moderada, son: fatiga general, dificultad para concentrarse, agotamiento muscular, temblor, cefalea, dolor abdominal difuso y vómitos, pérdida de peso, estreñimiento (28)

Los síntomas de intoxicación moderada, son: fatiga general, dificultad para concentrarse, agotamiento muscular, temblor, cefalea, dolor abdominal difuso vómitos, pérdida de peso, estreñimiento.

La continua exposición aumenta la manifestación de alteraciones en el sistema nervioso central, tales como el insomnio, confusión deterioro de la concentración y problemas de memoria, polineuropatía distal con evolución a encefalopatía franca con convulsiones y coma. (30)

Los niños captan más plomo en relación con los adultos sobre una base de peso corporal, una mayor absorción a nivel digestivo y respiratorio, también retienen una mayor proporción del tóxico absorbido. Por otro lado, el niño representa la etapa de desarrollo metabólicamente más vulnerable del ciclo vital ante los efectos de este metal pesado, especialmente respecto al sistema nervioso y óseo. (42)

Por último, las condiciones de insuficiencia nutricionales, tan frecuentes y extendidas en las poblaciones infantiles de bajo nivel socio-económico en los

países en desarrollo, son elementos favorecedores en tales grupos de una absorción digestiva aumentada de plomo así como de una mayor retención de éste por el organismo. El plomo inorgánico se acumula en el organismo preferentemente en los huesos, luego en el hígado, los riñones y el músculo estriado. Los compuestos orgánicos (tetrametilo y tetraetilo de plomo) tienden a acumularse en el hígado. (1)

### 5.3.8 EFECTOS TÓXICOS DEL PLOMO.

Paracelso, en el siglo XVI, afirmó: "Todas las sustancias son tóxicas. No hay ninguna que no sea tóxica. La dosis establece la diferencia entre un tóxico y un medicamento". Esta afirmación continúa siendo de gran importancia para la toxicología e involucra la idea de dosis. (5)

Los efectos tóxicos se generan a partir de interacciones bioquímicas entre los tóxicos y /o sus metabolitos y ciertas estructuras del organismo, la estructura puede ser no específica, como cualquier tejido en contacto directo con productos químicos corrosivos. (35)

Los efectos tóxicos de los metales pesados a nivel celular y molecular se relacionan principalmente con su interacción con los grupos sulfhidrilos de las proteínas (Smith et al., 1987; Kone et al., 1990), su acción ionoforética (Gutknecht, 1981; Karniski, 1992), la cual impide el mantenimiento de los gradientes iónicos, y con su capacidad para generar radicales libres (Simpson et al., 1988; Stadman y Oliver, 1991; Ramos et al., 1995, Schlüter et al., 1995). A nivel subcelular los principales sitios de acción de los metales pesados son las mitocondrias (Wienberg et al., 1982; Chávez y Holguin, 1988; Nieminen et al., 1990), la membrana plasmática (Smith et al., 1987; Kone et al., 1990) y el citoesqueleto (Díaz Barriga et al., 1989). Varios metales pesados en particular Cr (VI), Ni, Co, Cd As (III) y Pb son carcinogénicos para el humano y otros mamíferos, pero no son mutagénicos en las bacterias tal vez por el desarrollo de mecanismos de resistencia muy eficientes en los procariontes. (13)

La genotoxicidad de los metales pesados se relaciona con la inducción del daño oxidativo del DNA y con la inhibición de los procesos de reparación del DNA (Hartwig, 1995). Es importante puntualizar que la mayor parte de la información toxicológica acerca de los metales pesados se ha obtenido a partir de estudios que han utilizado un solo metal, cuando en realidad los seres vivos están expuestos a mezclas de ellos. (13)

Así por ejemplo la toxicidad de una mezcla tal vez difiera de la toxicidad de sus componentes como ocurre con la mezcla de As y Cd (Díaz Barriga et al 1990; Yáñez. et al., 1991), o con la de Pb y otros metales (Yáñez et al., 1994) por consiguiente no debe perderse la perspectiva de una exposición a mezclas y su implicación toxicológica cuando se plantea la información individual de cada metal. (13)

Los mecanismos clásicos de toxicidad del plomo son como análogo del  $\text{Ca}^{2+}$  (Chao et al., 1984) y por interacción con grupos sulfhidrilo (ATSDR, 1992) a concentraciones micromolares inhibe ciertas ATPasas, a la  $\delta$ -aminolevulinato ( $\delta$ -ALA) deshidratasa y a la lipoamida deshidrogenasa. El plomo también disminuye la fotosíntesis (Carlson et al., 1975) eñl transporte mitocondrial de electrones (Bittel et al., 1974) y la actividad de varias enzimas de la vía de las pentosas (Hampff et al., 1973; Calderón –Salinas et al., 1993). (13)

Al interactuar con el Fe el Pb genera ferritina y un tipo anormal de Fe produciendo micelas ferruginosas en las mitocondrias. También se transformas complejos con el fosfato de ácidos nucleicos y nucleótidos, y cataliza una hidrólisis no enzimática de los nucleósido-trifosfatos (especialmente el ATP), causa anemia en humanos y anormalidades en el metabolismo de las porfirinas: Mayor excreción urinaria de porfirinas y sus precursores, acumulación de protoporfirina libre en eritrocitos y de  $\delta$ -ALA y coproporfirina en la sangre, interactua también con el fosfato de piridoxal impidiendo la activación de la síntesis del grupo hemo, inhibe la incorporación de Fe a la protoporfirina IX para formar el hemo. Así es evidente que el Pb afecta todas las vías para la síntesis de grupo hemo (Valle y Ulmer, 1972). (13)

La administración perinatal de plomo produjo una reducción significativa en el contenido de NA y 5-HT en el cerebelo de los animales experimentales, así como en los niveles de AMP, sin embargo, no se modificó el contenido de ATP ni de ADP. Por otro lado, hubo una disminución significativa en la actividad de ambas ATP-asas en el cerebelo. (31)

La interferencia del plomo con el metabolismo energético celular del cerebelo de las crías, inhibiendo tanto la síntesis como la hidrólisis del adenosin-tri fosfato, así como el contenido de neurotransmisores puede asociarse a los cambios de la conducta humana y animal. (29)

La toxicidad de una sustancia química se refiere a la capacidad de causar daño en un órgano determinado, alterar los procesos bioquímicos o alterar un sistema enzimático. Todas las sustancias, naturales o sintéticas, son tóxicas, es decir que producen efectos adversos para la salud en alguna condición de exposición Ottoboni (1991). (2)

El envenenamiento por el plomo puede aparecer en todas las especies de animales de granja, incluidas las aves, los perros y los gatos; pero es más frecuente en los bovinos, especialmente en los terneros ; las siguientes fuentes de plomo que se sabe han causado muertes: Madera pintada con aluminio, que los animales muerden o lamen, cubos revestidos con pintura de plomo ; botes de pintura desechados, baterías de acumuladores; telas de lona usada para proteger de la pintura y material como masilla y oxido de plomo. (33)

En los manuales de química se describen como insolubles o poco solubles en agua, muchos compuestos de plomo; pero conviene saber que un compuesto

insoluble en agua puede ser soluble en jugo gástrico, en experimentos realizados con ovejas, dosis bucales de 2 a 100 mg. diarios de plomo administrados por la boca han producido una absorción de poco más del 1% de la dosis diaria. Blaxter, (1950) .

En la intoxicación aguda de plomo en las vacas, hay dos grupos de síntomas: 1) los estímulos cerebrales que se originan por el efecto del plomo sobre el sistema nervioso central y 2) los de gastroenteritis debido a la acción irritante del compuesto de plomo sobre las mucosas, en la intoxicación aguda en las vacas; se presenta con ceguera, gastroenteritis, cólico, convulsiones, coma y muerte. (33)

A los minerales en la mayor parte de las veces no se les asigna valor nutritivo solamente tienen importancia por cuanto pueden presentarse en cierta concentración en eritrocitos debido al bloqueo de la síntesis del complejo hem. el efecto del plomo en la sangre, sistema nervioso, digestivo, renal, respiratorio, etc, es frecuente; (8)

A partir de emisiones industriales, es posible la contaminación natural a través del polvo originado en formaciones geológicas ricas en el metal que alcanzan cultivos o explotaciones animales, en productos de origen animal el plomo se encuentra en mayores concentraciones en hígado y riñón órganos en que ocurre una acumulación. (33)

En el riñón se producen cambios patológicos, se produce aminoaciduria glicosuria e hiperfosfaturia, hay necrosis, hemorragia y ulceración de estómago e intestino delgado en hombres y animales. En el sistema nervioso hay pérdida de mielina, en neuronas, petequias en cerebro reblandecimiento de la masa encefálica, en el sistema óseo se produce osteoporosis, aumento de la resorción del hueso mineralizado, en niños y en conejos; hay crecimiento de los dedos y huesos largos en cerdos. (33)

La exposición crónica baja al plomo, también se asocia a aumento en la excreción urinaria de las proteínas de bajo peso molecular y la enzima lisosoma, la relación entre la disfunción renal detectada por restos crónicos de estas pruebas sensibles y el desarrollo futuro de la enfermedad renal.

Una información muy usada es la denominada dosis letal 50 (DL<sub>50</sub>), que es la cantidad de una sustancia química que cuando es administrada en una sola dosis por vía oral, expresada en masa de la sustancia por masa de animal produce la muerte en el 50% de los roedores en experimentación dentro de un período de observación de 14 días Swanson, (1997). (5)

La dosis letal en rumiantes jóvenes por vía oral en cualquier forma de los compuestos que lo contienen es de 0.220 a 0.440 mg de plomo por Kg. de peso corporal, dosis suficiente para causar la muerte en pocos días, la dosis letal es mayor en bovinos y ovinos viejos. Vacas que ingirieron más de 4.4 mg.

de plomo por Kg. de peso segregaron leche con plomo (2.26 mg /kg.) suficiente para hacerla inútil como alimento humano, cuatro meses después la leche contenía 0.03 mg /kg. en este brote de intoxicación murieron 20 vacas pues habían ingerido tierra contaminada en un solo día. (33)

El arsénico, cadmio y las concentraciones principales en ganado gallego rara vez excedieron concentraciones máximas aceptables que han sido adoptadas por muchos países. Las concentraciones de zinc y cobre en el ganado excedieron las concentraciones máximas aceptables pero la frecuencia con que esto ocurrió dependió de que concentración máxima aceptable. (3)

La exposición de la mujer embarazada es importante en la medida que contribuye al alto riesgo para el niño en cuanto a una exposición temprana de un organismo en gestación con alta susceptibilidad a la toxicidad del plomo. (45)

En el hombre, la intoxicación depende del tipo de compuesto de plomo, la intoxicación crónica se presenta generalmente por la absorción de óxidos carbonatos y otros compuestos solubles en agua a través del tracto digestivo pérdida de la libido, esterilidad en varones, trastornos menstruales y abortos aparición de una línea azul gris de pigmentación en las encías (ribete saturnino o de Burton); se destaca además que el plomo atraviesa la placenta. (42)

La intoxicación aguda es menos frecuente y suele resultar de la inhalación de partículas de óxido de plomo. La intoxicación por plomo orgánico generalmente se debe a la inhalación de tetraetilo de plomo el cual es altamente volátil y liposoluble. El síntoma más común de intoxicación aguda es el dolor tipo cólico gastrointestinal, al principio existe un estado de anorexia con síntomas de dispepsia y estreñimiento y después un ataque de dolor generalizado, otros síntomas que se pueden presentar son diarrea, sabor metálico en la boca nauseas, vómitos, lasitud, insomnio etc. (29)

La intoxicación se diagnostica por síntomas clínicos, accesibilidad del plomo y determinaciones del contenido del plomo en sangre y en las heces del animal si este sobrevive, y en la corteza renal y en el hígado si el animal muere. Valores superiores a 10 mg. de plomo por Kg. en el hígado y 50 mg. Por Kg. En corteza renal, tiene valor diagnóstico si están suplementados con pruebas colaterales de intoxicación por plomo. (33)

Clínicamente, los casos agudos se caracterizan por producir una ligera hipertermia anorexia, embotamiento sensorial, debilidad y movimientos incoordinados. Los ovinos jóvenes en particular presentan marcha envarada y desorden en sus movimientos, así como debilidad de los extensores y flexores como consecuencia de la cual pueden arrastrar las extremidades posteriores. Al inicio sucede una diarrea líquida y oscura. (28)

El llamado "ribete saturnino" no aparece hasta después de 14 días, el saturnismo crónico es muy similar al agudo en la sintomatología y además acompañado de anemia; sin embargo, no suele observarse el punteado basofilo de los eritrocitos. En los casos crónicos puede observarse en el intestino un ribete saturnino compuesto de sulfuro de plomo, el hígado ofrece una consistencia pastosa, histológicamente se advierten alteraciones degenerativas también en los riñones. (28)

Macroscópicamente al abrir los cadáveres se observa un olor típico si ha transcurrido cierto tiempo desde que se produjo la muerte. Los músculos aparecen teñidos de un color verde rojizo, existiendo por regla general una inflamación del cuajar y del intestino, los riñones se encuentran pálidos y en su superficie presentan petequias; más tarde se ponen hiperémicos, tumefactos y ofrecen una consistencia blanda. El epicardio, el encéfalo, la médula espinal y otros órganos presentan hemorragias, en el pulmón hay hiperemia. (28).

Aunado a lo anterior y para ilustrar el problema ocasionado por el empleo de plomo en el vidriado de cerámica en talleres, se puede citar el caso reciente de intoxicación indirecta en una niña de tres años de edad, procedente de una comunidad rural, de estatus socioeconómico bajo y que fue ingresada con neuroencefalopatía y vómito, era hija de alfareros. Howson y cols, (1996). (5)

## **5.4 RIESGO Y SALUD.**

### **5.4.1 Amenaza.**

El aumento de la población fue poco en un lapso de tiempo relativamente amplio debido a las frecuentes epidemias, hambrunas y guerras, el acceso a los recursos que constituyen la base material para la subsistencia y el funcionamiento de una sociedad ha sido preocupación inherente a la raza humana. Paralelamente se inició el proceso de contaminación ambiental originado cuando la tecnología empleada por la sociedad produce sustancias y materiales en una cantidad que supera la naturaleza para reciclarlos, por lo que se acumulan en el aire, suelo agua. (42)

La amenaza es la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un área y período de tiempo dado. En general las amenazas son las fuentes del peligro asociadas a un evento que al manifestarse puede producir efectos adversos sobre la salud humana, sus bienes o al medio ambiente, esta puede ser considerada como pre-desastre donde existen algunos riesgos de desastre porque principalmente donde la población es vulnerable.

Literalmente los términos "medio ambiente" se refieren a todo lo que rodea a un objeto o a cualquier otra entidad, el hombre experimenta el medio ambiente en el que vive como un conjunto de condiciones físicas, químicas, biológicas socioculturales y económicas que difieren según el lugar, la infraestructura, sin

embargo el impacto de las condiciones ambientales, sobre la salud y en las condiciones sociales y económicas que actúan como fuerzas motrices y ejercen presiones sobre el medio ambiente. (45)

#### **5.4.2 Riesgo.**

Conforme a los principios fundamentales emitidos según la Carta Internacional de Negocios para el Desarrollo Sostenible, aceptado de manera general el riesgo se entiende como la combinación de la probabilidad y la frecuencia de que ocurra un acontecimiento específico, generalmente de características consecuencias o impactos desagradables. (32)

Los riesgos medioambientales son los cambios causados en el entorno produciendo efectos influencias múltiples y alteraciones efectos graves en la población y los ecosistemas presentan grandes dificultades en la determinación de causas y efectos, los impactos en el hábitat y los ecosistemas son de magnitudes evidentes y sin límites claros. Los riesgos forman parte de nuestra vida diaria así como la sociedad se ha industrializado y es influenciada por el origen de la industria, el origen de los riesgos que causan daño a la población han cambiado. (32)

Los riesgos forman parte de nuestra vida diaria así como la sociedad se ha industrializado y es influenciada por el origen de la industria, el origen de los riesgos que causan daño a la población han cambiado. (32)

Así a partir de la Cumbre de Río de Janeiro la adopción del Desarrollo Sustentable y por consecuencia del diseño de Ingeniería para el Medio Ambiente, han impulsado y obligado de alguna manera el uso de la evaluación de riesgos convirtiéndola en una disciplina y herramienta evidentemente indispensable para el cumplimiento de las exigencias sociales, públicas, gubernamentales e industriales impuestas por las cada vez más estrictas tendencias normativas, ambientales, de salud y seguridad que actualmente campean en el concierto de las naciones. (32)

La evaluación de los riesgos que presenta para la salud humana para la exposición al plomo y sus compuestos requiere el examen de las cuestiones siguientes:

- Importancia de las distintas fuentes ambientales de plomo y las vías de exposición.
- Probabilidad de que produzca efectos biológicos a diferentes niveles y tasas de absorción de plomo.
- Significación para la salud humana de los diversos efectos biológicos conocidos del plomo.

- Validez de los distintos indicadores de la exposición al plomo y de los efectos resultantes. (42)

#### **5.4.1 VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN EXPUESTA.**

El proceso de desarrollo del hombre lo ha llevado a conceptuar de manera apropiada ciertos elementos vinculados a su hábitat, medio ambiente y las posibilidades de interacción entre ellos.

La población expuesta reúne una serie de características que le convierten en un individuo vulnerable, son muchos los factores que se integran para facilitar la vulnerabilidad, entre ellos la condición socioeconómica, la escolaridad, el desarrollo urbano, los servicios de salud etc.

El informe de la reunión de Natural Disasters and Vulnerability Análisis UNDR0, (1979) incluyó esta definición: Vulnerabilidad es el grado de pérdida de un elemento o un grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0, ó sin daño hacia el 1, o pérdida total, los elementos en riesgo, como son la población los edificios, las obras civiles, los servicios públicos, las actividades económicas las utilidades y la infraestructura expuesta. (12)

A pesar de que en el principio se haya tenido una percepción confusa acerca del término vulnerabilidad, esta acepción ha contribuido a dar claridad a los conceptos de riesgo y desastre. El plomo es el gran contaminante químico de los lugares de trabajo y por lo tanto, un grave e importante riesgo para la salud de los trabajadores. (29)

El consumo industrial de plomo va en aumento y los consumidores tradicionales se van reemplazando por nuevos usuarios, como lo es por ejemplo la industria del plástico pues a nivel nacional existe abundante casuística, aunque se carece de información epidemiológica, esto no es diferente al resto de la patología profesional, en el anexo a este informe se presentan las ocupaciones y actividades con exposición potencial al plomo clasificadas según intensidad de la exposición. (42)

La exposición crónica ocupacional al plomo, o consumo ilícito de alcohol adulterado con plomo, también se ha ligado a una alta incidencia de la disfunción renal que conduce a la hiperuricemia y a la gota. (29)

En México se utiliza comúnmente el vidriado con plomo para recubrir utensilios de cerámica para cocinar, almacenar o servir alimentos y bebidas, esta loza tradicional se endurece a bajas temperaturas, por lo que el plomo permanece en el vidrio y puede ser liberado en la comida o bebida. (21)

## VI.- MATERIAL Y METODOS.

### 6.1 TIPO DE ESTUDIO.

Este es un estudio observacional, descriptivo y transversal que se realizó durante el período septiembre de 2001 a agosto de 2002.

### 6.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se establecieron dos tamaños de muestra, la primera relacionada con las fuentes ambientales del Sistema Agropecuario y la segunda con la población consumidora de hígado y carne de bovino.

Para obtener el tamaño de la muestra de las fuentes ambientales del Sistema Agropecuario, se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo convencional, en el siguiente cuadro se presenta la distribución por tipo de fuente, zona y período de captación de la información.

**Tabla 3 DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO DE ATEQUIZA – ATOTONILQUILLO, JALISCO: 2001-2002.**

FUENTE	MUESTRAS	PRIMERA FASE AÑO 2001									SEGUNDA FASE AÑO 2002			
		MES	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
		ZONA												
Agua	17	A			3	2								
		B			4	1								
		C			6	1								
Foliar	8	A				6								
		B				1								
		C				1								
Suelo	2	A			2									
Hígado de bovino	8	A			2							2		
		B										2		
		C										2		
Carne de bovino	8	A			2							2		
		B										2		
		C										2		
Aire	2	C											2	

Para analizar el consumo de hígado y carne de bovino se estudiaron a 407 personas seleccionadas a través de un muestreo no probabilístico de tipo convencional, la distribución por localidades se presenta en la Tabla 4.

**Tabla 4 DISTRIBUCIÓN DE PERSONAS ENCUESTADAS POR LOCALIDAD EN EL SISTEMA AGROPECUARIO DE ATEQUIZA-ATOTONILQUILLO, JALISCO**

<b>LOCALIDADES</b>	<b>NUMERO DE PERSONAS</b>
<b>ATEQUIZA</b>	<b>206</b>
<b>ATOTONILQUILLO</b>	<b>201</b>
<b>TOTAL</b>	<b>407</b>

### **6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.**

- Muestras tomadas de las fuentes ambientales del Sistema Agropecuario que pertenezcan a las zonas A, B y C.
- Todas las muestras de hígado y carne de bovino criado en el Sistema Agropecuario pertenecientes a las zonas A, B, C y sacrificado en los Rastros Municipales de Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco.
- Personas que consuman hígado y carne de bovino criado en las zonas A, B, C y sacrificado en los Rastros Municipales de Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco.
- Voluntarios para participar en la encuesta.
- Que sean amas de casa.

### **EXCLUSIÓN.**

- Que el agua sea entubada o de la red municipal.
- Que no deseen participar

## 6.4 VARIABLES.

Para llevar a cabo esta investigación se estudiaron cuatro categorías:

- a) Sistema Agropecuario.
- b) Características sociodemográficas.
- c) Consumo de hígado de bovino.
- d) Consumo de carne de bovino.

Con relación al *Sistema Agropecuario*, se analizaron las siguientes variables Agua, foliares, suelo, hígado de bovino, carne de bovino, aire, velocidad de los vientos, frecuencia de la dirección de los vientos (Rosa de los vientos), y la zona geográfica A, B y C.

Referente a las *características sociodemográficas*, se investigaron las siguientes variables: Edad, sexo, número de hijos, edad del esposo, así como la edad de los integrantes de la familia.

Tocante al *consumo de hígado de bovino*, las variables analizadas fueron: Día de compra, precio por kilogramo (kg), cantidad consumida, ingestión diaria.

Respecto al *consumo de carne de bovino*, las variables analizadas fueron: Día de compra, precio por kilogramo (kg), cantidad consumida, ingestión diaria.

### 6.4.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Las variables consideradas para este estudio se agruparon en cuatro categorías además de establecer los indicadores y la escala correspondiente.

**Tabla 5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.**

CATEGORIAS	VARIABLES	INDICADORES	ESCALA	
SISTEMA AGROPECUARIO	Agua	(Pb) mg/l	Continua	
	Foliar	(Pb) mg/kg	Continua	
	Suelo	(Pb) mg/kg	Continua	
	Hígado de bovino	(Pb) mg/kg	Continua	
	Carne de bovino	(Pb) mg/kg	Continua	
	Aire	(Pb) $\mu\text{g}/\text{M}^3$	Continua	
	Frecuencia de la velocidad de los vientos	Km /h	Continua	
	Dirección de los vientos	N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW.	Nominal	
	Zona geográfica	A, B, C	Nominal	
CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	Edad	Años	Continua	
	Sexo	Femenino	Nominal	
		Masculino	Nominal	
	No. de hijos	Número	Discontinua	
	Edad del esposo	Años	Continua	
CONSUMO DE HÍGADO DE BOVINO	Edad Integrantes de la familia:	Niños	Ordinal	
		Jóvenes		
		Adultos		
	Ancianos			
Día de compra	Domingo, Lunes, Martes Miércoles, Jueves Viernes, Sábado	Ordinal		
Precio kg	\$ Pesos	Continua		
Cantidad consumida	Kg /Semana	Continua		
Ingestión diaria	grs.	Continua		
CONSUMO DE CARNE DE BOVINO	Día de compra	Domingo, Lunes, Martes Miércoles, Jueves Viernes, Sábado	Ordinal	
		Precio kg		\$ Pesos
		Cantidad consumida		Kg /Semana
	Ingestión diaria	grs.	Continua	

## 6.5 INSTRUMENTOS.

Para realizar esta investigación en el Sistema Agropecuario de Atequiza y Atotonilquillo Jalisco; se requirió de los siguientes instrumentos asociados a las variables consideradas en el estudio:

Espectrofotómetro de absorción atómica con emisión de plasma, marca Perkín Elmer 3200 para analizar las muestras de agua residual, foliares, suelo de cultivo, hígado y carne de bovino de acuerdo a la NMX-AA-051-SCFI-2001

Horno de grafito modelo HGA 850, anexo al espectrofotómetro de absorción atómica marca Perkín Elmer 3200, como complemento del equipo para el análisis de las muestras foliares de acuerdo a la NMX-AA-051-SCFI-2001.

Horno de microondas MDS-2000, para deshidratar las muestras de suelo de cultivo, foliarés, tejidos: hígado y carne de bovino.

Anemómetro de cazoletas modelo Adcon Telemetry, consta de 3 cazoletas y 1 veleta, conectados a un sensor o dispositivo conectado a una computadora cuyo programa registra cada 15 minutos la velocidad (Km /h) y dirección de los vientos (Puntos cardinales y colaterales) estos instrumentos se localizan en la Estación Climatológica de Atequiza.

Bomba BD, serie 3481-1095-E, para capturar el aire en la zona C del Sistema Agropecuario.

Set portátil, marca Lamotte, modelo 7440 para determinar la concentración de plomo en aire, según lo establece la NOM-026-SSA-1-93.

Carta Topográfica de Chapala Jalisco F13D76 escala 1: 50 000, INEGI, 2000. Para la clasificación las zonas geográficas A, B, y C, del Sistema Agropecuario mediante la agrupación de cuadrantes.

Cuestionario ex profeso, para conocer el consumo de hígado y carne de bovino en las localidades de Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco.

Para determinar la concentración de plomo en agua residual, foliares, suelo, hígado de bovino, carne de bovino y aire en el Sistema Agropecuario; se efectuó el muestreo y análisis a las tomas, con base a los lineamientos establecidos en la NMX-AA-051-SCFI-2001, NOM-117-SSA1-1994, NOM-001-ECOL-1996, NOM-004-ZOO-1994 y Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, y para aire de acuerdo a la NOM-026-SS1-1993.

## 6.6 MATERIAL

- ✓ Frascos de vidrio transparente marca PAVISA, modelo B/A cristal, volumen 1 litro, tapa metálica de rosca.
- ✓ Frascos de vidrio transparente marca PAVISA, modelo B/A cristal, volumen de 250 ml. tapa metálica de rosca.
- ✓ Cuerda No. 18 marca LA ESPIGA, serie 76387600180.
- ✓ Hielera marca RUBBERMAID modelo 2A13 capacidad de 22.7 litros.
- ✓ Bolsas de hielo en cubitos marca ARCOIRIS, modelo DSD para 5 Kgs.
- ✓ Pala de jardinería marca HALCÓN, modelo GO.
- ✓ Báscula electrónica marca TORREY, modelo PCR 20, capacidad máxima de 20 kgs. y mínima de 50 gr.
- ✓ Bolsas transparentes de polietileno marca PLÁSTIPACK, de 28 X 34 cm.
- ✓ Charola marca CINSA, modelo melamina de 40 X 60 cm.
- ✓ Cuchillo de corte fino marca VICTORINOX, modelo dentado, serie 5.1833.20
- ✓ Guantes de látex para cirujano del No. 8. marca ADEX.
- ✓ Cámara fotográfica marca KODAK, modelo KB18 serie 044201003406.

## 6.7 PROCEDIMIENTO

Para realizar esta investigación en el Sistema Agropecuario, fueron utilizados una serie de instrumentos de acuerdo al siguiente procedimiento que se desarrolló en dos fases.

**La primera fase** comprende del mes de mayo al mes de agosto de 2001, durante este periodo se conoció la zona de estudio pudiendo ser identificados en el Sistema Agropecuario, un conjunto de subsistemas de acuerdo a las características ambientales que privan en este. Ver tabla 6

**TABLA 6 LOS SUBSISTEMAS DEL SISTEMA AGROPECUARIO DE ATEQUIZA - ATOTONILQUILLO, JALISCO, 2001-2002.**

No.	SUBSISTEMA	PARTES
I	Topográfico	Suelo, montañas
II	Hidrológico	Río Santiago, Canal de Riego de Atequiza, Canal del Molino, abrevaderos.
III	Agrícola	Límites de la extensión agrícola, cultivos.
IV	Pecuario	Actividad ganadera predominante
V	Meteorológico	Clima, Aire, vientos predominantes
VI	Socio-económico	Demografía, vías de comunicación, industria, comercio educación y salud.

Una vez localizado el Río Santiago, Canal de Riego de Atequiza, Canal del Molino, abrevaderos, pozo de agua, efluentes industriales, suelo de cultivo, hígado y carne de bovino; se recolectaron las muestras correspondientes.

En el mes de julio se recolectaron 13 muestras de agua residual y en agosto se hicieron 4 tomas, en la zona A, B y C, cada una de las muestras fueron colectadas en un frasco de vidrio previamente esterilizado, los envases se sujetaron de la boca con un tramo de 5 metros de cuerda no.18 y se sumergieron en el cuerpo de agua; para su conservación fueron puestas en una hielera con cubitos de hielo como refrigerante y se transportaron en forma inmediata al laboratorio.

Posteriormente se tomaron 8 muestras foliares en el mes de agosto, los vegetales seleccionados fueron: Alfalfa (*Medicago sativa*), Pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), Lirio acuático (*Eichhornia crassipes* Kunth), Lenteja acuática (*Lemna aff.giba*), Ombigo de venus (*Hidrotyle verticillata* Thunb) Avena forrajera (*Avena sativa*), Maíz (*Zea mays* L.), cada muestra fue pesada en una báscula electrónica y tuvo un peso aproximado de 1 kilo, después de la colecta se guardaron en una bolsa de polietileno, en el laboratorio cada muestra fue deshidratada en el horno de microondas MDS-2000 y posteriormente fueron procesadas para determinación de plomo.

También se procedió a recoger 2 muestras de suelo de cultivo en el mes de Julio, para este propósito fue utilizada una pala plástica de jardinería, se realizó una toma superficial y la otra a 20 cm de profundidad, cada muestra se vació a un frasco de vidrio transparente esterilizado, estos se transportaron al laboratorio.

En el rastro de Atotonilquillo, en el mes de Julio, se realizó la colecta de 2 muestras de hígado y 2 de carne de bovino, 1 a cada una de las dos canales de vacas criadas en la zona A; los cortes de tejido, se realizaron con cuchillo de corte fino y luego se depositó cada muestra, en un frasco de vidrio esterilizado y etiquetado, inmediatamente fueron refrigerados para su conservación y análisis en el laboratorio.

**La segunda fase** comprende de enero a abril de 2002, dentro de este periodo, en el mes de febrero, en el rastro de Atequiza, se realizó la toma de 1 muestra de hígado y 1 de carne a 6 canales de bovino; 2 criados en la zona A, 2 en la "B", y 2 en la C del Sistema Agropecuario; cada toma fue depositada en un frasco de vidrio transparente esterilizado y etiquetado, inmediatamente fueron refrigerados para su conservación y análisis en el laboratorio.

En el laboratorio inicialmente, todas las muestras fueron deshidratadas en el horno de microondas MDS-2000, excepto las tomas de agua residual, y para la determinación de plomo se utilizó el espectrofotómetro de absorción atómica Perkín Elmer modelo 3200.

Así mismo las muestras fueron tratadas mediante un procedimiento de digestión ácida (conocida como digestión húmeda con y sin reflujo) con HNO<sub>3</sub> y este tratamiento varía según el tipo de muestra, pues no es igual en el agua que en un alimento o suelos, pues en alimentos hay que conocer el contenido de humedad y grasa para saber el tiempo y cantidades de ácido necesario usar para lograr una digestión completa, eso viene descrito de manera más amplia en las Normas; así como en los suelos hay que digerir hasta que no se encuentre ninguna interferencia por las sales que normalmente contienen.

Las muestras de agua se conservaron inicialmente con HNO<sub>3</sub> y todas (agua y carne) se refrigeraron a 4° C, no así con las muestras de suelo que se tuvieron a temperatura ambiente.

Para la lectura de los elementos una vez terminada la digestión ácida, se procedió a usar diferentes metodologías, todas ellas en el equipo de absorción atómica dependiendo también del tipo de muestra a analizar; los métodos aplicados fueron; de absorción atómica por flama, horno de grafito y de adiciones estándar.

Solo se utilizó el Horno de grafito modelo HGA 850 anexo al espectrofotómetro de absorción atómica marca Perkín Elmer 3200, como complemento del equipo para el análisis de las foliares; en el Laboratorio Agrícola y de Alimentos del Gobierno de Estado de Jalisco, en agosto de 2001.

Las muestras de agua, suelo, hígado y carne de bovino, fueron remitidas a la Unidad de Servicios Analíticos y Metrológicos del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. (CIATEJ), en Julio y agosto de 2001; las foliares fueron analizadas en el Laboratorio Agrícola y de Alimentos del Gobierno de Estado de Jalisco en el mes de Agosto de 2001, las tomas de tejido bovino recolectadas en febrero de 2002, se llevaron al Laboratorio de Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Para la captura del aire se utilizó una bomba BD, serie 3481- 1095 además se empleó un Set portátil código 7440 marca Lamotte, para determinar la concentración de plomo; el análisis se realizó con el apoyo del Laboratorio de Química del Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara, en el mes de Abril de 2002; se realizó el muestreo de aire en la zona C, del Sistema Agropecuario (Localidad de Atotonilquillo); solo se tomaron 2 muestras de aire; la primera a 150 metros de la Industria CIBA ESPECIALIDADES QUÍMICAS DE MÉXICO S. A. DE C. V., y la segunda a la orilla de la Carretera Atequiza- Poncitlán, Jalisco; sin embargo el aire de la zona A y B, no fue analizado.

**Tabla 7. IDENTIFICACION DE PUNTOS DE MUESTREO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO DE ATEQUIZA-ATOTONILQUILLO, JALISCO.**

FUENTE	ZONA		PUNTOS DE MUESTREO
Agua	A	1.-	Abrevadero No. 3
		2.-	Abrevadero frente a Planta de Tratamiento
	B	1.-	Canal de Riego: Puente
		2.-	Canal del Molino.
		3.-	Efluente CYTEC.
	C	1.-	Río Santiago antes del efluente CIBA
2.-		Efluente CIBA.	
3.-		Después del efluente CIBA	
	Ay B	1.-	Plantas cultivadas en las parcelas
Foliar	C	1.-	Plantas acuáticas (Río Santiago y Canal del Molino)
Suelo	A	1.-	Campo de cultivo
Tejidos	A, B y C	1.-	Hígado y carne de bovino en Rastro de Atequiza y Atotonilquillo
Aire	C	1.-	A 150 metros de la Industria CIBA
		2.-	A orilla de la Carretera Atequiza-Poncitlán

Se elaboró la rosa de los vientos por mes a partir del mes de Septiembre de 2001, hasta el mes de Agosto de 2002, a partir de la utilización de un anemómetro de cazoletas, modelo Adcon Telemetry, cuyo programa registró cada 15 minutos los datos referentes la velocidad (Km /h) y dirección de los vientos (Puntos cardinales y colaterales) y con la utilización de programa Surfer 6, durante el periodo que abarca desde mayo de 2001 al mes de abril de 2002.

La Fundación Produce Jalisco facilitó reportes sobre la velocidad y dirección del viento, registrados por el equipo de la Estación Climatológica de Atequiza.

Para conocer la opinión de la población con relación al consumo e ingestión de hígado y carne de bovino, se diseñó un cuestionario ex profeso, con 16 preguntas cerradas con la finalidad de recopilar información en forma sistemática, la encuesta se aplicó en el mes de febrero de 2002, a un total de 407 personas; de las cuales 206 correspondieron a la localidad de Atequiza y 201 a la de Atotonilquillo, Jalisco.

La zona de estudio, abarca las localidades de Atequiza, Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, con 5 301 habitantes y Atotonilquillo, Municipio de Chapala, con 6 775; resultando un total de 12 076 residentes, INEGI (2000).

Es por ello que para determinar el tamaño de la muestra de hogares que se encuestaron, se aplicó el criterio del Cuadro 1. Número de beneficiarios a encuestar de la Guía para la evaluación estatal de programas de fomento ganadero. Alianza (2000) SAGAR-FAO: 23. (ver anexo 1), Se eligieron al azar los hogares en los que se aplicó un cuestionario que contiene preguntas cerradas, una vez analizados los datos, se aplicó el análisis estadístico de  $X^2$  de Pearson para conocer ( $H_0$ ) si no hay diferencias entre la porción de hígado y la edad y de la porción de carne de bovino y la edad del consumidor o bien para saber ( $H_1$ ) si existen diferencias entre la porción de hígado y la edad y de la porción de carne de bovino y la edad del consumidor.

En el anexo 1, se señala que el tamaño de la muestra se determinó con base en la población de beneficiarios anotados en la primera fila del cuadro 1 de la guía antes señalada, en este caso el número de habitantes rebasan los 2000 en cada localidad, se escogió la cifra 2000, observándose que le corresponden 140 beneficiarios a encuestar en cada localidad, con un factor de ajuste de 0.001 Alianza (2000). SAGAR-FAO: 23. De acuerdo a los datos anteriores se tomó la decisión de aplicar 206 cuestionarios en Atequiza y 201 en Atotonilquillo.

## **6.8 Análisis.**

### **6.8.1 Análisis de la información.**

Para analizar el Sistema Agropecuario, en este sentido se localizó la primera fuente ambiental identificada fue el agua residual, esta se encontró en la corriente del Río Santiago, Canal de Riego de Atequiza, Canal del Molino, pozos y abrevaderos así como los efluentes industriales que se localizan en la zona geográfica B y C.

La segunda fuente fueron las especies foliares seleccionadas para este estudio; Alfalfa (*Medicago sativa*), Pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), Avena forrajera (*Avena sativa* en los cultivos en la zona A; Lirio acuático (*Eichhornia crassipes* Kunth), Río Santiago en la zona A y Canales de las zonas B y C; Lenteja acuática (*Lemna aff.giba*), en el abrevadero no.3 de la zona A, Maíz (*Zea mays* L.); en los cultivos en la zona B y Ombligo de venus (*Hidrotyle verticillata* Thunb); en la C.

La tercera fue el suelo de cultivo comprende las extensiones donde se cultivan los pastos y se cría el ganado bovino y que abarcan las zonas A, B y C.

La cuarta fuente fue el hígado de bovino, víscera (muestreada) en la canal de ganado criado en la zona A, B y C y sacrificadas en los rastros de las localidades de Atequiza y Atotonilquillo del Sistema Agropecuario.

La quinta fue la carne de bovino, que es el músculo (muestreado) en la canal de vacunos criados en las zonas A, B y C y sacrificados en los rastros de las localidades de Atequiza y Atotonilquillo del Sistema Agropecuario.

La sexta corresponde al aire que predomina en el Sistema Agropecuario y (muestreado) frente a la Industria CIBA ESPECIALIDADES QUÍMICAS DE MÉXICO S. A. DE C. V. y a orilla de la Carretera Atequiza a Poncitlán Jalisco.

Además se tomaron 45 imágenes con una cámara fotográfica marca Kodak que sirvieron como evidencia de la problemática que generan las fuentes ambientales contaminadas en las localidades del Sistema Agropecuario.

**Tabla 8 FUENTES AMBIENTALES POR ZONAS GEOGRAFICAS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO DE ATEQUIZA – ATOTONILQUILLO, JALISCO. AÑO 2001**

FUENTE	ZONA A	ZONA B	ZONA C
AGUA	Agua abrevadero # 3.	Agua del Canal de Riego de Atequiza, curso en población	Agua del Río Santiago a 100 metros antes del efluente de CIBA.
	Canal del molino frente a campo de cultivo.	Confluencia arrollo- Canal del Molino.	Agua del Río Santiago, 50 metros antes de efluente de CIBA.
	Agua de pozo.	Muestra directa de efluente CYTEC.	Agua residual directa del efluente de CIBA
	Abrevadero nuevo charco en la zona del basurero.	Canal del molino frente a CYTEC.	Agua residual directa, efluente CIBA, mezclada con la corriente del Río Santiago.
	Canal del Molino frente a campo de cultivo.	Muestra directa de efluente CYTEC.	Agua del Río Santiago 50 metros después del efluente de CIBA
	Abrevadero frente a Planta de Tratamiento		Agua del Río Santiago 100 metros después del efluente de CIBA
FOLIARES	Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ).	Maíz ( <i>Zea mays</i> L.).	Ombligo de venus ( <i>Hidrotyle verticillata</i> Thunb).
	Pasto Buffel ( <i>Cenchrus ciliaris</i> L.). sin raíz		
	Lirio acuático ( <i>Eichhornia crassipes</i> Kunth		
	Lenteja acuática ( <i>Lemna aff.giba</i> )		
	Ombligo de venus ( <i>Hidrotyle verticillata</i> Thunb).		
	Avena forrajera ( <i>Avena sativa</i> ).		
SUELO	Superficial		
	Profundo		
GANADO BOVINO	Hígado de bovino	Hígado de bovino	Hígado de bovino
	Carne de bovino.	Carne de bovino.	Carne de bovino.
AIRE			Frente a la Industria Química Mexicana CIBA S.A. de C.V.
			A orilla de la Carretera Atequiza-Poncitlán, Jalisco.

### **6.8.2 Análisis estadístico.**

Para describir la población se utilizó promedio y porcentaje, además se aplicó la prueba estadística  $X^2$  de Pearson, con  $\alpha = 0.05$  y nivel de confianza 95%, además para una sola muestra se utilizó la t de Student para comparar los promedios de plomo del Sistema Agropecuario y las Zonas geográficas con una  $\alpha = 0.05$ .

De acuerdo a los datos que arrojó la encuesta sobre el consumo semanal de hígado y carne de bovino, se consideró aplicar este análisis estadístico, con una  $p = 0.5$  y nivel de confianza 95% a grupos etarios de 0 a 14 años hasta 75 y más.

### **6.9 Presentación de resultados.**

En esta investigación los resultados son presentados mediante el diseño de tablas y graficas.

## 6.10 Proceso metodológico.

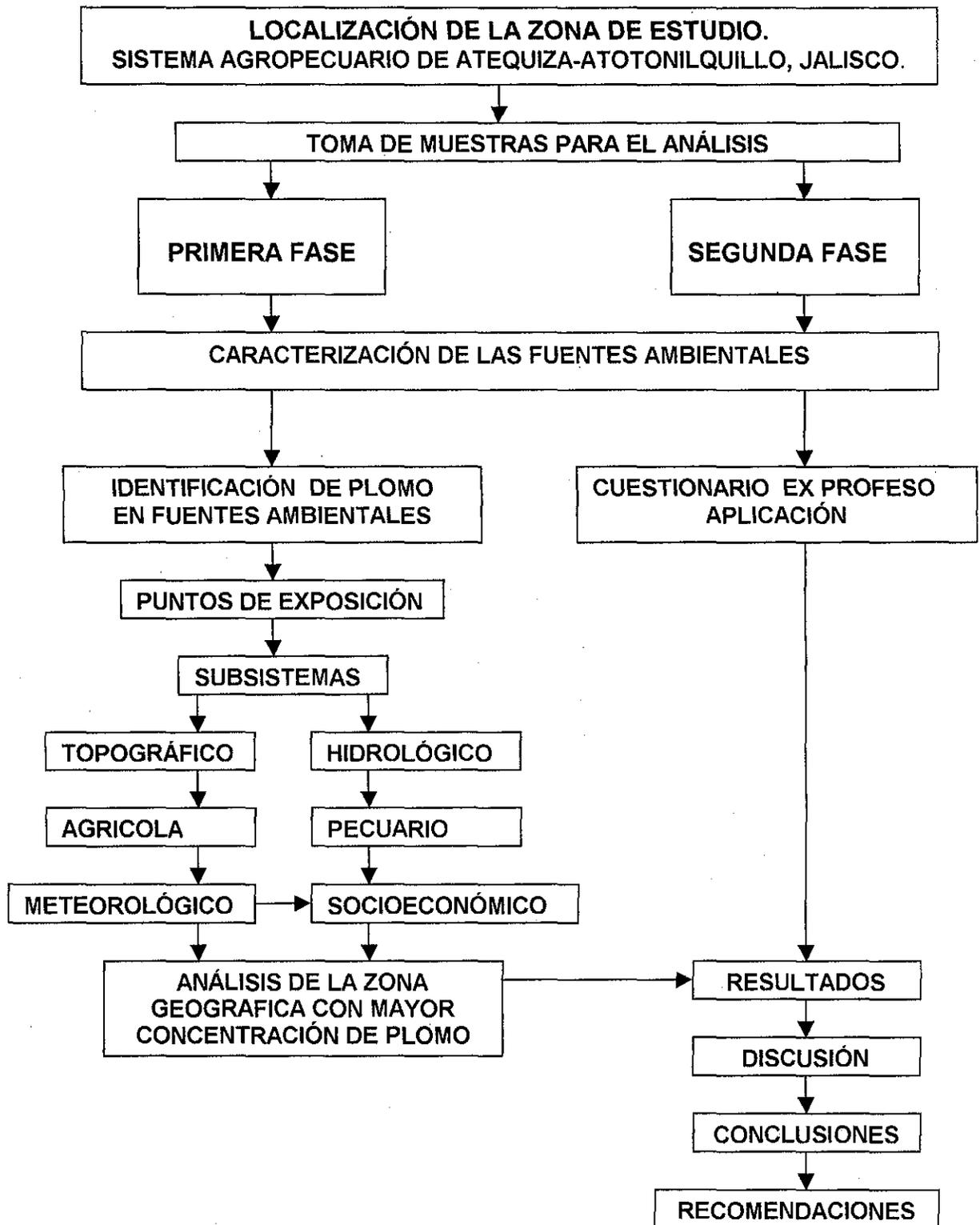


Fig. 2 Diagrama de flujo del proceso metodológico.

## VII DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

### 7.1 Localización de la zona de estudio.

Para conocer el sitio y obtener información se realizaron múltiples visitas a la zona de estudio a partir de las cuales se logró ubicar y delimitarlo mediante la revisión de la Carta Topográfica de Chapala, Jalisco además de una fotografía aérea de las localidades de Atequiza y Atotonilquillo.

Se determinó su ubicación en las coordenadas: Longitud: 103° 08' 30" Latitud de 20° 23' 22" a 1520 m. sobre el nivel del mar, incluye a las poblaciones conurbadas de Atequiza y Atotonilquillo, debido a que en este punto se unen los Municipios de Ixtlahuacán de los Membrillos, Chapala y Juanacatlán; cuenta con una población de 12, 076 habitantes. INEGI, 2000. (24)

Los límites son; (Norte), Río Santiago y Miraflores, Ejido de Atotonilquillo; (Sur), Cerro de San Francisco y Ejido de Ixtlahuacán de los Membrillos; (Este), Atotonilquillo, Municipio de Chapala, Jalisco; (Oeste), Carretera Guadalajara-La Barca, Rancho La Herradura, Ejido del Rodeo.

El Sistema Agropecuario es una extensión territorial que es de 4, 814 hectáreas, la superficie esta conformada por zonas planas y semiplanas; las localidades que existen en el mismo, se han desarrollado a partir de la creación del ejido, después de la Revolución Mexicana, la localidad de Atequiza tiene una población de 5 301 habitantes y la de Atotonilquillo es de 6 775, además cuenta con campos agrícolas, en los que se cría ganado bovino. (SAGARPA-2000)

La hidrología de la zona esta compuesta por el Río Santiago, al que se le construyó la Presa Corona de la cual se deriva el Canal de Riego de Atequiza, dicho canal atraviesa tanto el área urbana de Atotonilquillo como la de la localidad de Atequiza, también se considera el Canal del Molino, además los arroyos son muy importantes debido a que drenan los cerros y su agua es aprovechada para la agricultura. (23)

El clima es templado la mayor parte del año, conservando un promedio de 20.1°C, las lluvias son abundantes cuyo período abarca desde el mes de junio a octubre, esta área se distingue por ser una región agrícola, ganadera e industrial y tiene vías de comunicación como el Ferrocarril Mexicano y la Carretera Atequiza- Poncitlán, así como telecomunicaciones. (52)

La industria química: CIBA Especialidades Químicas de México S. A. de C. V. y CYTEC de México S. A. de C. V., se han desarrollado en esta área y son importantes para la región, a la vez son generadoras de empleos en la zona dichas empresas están ubicadas; una en cada localidad y aprovechan la corriente del Río Santiago y la del Canal del Molino, para vaciar sus aguas residuales a través de sus efluentes.

La actividad agropecuaria, ha tenido un desarrollo en esta zona, pues es fácil localizar pequeños establos entre las viviendas y en las márgenes del Canal de Riego de Atequiza que pasa por una orilla de Atotonilquillo y más adelante atraviesa la comunidad de Atequiza, así mismo se observa que los campos de cultivo aledaños a la población conurbada, son frecuentemente utilizados en la siembra de forrajes ganaderos y después como praderas para el ganado vacuno.

Muchos de estos animales son criados en las márgenes del canal de riego de Atequiza y sacrificados en el rastro local o algunas veces se lleva ganado al rastro de Atotonilquillo, por otro lado es de llamar la atención que la comunidad acostumbra a consumir frutas y hortalizas cultivadas en esta zona y también acarrear agua del canal para usarla en el sanitario, o para limpieza de pisos de corraletas de los animales, dicha agua es aprovechada por su cercanía a las casas y a sus pequeños establos.

### **7.1.1 Zonas geográficas.**

Para facilitar esta investigación el Sistema Agropecuario fue dividido en 3 zonas geográficas: A, B y C; cada zona geográfica se estructuró a partir de grupos de cuadrantes que contiene la Carta Topográfica de Chapala F13D76 Jalisco, escala 1:50 000 INEGI, 2002, además de una Fotografía aérea de las localidades de Atequiza y Atotonilquillo-INEGI -SINFA, Escala 1: 75 000 Zona F13-12 Línea 129 Posición: 20 N 22.59 103 W 430 16 Ft.

**Zona A:** Se ubica en la parte Noroeste de Atequiza, limita con el Río Santiago frente al Ejido Miraflores, Municipio de Juanacatlán, Jalisco; al Sur, con la Vía del Ferrocarril Mexicano, al Este, con el Río Santiago y al Oeste, con la comunidad de la Capilla Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, en esta área los animales pastan y beben agua contaminada.(Cuadrantes:32, 33 y 34 ).

**Zona B:** Limita al Noroeste con la vía de Ferrocarril Mexicano, al Sur, con la Carretera a Poncitlán al Este, con la Comunidad de Atotonilquillo y al Oeste con la Carretera a Poncitlán; incluye a los establos localizados en la parte urbana de la comunidad de Atequiza, el ganado consume pienso y rastrojo cultivado en los campos (área A) y beben agua de pozo y otros del canal de riego y arroyos. (Cuadrantes: 41, 42, 43, 44, 53, 54 ).

**Zona C:** Ubicada en la comunidad de Atotonilquillo, Municipio de Chapala Jalisco; limita al Noroeste, con el Municipio de Juanacatlán, al Sur, con el Cerro San Francisco, al Este, con la Presa Corona y al Oeste, con la comunidad de Atequiza. (Cuadrantes: 36, 45, 46, 47, 48, 55, 56 ). Ver figura 3.

### **7.1.2 Nivel de bienestar social.**

Si consideramos algunos indicadores para examinar el bienestar social, como el grado de analfabetismo que se ha reducido un 26.08%, las características de construcción de la vivienda y que la población que cuenta con el servicio de energía eléctrica, agua potable, alcantarillado en sus casas habitación, también se cuenta con una planta de tratamiento de aguas negras, así mismo estas localidades tienen una intensa actividad agropecuaria. (54)

Hay un crecimiento importante en los renglones arriba señalados; según el INEGI 2000, las familias se ubican en un estrato socioeconómico medio seguido por un porcentaje menor del bajo y mucho más reducido el de estrato alto.

### **7.1.3 Servicio de energía eléctrica.**

En la Zona Conurbada de Atequiza-Atotonilquillo se tienen 1 111 viviendas con este servicio en Atequiza y en Atotonilquillo 1513 además de contar con alumbrado público en sus calles. La energía eléctrica es un indicador de progreso ya que permite el desarrollo de las actividades humanas de cualquier sector social. (24)

### **7.1.4 Abastecimiento de agua potable.**

En la Zona Conurbada de Atequiza-Atotonilquillo, se utilizan fuentes subterráneas para el suministro de agua potable, se cuenta con un total de 5 pozos que aportan este elemento para el uso de la población, el agua extraída para su potabilización, recibe como tratamiento la adición de cloro gas para su desinfección.

No todas las viviendas utilizan el agua de la red para beber, pues de acuerdo a una encuesta realizada por la Universidad de Guadalajara, el 67.3 % de las familias toman agua de garrafón, la red municipal abastece el 100% de la Zona Conurbada y de acuerdo con el INEGI, de un total de 3 631 viviendas en la localidad todas cuentan con este servicio. (24)

### **7.1.5 Alcantarillado.**

De acuerdo con el INEGI, casi el 100% de la localidad conurbada cuenta con conexión al alcantarillado municipal, corresponden 1025 casas en Atequiza y 1360 en Atotonilquillo, esta red dirige sus aguas a la planta de tratamiento que se ubica en Atequiza y mediante una descarga controlada, se vierten las aguas negras al canal de riego, en la zona de cultivos contaminando los pastizales y otras siembras. (24)

### **7.1.6 Tratamiento de aguas negras.**

Existe una planta de tratamiento que recibe las aguas negras de las localidades de Atequiza y Atotonilquillo, la planta es de tipo secundario y está conformada por las siguientes unidades:

- a).- Cribado grueso, con la función de eliminar los sólidos de gran tamaño.
- b).- Desarenación, para eliminar materiales abrasivos .
- c).- Canal de medición tipo Parshall para el influente.
- d).- Sistema de bombeo.
- e).- Laguna aireada donde se realiza la remoción biológica de la materia orgánica.
- f).- Laguna de sedimentación para eliminar los sólidos que se forman en el proceso biológico.
- g).- Estructura de envío del efluente al cuerpo receptor.

El tipo de planta de tratamiento de aguas residuales permite eliminar en forma significativa los contaminantes microbiológicos. (54)

### **7.1.7 Origen de los alimentos (hígado y carne de bovino).**

La gente de este lugar adquiere sus alimentos en el tianguis sabatino, en la tienda de la esquina así como en supermercados de la Ciudad de Guadalajara llama la atención que compra el hígado y la carne de bovino en las carnicerías establecidas en los mercados municipales ó en áreas cercanas a los mismos.

Los alimentos son preparados en los hogares, restaurantes, puestos de tacos cuya materia prima es la carne de bovino y el hígado; en las carnicerías se preparan las vísceras de res como chicharrón.

En estas localidades el consumo de hígado y carne de bovino es frecuente y tienen el hábito de consumir estos productos de origen animal cuyo origen es de animales criados en las extensiones agropecuarias de esta zona y sacrificados en los rastros locales. (54)

El volumen de carne de res consumida en la localidad esta relacionada con el promedio de reses sacrificadas, el dato oficial que se tiene en cuatro meses del año 2002 es de 321 canales, de ellas 94 se consumieron en la comunidad conurbada de Atequiza y Atotonilquillo. SEDER, Gobierno del Estado de Jalisco, (2002). (22)

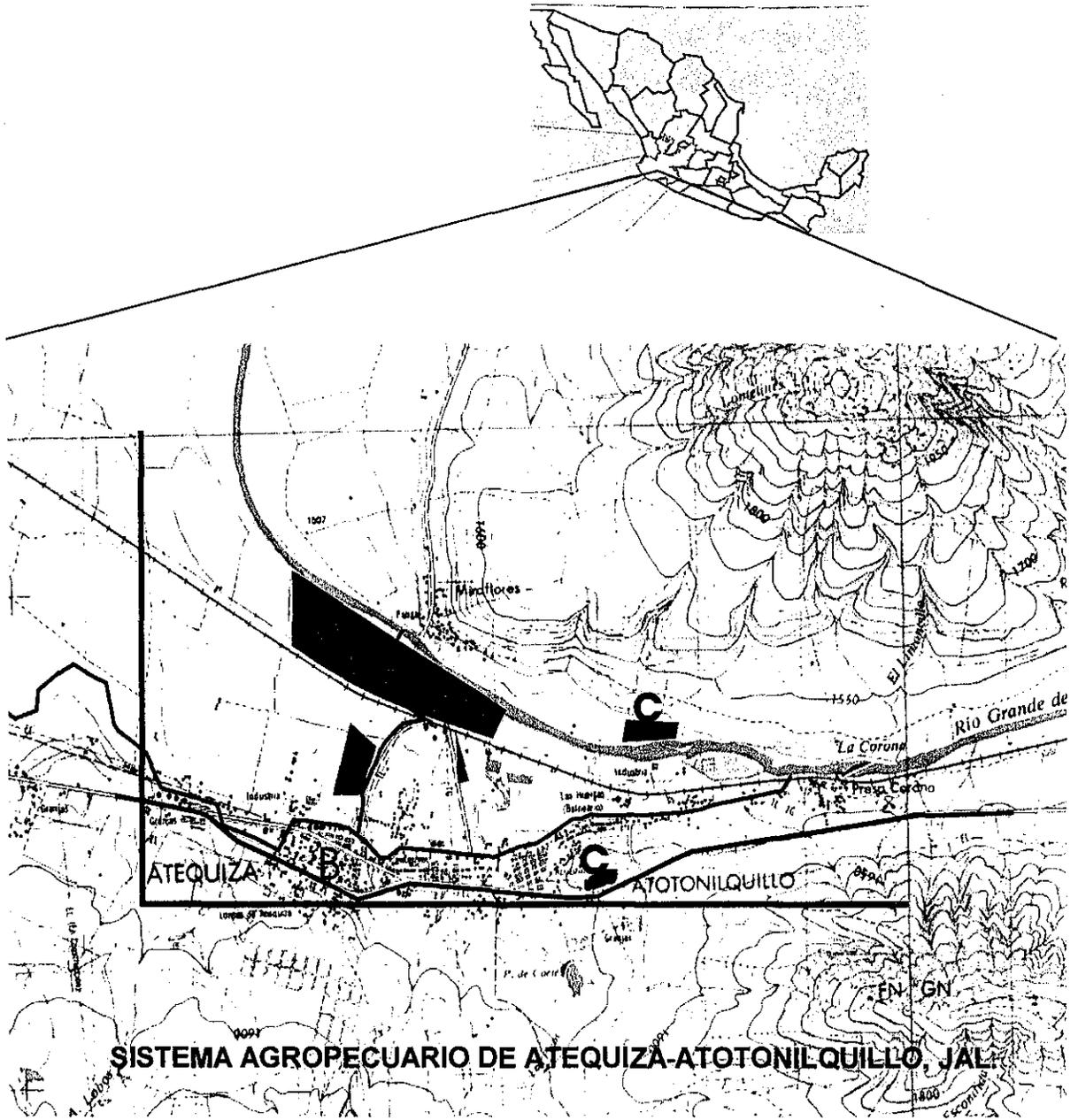


Fig. 3 MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO

## VIII RESULTADOS.

Para la presentación de los resultados de esta investigación, se desarrolló el siguiente procedimiento:

Los resultados se encuentran organizados de acuerdo al siguiente orden:

- 1.- Características sociodemográficas.
- 2.- Consumo de hígado de bovino.
- 3.- Consumo de carne de bovino.
- 4.- Sistema Agropecuario.

### 8.1 Características sociodemográficas.

Se estudiaron a 407 hogares; de los seleccionados el 51% (206) correspondió a la localidad de Atequiza y 49% (201) a Atotonilquillo, (Ver tabla 9).

**Tabla 9 HOGARES POR LOCALIDAD EN EL SISTEMA AGROPECUARIO, 2002.**

LUGAR	No.	%
ATEQUIZA	206	51
ATOTONILQUILLO	201	49
TOTAL	407	100

Fuente: Encuesta Directa.

Con relación al sexo, 94% (381) son mujeres, y 6% (26) hombres; el mayor porcentaje de la población encuestada correspondió al sexo femenino. (tabla 10).

**Tabla 10 SEXO EN LOCALIDADES DE ATEQUIZA Y ATOTONILQUILLO, 2002.**

SEXO	No.	%
MUJERES	381	94
HOMBRES	26	6
TOTAL	407	100

Fuente: Encuesta Directa.

De las personas que fueron encuestadas en este estudio, 94% (381) son amas de casa, y 6% (26) esposos, ambos con un promedio de edad de 43 años; el mayor porcentaje de correspondió al sexo femenino. ( Ver tabla 11) .

**Tabla 11 EDAD DE LAS AMAS DE CASA Y ESPOSOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

ENCUESTADOS	EDAD
MUJERES	43*
HOMBRES	43*
TOTAL	43*

Fuente: Encuesta Directa 2002.

\* Promedio.

De las 407 familias encuestadas se estudiaron las edades de los integrantes de las familias, los cuales se conformaron de 2096 habitantes; 35% corresponde a los jóvenes (730) con edad promedio de 21 años; en cambio la menor población fue 8% de ancianos(167), con edad promedio de 65 años. ( Ver tabla 12) .

**Tabla 12. EDAD DE LOS INTEGRANTES DE LA FAMILIA EN HOGARES DEL SISTEMA AGROPECUARIO.**

INTEGRANTES DE LA FAMILIA	No.	%	EDAD (Años)
NIÑOS	447	21	7*
JÓVENES	730	35	21*
ADULTOS	752	36	43*
ANCIANOS	167	8	65*
TOTAL	2096	100	34*

(\*Promedio)

Fuente: Encuesta Directa 2002.

En la tabla 13 se observa que en los hogares de Atequiza y Atotonilquillo, el promedio de hijos por familia es de 3 y el de habitantes por casa es de 5.

**Tabla 13 PROMEDIO DE HABITANTES POR HOGAR EN EL SISTEMA AGROPECUARIO, 2002.**

FAMILIA	PROMEDIO
No. DE HIJOS	3*
No. DE INTEGRANTES	2096/407 = 5*

## 8.2 Consumo de hígado de bovino en el Sistema Agropecuario.

Con la finalidad de indagar el consumo de hígado y carne de bovino, se investigaron a 407 familias con un total de 2096 integrantes, en esta población se encontró que 47% (979) consumieron hígado semanalmente; en cambio el mayor porcentaje corresponde a los no consumidores 53% (1117). (Ver Tabla 14).

**Tabla 14 CONSUMIDORES DE HIGADO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO, 2002.**

HIGADO	No.	%
SI	979	47
NO	1117	53
TOTAL	2096	100

Fuente: Encuesta Directa.

En la tabla 15, se observa que de un total de 979 consumidores de hígado de bovino, 55% (538) personas pertenecen a la localidad de Atequiza, siendo el lugar donde hay mayor consumo de esta víscera, y 45% (441) corresponden a Atotonilquillo. (Ver Anexo 3).

**Tabla 15 CONSUMO DE HÍGADO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

LOCALIDAD	No.	%
ATEQUIZA	538	55
ATOTONILQUILLO	441	45
TOTAL	979	100

Fuente: Encuesta Directa 2002.

En la tabla 16, se puede constatar que los adultos con 37% (362) fueron los mayores consumidores de hígado en la zona de estudio, sin embargo los ancianos con 8% (75) fueron los que menos consumo presentaron. (Anexo 3).

**Tabla 16 CONSUMO DE HIGADO POR EDAD EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

EDAD	SI CONSUMEN		NO CONSUMEN		TOTAL	
	No.	%	No.	%	No.	%
NIÑOS	227	23	220	20	447	21
JOVENES	315	32	415	37	730	35
ADULTOS	362	37	390	35	752	36
ANCIANOS	75	8	92	8	167	8
TOTAL	979	100	1117	100	2096	100

Fuente: Encuesta Directa 2002..

En la tabla 17, se puede observar que el porcentaje de consumo de hígado por edad en las localidades del Sistema Agropecuario, fue mayor en Atequiza, 35% (187) adultos; y el más bajo fue 7% (36) ancianos.

**Tabla 17 CONSUMO DE HÍGADO DE BOVINO POR EDAD EN LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO.**

EDAD	ATEQUIZA		ATOTONILQUILLO		TOTAL	
	No.	%	No.	%	No.	%
NIÑOS	150	28	77	17	227	23
JOVENES	165	31	150	34	316	32
ADULTOS	187	35	175	40	362	37
ANCIANOS	36	7	39	9	75	8
TOTAL	538	100	441	100	979	100

Fuente: Encuesta Directa.

La encuesta reveló que consumen hígado 979 personas, observándose que la mayoría ingirió una porción de 200 gr. que equivale a multiplicar por el total de consumidores (425) que es igual a 85.000 kg. misma que representa 43.4%, y en una minoría se consumió la porción mayor de 200 gr. que solo se dio en 0.1% o sea 250 gr. multiplicado por (1). Ver tabla 18 y anexo 4.

**Tabla 18 PORCIONES DE HIGADO CONSUMIDO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

PORCIONES	ATEQUIZA	ATOTONILQUILLO	Kgs.	TOTAL	%
200 gr.	205	220	85.000	425	43.4
150 gr.	199	151	52.500	350	35.8
100 gr.	133	70	20.300	203	20.7
> 200 gr.	1	0	0.250	1	.1
<b>TOTAL</b>	<b>538</b>	<b>441</b>	<b>158.050</b>	<b>979</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Encuesta Directa 2002.

La tabla 19, expresa el consumo semanal de hígado y el promedio por rangos de edad observándose que el mayor consumo 38% (60.100 kg.) corresponde a los adultos, por otra parte, el promedio más alto (173 gr.) pertenece a los jóvenes; sin embargo el menor consumo 6% (10.200 kg) y el más bajo promedio (136 gr.) lo registraron los ancianos; para verificar los rangos de edad correspondientes a cada categoría se sugiere ver el anexo 5.

**Tabla 19 CONSUMO DE HÍGADO DE BOVINO Y PROMEDIO POR EDAD EN LAS LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO, 2002.**

EDAD	CONSUMO SEMANAL (kg)		PROMEDIO
	ATEQUIZA	ATOTONILQUILLO	
NIÑOS	22.400	10.550	145 gr
JOVENES	27.700	27.100	173 gr.
ADULTOS	29.500	30.600	166 gr
ANCIANOS	4.800	5.400	136 gr
<b>TOTAL</b>	<b>84.400</b>	<b>73.650</b>	<b>161gr.</b>

Fuente: Encuesta Directa.

Según la tabla 20, el hígado fue destinado a la elaboración de platillos mismos que fueron consumidos semanalmente en el desayuno, comida o cena, siendo Atequiza la localidad que presentó mayor consumo 85% (134.500 kg.), en cambio en Atotonilquillo solo fue 15% (22.050 kg).

**Tabla 20 CONSUMO DE HÍGADO POR HORARIO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

Kg / SEMANA	ATEQUIZA	ATOTONILQUILLO	TOTAL
DESAYUNO			
COMIDA	134.500	22.050	156.550
CENA			

Fuente: Encuesta Directa 2002.

En la tabla 21 se puede verificar el precio por kg. de hígado y carne de bovino establecido en el mercado local del Sistema Agropecuario; se observó que tanto el de hígado como el de la carne fueron similares en las dos localidades.

**Tabla 21 PRECIO (\$) DE HÍGADO EN LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO.**

PRECIO/ kg.	ATEQUIZA	ATOTONILQUILLO
HÍGADO	\$18.00	\$18.00
CARNE	\$44.00	\$44.00

**Fuente: Encuesta Directa 2002.**

De acuerdo a la Tabla 22 el mayor promedio de ingesta de hígado de bovino correspondió a los jóvenes (20.45 gr.) por semana y fueron los ancianos quienes consumieron la menor cantidad.

**Tabla 22 INGESTA DE HÍGADO POR PERSONA EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

EDAD	CONSUMO DIARIO (gr)	
	NO. DE PERSONAS	PROMEDIO
NIÑOS	227	20.45 gr.
JOVENES	315	24.89 gr.
ADULTOS	362	23.75 gr.
ANCIANOS	75	19.39 gr.
TOTAL	979	88.48 gr.

**Fuente: Encuesta Directa 2002.**

Para conocer los resultados asociados al consumo de hígado de bovino por las personas encuestadas en Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco y probar si la hipótesis  $H_0$  es verdadera; se procedió a la aplicación de la Prueba de  $X^2$ , en la tabla 23 se puede apreciar que los valores observados corresponden al total de hígado consumido por las personas ubicadas en los rangos de edad que constituyen a alguno de los tres quinquenios correspondientes, el mayor consumo (54.800 kg.) se adjudicó a consumidores de 15 a 29 años y el menor

a los que están entre 75 a 89 años (2.200 kg.) la  $p = 0.05$  y los grados de libertad ( $g l$ ) = 5, con 95% de confianza, la  $X^2$  calculada = **46.769**, valor mayor que el de  $X^2$  tabulada = **11.070**, por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , el resultado obtenido demuestra que sí hay diferencias entre la porción de hígado ingerido y la edad del consumidor.

**Tabla 23 PRUEBA DE  $X^2$  PARA CONSUMO DE HÍGADO.**

RANGOS DE EDAD	VALOR OBSERVADO	PROBABILIDAD $p$		VALOR ESPERADO	$X^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$
0-14	32.950	1/9= 0.111	1=9	<b>17.561</b>	<b>13.485</b>
15-29	54.800	2/9= 0.222	2=4.5	<b>35.122</b>	<b>11.025</b>
30-44	36.200	2/9= 0.222	2=4.5	<b>35.122</b>	<b>0.033</b>
45-59	23.900	2/9= 0.222	2=4.5	<b>35.122</b>	<b>3.585</b>
60-74	8.000	1/9= 0.111	1=9	<b>17.561</b>	<b>5.205</b>
75-89	2.200	1/9= 0.111	1=9	<b>17.561</b>	<b>13.436</b>
	<b>158.050</b>	0.999	9	<b>158.049</b>	<b>46.769</b>

Grados de libertad  $g l = (k-1) (r-1) = (1)-(6) = g l = 5$  con  $p = 0.05$  y 95% de confianza.  $X^2$  Calculada = **46.769** >  $X^2$  Tabulada = **11.070**

$$X^2_T < X^2_C$$

$$11.0705 < 46.769$$

Fuente: Encuesta Directa 2002.

### 8.3 Consumo de carne de bovino en el Sistema Agropecuario.

En las localidades del Sistema Agropecuario, además del hígado, se consume carne de bovino diariamente; de un total de 2096 habitantes registrados en la encuesta, 87% (1832) la comieron y 13% (264) no la ingiere. Ver tabla 24.

**Tabla 24 CONSUMO DE CARNE EN EL SISTEMA AGROPECUARIO. 2002**

CONSUMIDOR DE CARNE	No.	%
SI	1832	87
NO	264	13
<b>TOTAL</b>	<b>2096</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Encuesta Directa.

En la tabla 25 se puede observar que las personas de la zona de estudio, participan en el consumo de carne de bovino, de acuerdo a su edad cuya categoría los agrupa en niños, jóvenes, adultos y ancianos, 38% (692) adultos ingieren más porciones; por otra parte 7% (120) ancianos, fueron los que menos comen este alimento.

**Tabla 25 CONSUMO DE CARNE POR EDAD EN EL SISTEMA AGROPECUARIO, 2002.**

EDAD	No.	CONSUMEN CARNE DE BOVINO	%
NIÑOS	447	371	20
JÓVENES	730	649	35
ADULTOS	752	692	38
ANCIANOS	167	120	7
<b>TOTAL</b>	<b>2096</b>	<b>1832</b>	<b>100</b>

Fuente: Encuesta Directa.

En la tabla 26, se aprecia el consumo de carne de bovino por edad, se puede observar que la cantidad total consumida casi es similar en ambas localidades del Sistema Agropecuario, las personas que están en el rango de 30 a 59 años (adultos), tuvieron el mayor consumo 41% (117.550 kg); sin embargo los ancianos 5.3% (15.400 kg) fueron los que menos comieron carne. Ver anexo 7.

**Tabla 26 CONSUMO DE CARNE POR LOCALIDAD EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

EDAD	ATEQUIZA	ATOTONILQUILLO	%	SUMA
Niños	23.300	21.050	15.3	44.350
Jóvenes	59.050	51.800	38.4	110.850
Adultos	54.150	63.400	41.0	117.550
Ancianos	7.000	8.400	5.3	15.400
<b>TOTAL</b>	<b>143.500</b>	<b>144.650</b>	<b>100.0</b>	<b>288.150</b>

Fuente: Encuesta Directa 2002.

Según la tabla 27, se consumieron 1832 porciones de carne de bovino en las localidades de Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco; con un total de 288.150 kg. por semana, la porción de 200 gr. fue la que más se consumió siendo 37% (669) que equivale a 133.800 kg., las dietas con menor consumo fueron las mayores de 200 grs. 1% (19) que significa un consumo de 4.750 kg. (Ver anexo 7).

**Tabla 27 PORCIONES DE CARNE CONSUMIDA EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

PORCIONES	ATEQUIZA	ATOTONILQUILLO	Kgs.	%	TOTAL
200 gr	57.600	76.200	133.800 kg	37	669
150 gr	58.800	46.800	105.600 kg	38	704
100 gr	25.100	18.900	44.000 kg	24	440
> 200 gr	2.000	2.750	4.750 kg	1	19
<b>TOTAL</b>	<b>143.500</b>	<b>144.650</b>	<b>288.150 kg</b>	<b>100</b>	<b>1832</b>

Fuente: Encuesta Directa 2002.

La tabla 28 revela el consumo de carne y el promedio por edad en la zona de estudio, observándose que los adultos fueron los que presentaron el mayor consumo 41% (117.550 kg.) que representa un promedio de 169 gr., sin embargo el menor consumo 5% (15.400 kg) lo registraron los ancianos; y el promedio más bajo lo obtuvieron los niños (119gr.) Ver anexo 8.

**Tabla 28 CONSUMO DE CARNE DE BOVINO Y PROMEDIO POR EDAD EN LAS LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO, 2002.**

EDAD	CONSUMO (kg)		PROMEDIO	%	TOTAL
	ATEQUIZA	ATOTONILQUILLO			
NIÑOS	23.300	21.050	119 gr.	15	44.350
JOVENES	59.050	51.800	170 gr.	38	110.850
ADULTOS	54.150	63.400	169 gr.	41	117.550
ANCIANOS	7.000	8.400	128 gr.	5	15.400
<b>TOTAL</b>	<b>143.500</b>	<b>144.650</b>		<b>100</b>	<b>288.150</b>

Fuente: Encuesta Directa.

En la tabla 29 se puede apreciar el consumo diario de carne de bovino por edad y por persona en localidades del Sistema Agropecuario, se observa que el mayor promedio de consumo (24.5 gr.) lo realizaron 649 jóvenes, en cambio los ancianos comieron (18.5 gr.) representando la menor cantidad ingerida, para conocer el número de consumidores por edad. Se sugiere ver tabla 17.

**Tabla 29 INGESTA DE CARNE POR PERSONA EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

EDAD	CONSUMO DIARIO (gr)		PROMEDIO
	ATEQUIZA	ATOTONILQUILO	
NIÑOS	24	17	20.5
JOVENES	24	25	24.5
ADULTOS	23	25	24.0
ANCIANOS	19	18	18.5
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>85</b>	<b>87.5</b>

**Fuente: Encuesta Directa 2002.**

Para validar los resultados asociados al consumo de carne de bovino por las personas encuestadas en Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco y probar que la hipótesis  $H_0$  es verdadera; se aplicó la Prueba de  $X^2$ , en la tabla 30 se puede apreciar que los valores observados corresponden al total de carne consumida por las personas que están en los rangos de edad que integran a alguno de los tres quinquenios correspondientes, el mayor consumo (110.850 kg) se adjudicó a consumidores de 15 a 29 años y el menor a los que están entre 75 a 89 años (4.550 kg) la  $p = 0.05$  y los grados de libertad (gl) = 5, con 95% de confianza, la  $X^2$  calculada = 79.153, valor mayor que el de  $X^2$  tabulada = 11.070, por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , el resultado obtenido demuestra que **sí** hay diferencias entre la porción ingerida de carne de bovino y la edad del consumidor.

**Tabla 30 PRUEBA DE  $X^2$  PARA CONSUMO DE CARNE DE BOVINO.**

RANGOS DE EDAD	VALOR OBSERVADO	PROBABILIDAD $p$		VALOR ESPERADO	$X^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$
0-14	44.350	1/9= 0.111	1=9	<b>32.016</b>	<b>4.751</b>
15-29	110.850	2/9= 0.222	2=4.5	<b>64.033</b>	<b>34.229</b>
30-44	65.550	2/9= 0.222	2=4.5	<b>64.033</b>	<b>0.035</b>
45-59	52.000	2/9=0.222	2=4.5	<b>64.033</b>	<b>2.261</b>
60-74	10.850	1/9=0.111	1=9	<b>32.016</b>	<b>13.992</b>
75-89	4.550	1/9=0.111	1=9	<b>32.016</b>	<b>23.562</b>
	<b>288.150</b>	0.999	9	<b>288.147</b>	<b>78.830</b>

Grados de libertad  $gl = (k-1) (r-1) = (1)-(6) = gl = 5$  con  $p = 0.05$  y 95% de confianza.

$X^2$  Calculada = 78.830 >  $X^2$  Tabulada = 11.070

$$X^2_T < X^2_C$$

$$11.070 < 78.830$$

**Fuente: Encuesta Directa 2002.**

En la tabla 31 se establecen los datos de consumo de carne por día en Atequiza y Atotonilquillo, asimismo se puede observar que en Atequiza se adquirió la mayor cantidad de carne (455.200 kg) y que el sábado fue el día de mayor consumo (156.700 kg) en ambas localidades; en cambio el jueves, el consumo fue menor (68.100 kg) que en los otros días. (Ver Anexo 9).

**Tabla 31 COMPRA DE CARNE POR DÍA EN EL SISTEMA AGROPECUARIO, 2002.**

<b>Kg. / DÍA</b>	<b>ATEQUIZA</b>	<b>ATOTONILQUILLO</b>	<b>TOTAL</b>
LUNES	88.900	46.800	135.700
MARTES	44.500	33.500	78.000
MIÉRCOLES	69.100	59.000	128.100
JUEVES	45.100	23.000	68.100
VIERNES	51.600	28.000	79.600
SÁBADO	75.200	81.500	156.700
DOMINGO	81.400	70.500	151.900
<b>TOTAL</b>	<b>455.200</b>	<b>342.400</b>	<b>797.600</b>

Fuente: Encuesta Directa.

En la tabla 32 se pueden corroborar los precios por kg de carne de bovino, en las localidades del Sistema Agropecuario; se observa que el costo es el mismo para todos los tipos, excepto para carne molida que es diferente en cada lugar.

**Tabla 32 PRECIO DEL Kg. DE CARNE POR TIPO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

<b>TIPO DE CARNE</b>	<b>ATEQUIZA</b>	<b>ATOTONILQUILLO</b>
1.- PARA FREÍR (FILETE O BISTEC)	\$ 44.00	\$ 44.00
2.- MOLIDA	36.00	38.00
3.- PARA ASAR	44.00	44.00
4.- PARA COCER, DESHEBRAR	44.00	44.00
5.- CARNE SECA	44.00	44.00
6.- PARA BIRRIA O BARBACOA	40.00	40.00

Fuente: Encuesta Directa 2002.

Según la tabla 33, las personas encuestadas compraron la carne de bovino por tipo, la de mayor preferencia fue para freír ó bistec (348.700 kg) en las dos localidades del Sistema Agropecuario; por otra parte el tipo menos solicitado fue de carne seca (6.300 kg). Ver Anexo 9

**Tabla 33 COMPRA DE CARNE POR TIPO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO, 2002.**

Kg. /TIPO /SEMANAL	ATEQUIZA	ATOTONILQUILLO	SUMA
FREIR	181.300	167.400	348.700
MOLIDA	81.800	53.000	134.800
ASAR	105.500	70.000	175.500
COCER, DESHEBRAR	75.000	28.000	103.000
CARNE SECA	1.800	4.500	6.300
BIRRIA O BARBACOA	9.800	19.500	29.300
<b>TOTAL</b>	<b>455.200</b>	<b>342.400</b>	<b>797.600</b>

Fuente: Encuesta Directa 2002.

#### **8.4 Sistema agropecuario.**

Una vez analizadas las muestras de agua, suelo, foliares, hígado y carne de bovino, así como el aire ambiental de la zona de estudio; se obtuvieron los siguientes resultados:

##### **8.4.1 Agua.**

En la tabla 34, se puede observar que en todas las muestras de agua residual tomadas en las zonas A, B y C, la concentración de plomo fue de 0.10 mg/l., dichos niveles están dentro de los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-ECOL-1996), ver anexo 12.

**Tabla 34 PLOMO EN AGUA POR ZONA EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.  
(mg/l)**

ZONA	ORIGEN	PLOMO
A	Abrevadero No. 3 ***	0.10
A	Canal del Molino, frente al campo de cultivo ****	0.10
A	Agua de Pozo **	0.10
B	Canal de Riego de Atequiza curso en población *	0.10
B	Confluencia arroyo – Canal del Molino. *	0.10
B	Muestra directa del efluente CYTEC *	0.10
B	Canal del Molino frente a CYTEC *	0.10
C	Río Santiago	0.10
C	Río Santiago antes efluente CIBA	0.10
C	Muestra directa del efluente CIBA*	0.10
C	Agua residual del efluente CIBA mezclada con la corriente del Río Santiago *	0.10
C	Corriente del Río Santiago después del efluente CIBA *	0.10
C	Corriente del Río Santiago mucho después del efluente CIBA *	0.10

Fuente: Laboratorio de la Unidad de Servicios Analíticos y Metrológicos.  
CIATEJ. Julio /2001.

Agua residual\*, Planta de Tratamiento\*\*, Derrames y lluvias\*\*\*, Predominan aguas negras \*\*\*\*

En la tabla 35 se puede observar que la muestra directa efluente CIBA, de la zona C; presenta niveles de plomo de 0.130 mg/l. en cambio, el abrevadero No.3 y la muestra directa del efluente CYTEC; tienen una concentración de 0.015 mg/l notándose que no rebasan la NOM-001-ECOL-1996, (Ver anexo 12).

**Tabla 35 PLOMO EN AGUA POR ZONA EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.  
(mg/l)**

ZONA	ORIGEN	PLOMO
A	Canal del Molino frente al campo de cultivo *****	0.017
A	Abrevadero # 3 ****	0.015
B	Muestra directa efluente CYTEC *	0.015
C	Muestra directa efluente CIBA *	0.130

Fuente: Laboratorio Agrícola y de alimentos. Gobierno de Jalisco. Agosto/2001  
Agua residual \*, Derrames y lluvias \*\*\*\* Canal del molino \*\*\*\*\*

#### 8.4.2 Foliar.

Las extensiones agrícolas en las que se cultiva el pasto Buffel; (*Cenchrus ciliaris*), alfalfa; (*Medicago sativa*), maíz; (*Zea mayz*), avena forrajera; (*Avena sativa*), son irrigadas por el Río Santiago y el Canal del Molino, llevando contaminantes a estas tierras en las cuales se observó que como actividad pecuaria se cría el ganado bovino, mismo que consume además del pasto plantas acuáticas tales como el Lirio acuático (*Eichhornia crassipes Kurth*) Ombbligo de venus (*Hydrocotyle verticillata Thunb*) Lenteja de agua (*Lemna aff. gibba*), así mismo bebe agua contaminada en estas fuentes del subsistema hidrológico.

La muestra foliar de Lenteja acuática *Lemna aff. gibba*, que prolifera en el Abrevadero No. 3, de la Zona A; presenta la concentración mayor de plomo que es de 6 mg/kg., en cambio la toma de Pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris L.*) en la zona A; es la que presenta la menor concentración que es de 0.10 mg/kg. En México no existe una Norma Oficial Mexicana que regule la concentración de metales pesados en vegetales, pero existen Normas Internacionales que consideran un límite permisible de 10 mg/kg; por lo que se estima se está dentro de los límites permisibles. Ver tabla 36.

**Tabla 36 PLOMO EN FOLIARES POR ZONA EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.  
(mg /Kg)**

ZONA	ORIGEN	FOLIAR	PLOMO
A	Zona de Cultivo *****	Alfalfa <i>Medicago sativa</i> (hojas y raíz)	4.8
A	Zona de Cultivo *****	Pasto Buffel <i>Cenchrus ciliaris L.</i> (sin raíz)	0.10
A	Río Santiago*	Lirio acuático <i>Eichhornia crassipes Kunth.</i>	4.5
A	Abrevadero No. 3 ***	Lenteja acuática <i>Lemna aff. gibba</i>	6
A	Canal del Molino frente a cultivos **	Omblogo de venus <i>Hidrotyle verticillata Thunb.</i>	4
A	Zona de cultivo *****	Avena Forrajera <i>Avena sativa</i> (Sólo hoja verde en crecimiento)	5.8
B	Cultivado frente a CYTEC *	Maiz <i>Zea mays L.</i> (forraje)	3.5
C	Río Santiago después del efluente de CIBA*	Omblogo de venus <i>Hidrotyle verticillata Thunb.</i>	3.3

Fuente: Laboratorio Agrícola y de Alimentos. Gobierno de Jalisco, Agosto /2001.

Agua residual \*, Agua residual efluente Cytec y red Municipal \*\*, Derrames y lluvias \*\*\*  
Predominan aguas negras \*\*\*\*, Riego de temporal \*\*\*\*\*

### 8.4.3 Suelo.

En la tabla 37 se puede apreciar que la concentración de plomo en la muestra superficial de la zona A; es de 8.46 mg/kg., resultando mayor que la de origen profundo en la misma zona, que fue de 8.34 mg/kg., no existe Norma Oficial Mexicana que establezca los límites máximos permitidos para metales pesados en suelo; sin embargo algunas Normas Internacionales consideran un límite permisible de 10 mg/kg. en suelo de cultivos, de tal manera que los valores revelados por el análisis permiten estimar que los anteriores niveles de metales pesados, están dentro de los límites permisibles.

**Tabla 37 PLOMO EN SUELO (ZONA A) DEL SISTEMA AGROPECUARIO.  
( mg/kg )**

ZONA	ORIGEN	SUELO	PLOMO
A	Área de cultivo	Superficial	8.46
A	Área de cultivo	Profunda	8.34

Fuente: Laboratorio de la Unidad de Servicios Analíticos y Metrológicos del CIATEJ.  
Julio de 2001.

### 8.4.4 Hígado y Carne de Bovino.

En la tabla 38 se expresan los valores de plomo en hígado y en carne fresca de bovino cuyo origen fue de la zona A, en este caso las dos muestras de hígado presentaron una concentración de 0.200 mg/kg; por otra parte la muestra de carne fresca del bovino 2 fue mayor (0.568mg/kg) que el bovino 1.

**Tabla 38 PLOMO EN HÍGADO Y CARNE DE BOVINO CRIADO EN  
ZONA A DEL SISTEMA AGROPECUARIO, ( mg / kg ).**

BOVINO	ZONA	HIGADO	CARNE FRESCA
1	A	0.200	0.483
2	A	0.200	0.568

Fuente: Laboratorio de la Unidad de Servicios Analíticos y Metrológicos del CIATEJ.  
Julio/2001.

La mayor concentración de plomo en la muestra de hígado del bovino 3, de la zona A (0.350 mg /kg) y la menor concentración corresponde a la toma del bovino 8, zona C, (0.100 mg /kg), por otra parte La mayor concentración de plomo en la muestra de carne corresponde al bovino 6, de la zona B (0.420 mg/kg) y la menor concentración corresponde a la toma del bovino 4, zona A, (0.220 mg /kg), (Ver tabla 39).

**Tabla 39 PLOMO EN HÍGADO Y CARNE DE BOVINO (mg/kg) POR ZONA EN EL SISTEMA AGROPECUARIO 2002.**

BOVINO	ZONA	HIGADO	CARNE FRESCA
3	A	0.350	0.000
4	A	0.000	0.220
5	B	0.000	0.000
6	B	0.000	0.420
7	C	0.130	0.000
8	C	0.100	0.230

Fuente: Laboratorio de Toxicología. Universidad Autónoma de San Luis Potosí /2002.

#### 8.4.5 Aire.

En la tabla 40 se observan datos sobre el análisis del aire en la Zona C (Atotonilquillo), este reveló que el valor más alto de plomo se encontró en la muestra 2, con  $1.8 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ; en cambio la menor concentración la presentó la toma 1, con  $1.5 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ; de acuerdo a la NOM-026-SSA1-1993; si la muestra 2 durante 90 días presentará el mismo valor, entonces se consideraría que rebasa el límite máximo permitido que es de ( $1.5 \mu\text{g} / \text{m}^3$ ).

**Tabla 40 PLOMO EN AIRE (ZONA C) DEL SISTEMA AGROPECUARIO. ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ )**

ZONA C		CONTAMINANTE	TIEMPO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN	NOM-026-SSA1-1993
1	A 150 metros de CIBA	Plomo (Pb)	10 minutos	$1.5 \mu\text{g} / \text{m}^3$ por 90 días	$1.5 \mu\text{g} / \text{m}^3$ por 90 días
2	Carretera a Poncitlán, Jal.	Plomo (Pb)	10 minutos	$1.8 \mu\text{g} / \text{m}^3$ por 90 días	$1.5 \mu\text{g} / \text{m}^3$ por 90 días

Fuente: Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara. Abril de 2002.

#### 8.4.5.1 La velocidad de los vientos en el Sistema Agropecuario.

El viento es un vehículo que transporta las partículas de plomo hacia el sitio de estudio, aunque los flujos de viento se dirigen desde Guadalajara hacia las localidades de Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco; existe uno local que presenta un comportamiento particular para el traslado de contaminantes.

En la tabla 41 se puede notar que en Atequiza y Atotonilquillo, durante el mes de Junio de 2002 (período húmedo), se registró el mayor promedio de la velocidad de los vientos (6.473 Km/ h); sin embargo fue en Agosto del mismo año, cuando se presentó el más bajo (2.124 Km/ h).

**Tabla 41 VELOCIDAD PROMEDIO DE LOS VIENTOS EN EL PERIODO HÚMEDO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO DURANTE EL AÑO 2001 - 2002.**

VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO (Km/ h)	MES	AÑO	PERÍODO
6.081	MAYO	2002	HUMEDO
6.473	JUNIO	2002	HUMEDO
3.366	JULIO	2002	HUMEDO
2.124	AGOSTO	2002	HUMEDO
2.530	SEPTIEMBRE	2001	HÚMEDO
2.699	OCTUBRE	2001	HUMEDO

Fuente: Estación Climatológica de Atequiza, Fundación Produce Jalisco; 2001-2002.

En la tabla 42 se puede comparar el promedio de la velocidad de los vientos en Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco; durante el mes de Febrero de 2002, (periodo seco), en el que se registró el mayor promedio de la velocidad de los vientos (4.540 Km/ h); Sin embargo el más bajo (2.762 Km/ h) se presentó en Noviembre de 2001.

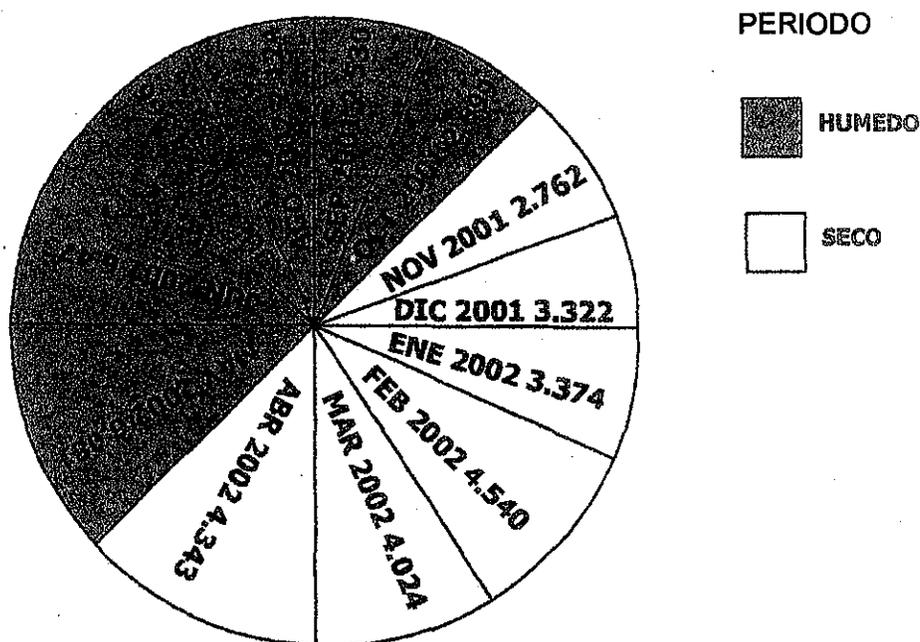
**Tabla 42 VELOCIDAD PROMEDIO DE LOS VIENTOS EN EL PERIODO HÚMEDO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO DURANTE EL AÑO 2001 - 2002**

VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO (Km/ h)	MES	AÑO	PERÍODO
2.762	NOVIEMBRE	2001	SECO
3.322	DICIEMBRE	2001	SECO
3.374	ENERO	2002	SECO
4.540	FEBRERO	2002	SECO
4.024	MARZO	2002	SECO
4.343	ABRIL	2002	SECO

Fuente: Estación Climatológica de Atequiza, Fundación Produce Jalisco; 2001-2002.

En la gráfica No.4 se puede apreciar el promedio de la velocidad de los vientos en el Sistema Agropecuario durante el año 2001-2002; en el periodo húmedo (de Mayo a Octubre) fue de 3.878 km /h y de 3.727 km /h en el seco (de Noviembre a Abril).

**Figura 4 VELOCIDAD DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Fundación Produce Jalisco. 2001-2002

#### 8.4.5.2 La dirección de los vientos en el Sistema Agropecuario.

En las estaciones climatológicas se utilizan generalmente la veleta y el anemómetro para conocer los valores correspondientes a la dirección y la velocidad de viento respectivamente, útiles para el estudio del comportamiento general de este elemento del clima, en este estudio se observó que la dirección del viento puede tomar cualquiera de los 16 rumbos: N (Norte), NNE (Nornoroeste), NE (Noreste), ENE (Estenoreste), E (Este), ESE (Estesureste), SE (Sureste), SSE (Sursureste), S (Sur), SSW(Sursuroeste), SW (Suroeste), WSW (Oestesuroeste), W (Oeste), WNW (Oestenoroeste), NW (Noroeste), NNW (Nornoroeste), registrándose la frecuencia promedio de la dirección mensualmente.

En la tabla 43 se puede apreciar el registro de la frecuencia de la dirección de los vientos presentándose la mayor variación (529) de la dirección (ESE) durante el mes de agosto de 2001, dentro del periodo húmedo; sin embargo la menor variación (181) del rumbo (WSW) durante abril de 2002, se reflejó dentro del periodo seco.

**Tabla 43 REGISTRO DE LA FRECUENCIA DE DIRECCIÓN DEL VIENTO POR MES Y PERIODOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**

PERIODO	MES	LOCALIZACIÓN	DIRECCIÓN	FRECUENCIA	RANGO
HÚMEDO	MAY-2002	360.0°	WNW	360	303.75
	JUN-2002	112.5°	ESE	341	123.75
	JUL- 2002	135.0°	SÉ	383	146.25
	AGO-2002	112.5°	ESE	529	123.75
	SEP-2001	112.5°	ESE	449	123.75
	OCT-2001	112.5°	ESE	385	123.75
SECO	NOV-2001	180.0°	S	284	191.25
	DIC- 2001	112.5°	ESE	324	123.75
	ENE-2002	112.5°	ESE	297	123.75
	FEB-2002	360.0°	N	325	11.25
	MAR-2002	292.5°	WNW	365	303.75
	ABR-2002	270.0°	WSW	181	281.25

Fuente: Estación Climatológica de Atequiza, Fundación Produce Jalisco; 2001-2002.

#### 8.4.5.3 La rosa de los vientos.

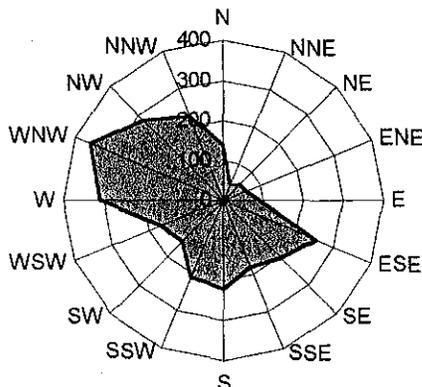
La rosa de los vientos evidencia el cambio de dirección que mes tras mes en promedio, se presenta en el Sistema Agropecuario de Atequiza y Atotonilquillo Jalisco, y al hacer un análisis comparativo, se observa la predominancia del viento en cada período estudiado (húmedo y seco); de ahí la importancia de investigar la relación que puede existir entre la predominancia en la dirección del viento y el aporte de contaminantes hacia ciertas regiones.

En la zona de Atequiza al igual que en occidente del país, entre los meses de mayo y octubre tienen influencia los Vientos Alisios procedentes del Golfo de México y del Caribe, estos vientos se desplazan del Este (W) al Oeste, con sus variantes anuales. (Periodo húmedo)

En el Periodo Seco que abarca del mes de noviembre al mes de abril en el occidente y en el área de estudio, tienen influencia los Vientos Occidentales favorecidos por el anticiclón del Pacífico y en las corrientes de chorro, esta última propicia velocidades más altas en el transcurso del año entre los meses de febrero, marzo y abril.

En la grafica 1, se puede apreciar que la frecuencia de dirección del viento en Mayo de 2002, **periodo húmedo** fue 360 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 303.75, dirección WNW (Estenoroeste), por efecto de los Vientos Alisios provenientes del Golfo de México y del Caribe, localización (rumbo) 360°.

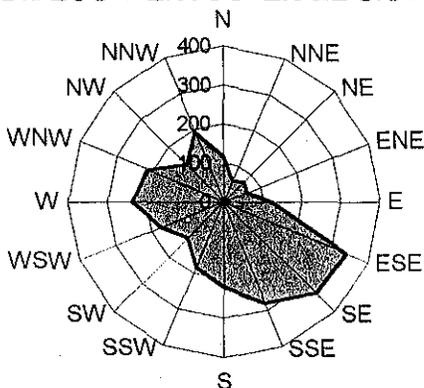
**Grafica No. 1 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco, Mayo /2002. Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 2, se puede observar que la frecuencia de dirección del viento en Junio de 2002, periodo húmedo fue 341 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 123.75, dirección ESE (Estesureste), por efecto de los Vientos Alisios provenientes del Golfo de México y del Caribe, localización (rumbo) 112.5°.

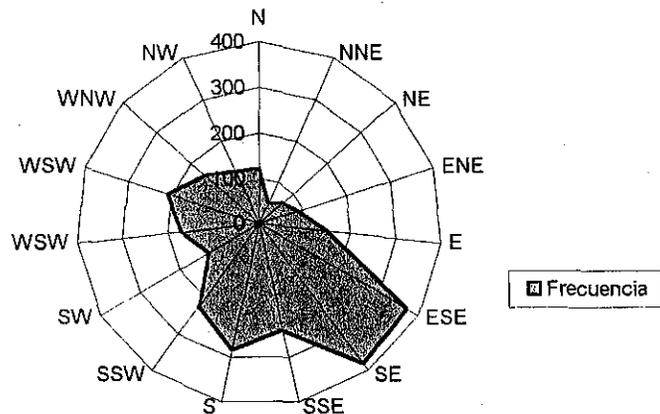
**Grafica No. 2 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco, Junio /2002. Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 3, se puede notar que la frecuencia de dirección del viento en Julio de 2002, periodo húmedo fue 383 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 146.25, dirección SE (Sureste), por efecto de los Vientos Alisios provenientes del Golfo de México y del Caribe, localización (rumbo) 135°.

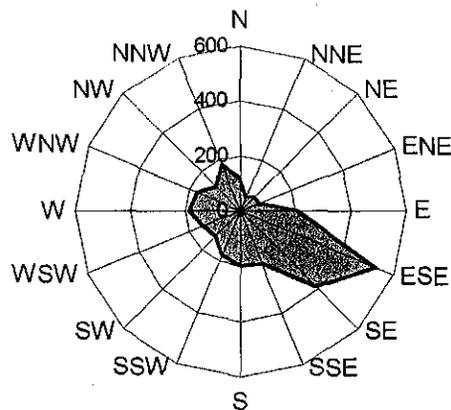
**Grafica No. 3 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco, Julio /2002.  
Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 4, se puede apreciar que la frecuencia de dirección del viento en Agosto de 2002, periodo húmedo fue 529 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 123.75, dirección ESE (Estesureste), por efecto de los Vientos Alisios provenientes del Golfo de México y del Caribe, localización (rumbo) 112.5°.

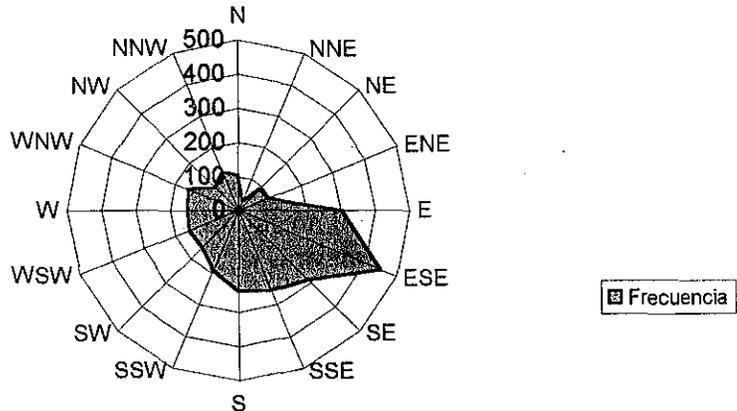
**Grafica No. 4 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco, Agosto /2002.  
Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara

En la grafica 5 se observa que la frecuencia de dirección del viento en Septiembre de 2001, periodo húmedo fue 449 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 123.75, dirección ESE (Estesureste), por efecto de los Vientos Alisios provenientes del Golfo de México y del Caribe localización 112.5°.

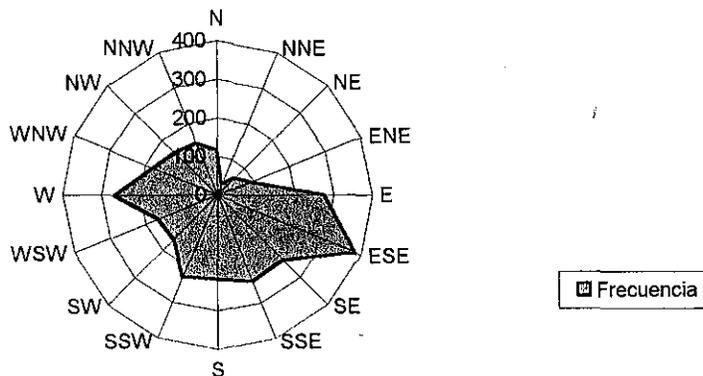
**Grafica No. 5 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco, Septiembre /2002. Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 6, se puede apreciar que la frecuencia de dirección del viento en Octubre de 2001, periodo húmedo fue 385 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 123.75, dirección ESE (Estesureste), por efecto de los Vientos Alisios provenientes del Golfo de México y del Caribe, localización (rumbo) 112.5°.

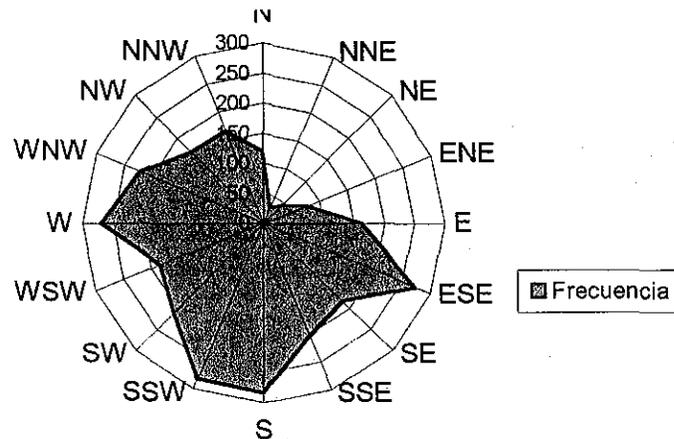
**Grafica No. 6 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco. Octubre /2001. Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 7, se puede notar que la frecuencia de dirección del viento en Noviembre de 2001, **periodo seco** fue 284 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 191.25, dirección S (Sur), por efecto de los Vientos Occidentales favorecidos por el anticiclón del Pacífico y en las corrientes de chorro, localización (rumbo) 180°.

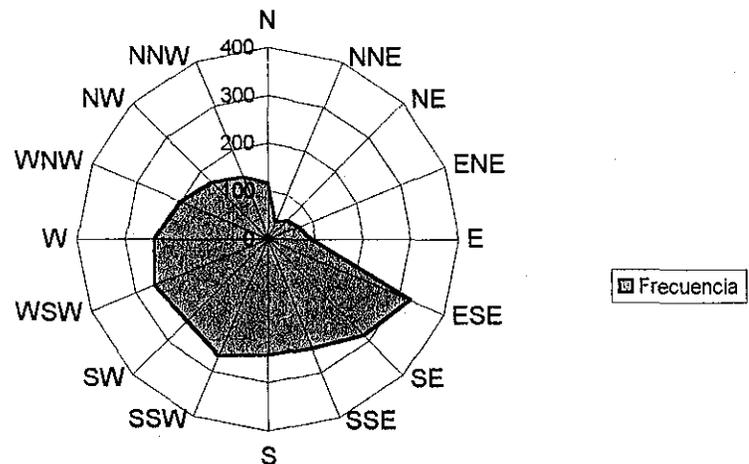
**Grafica No. 7 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco. Noviembre /2001. Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 8, se puede verificar que la frecuencia de dirección del viento en Diciembre de 2001, periodo seco fue 324 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 123.75, dirección ESE (Estesureste), por efecto de los Vientos Occidentales favorecidos por el anticiclón del Pacífico y en las corrientes de chorro, localización (rumbo) 112.5°.

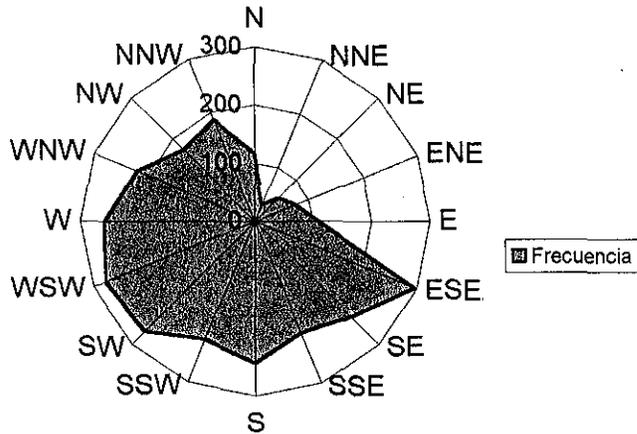
**Grafica No. 8 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco. Diciembre /2001 Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 9, se puede observar que la frecuencia de dirección del viento en Enero de 2002, periodo seco fue 297 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 303.75, dirección ESE (Estesureste), por efecto de los Vientos, Occidentales favorecidos por el anticiclón del Pacifico y en las corrientes de chorro localización (rumbo) 112.5°.

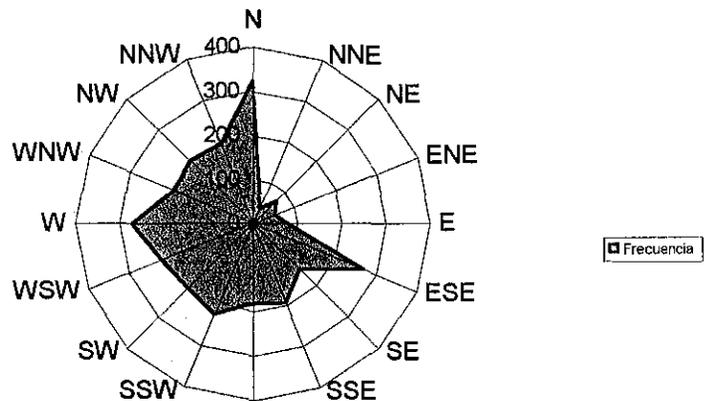
**Grafica No. 9 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco. Enero /2002. Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 10, se puede apreciar que la frecuencia de dirección del viento en Febrero de 2002, periodo seco fue 325 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 303.75, dirección N (Norte), por efecto de los Vientos Occidentales favorecidos por el anticiclón del Pacifico y en las corrientes de chorro, localización (rumbo) 360°.

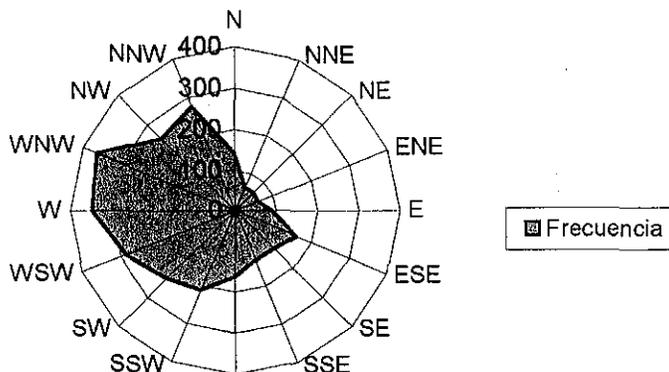
**Grafica No. 10 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco. Febrero /2002 Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 11, se puede observar que la frecuencia de dirección del viento en Marzo de 2002, periodo seco fue 365 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 303.75, dirección WNW (Estenoroeste), por efecto de los Vientos, Occidentales favorecidos por el anticiclón del Pacifico y en las corrientes de chorro localización (rumbo) 292.5°.

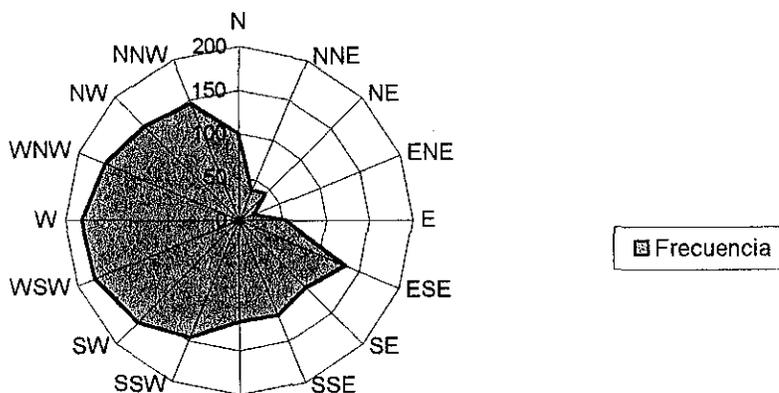
**Grafica No. 11 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco. Marzo /2002. Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara.

En la grafica 12, se puede apreciar que la frecuencia de dirección del viento en Abril de 2002, periodo seco fue 181 (extremo más próximo al exterior de la gráfica poligonal) en el rango de 281.25, dirección WSW (Oestesuroeste), por efecto de los Vientos Occidentales favorecidos por el anticiclón del Pacifico y en las corrientes de chorro, localización (rumbo) 270°.

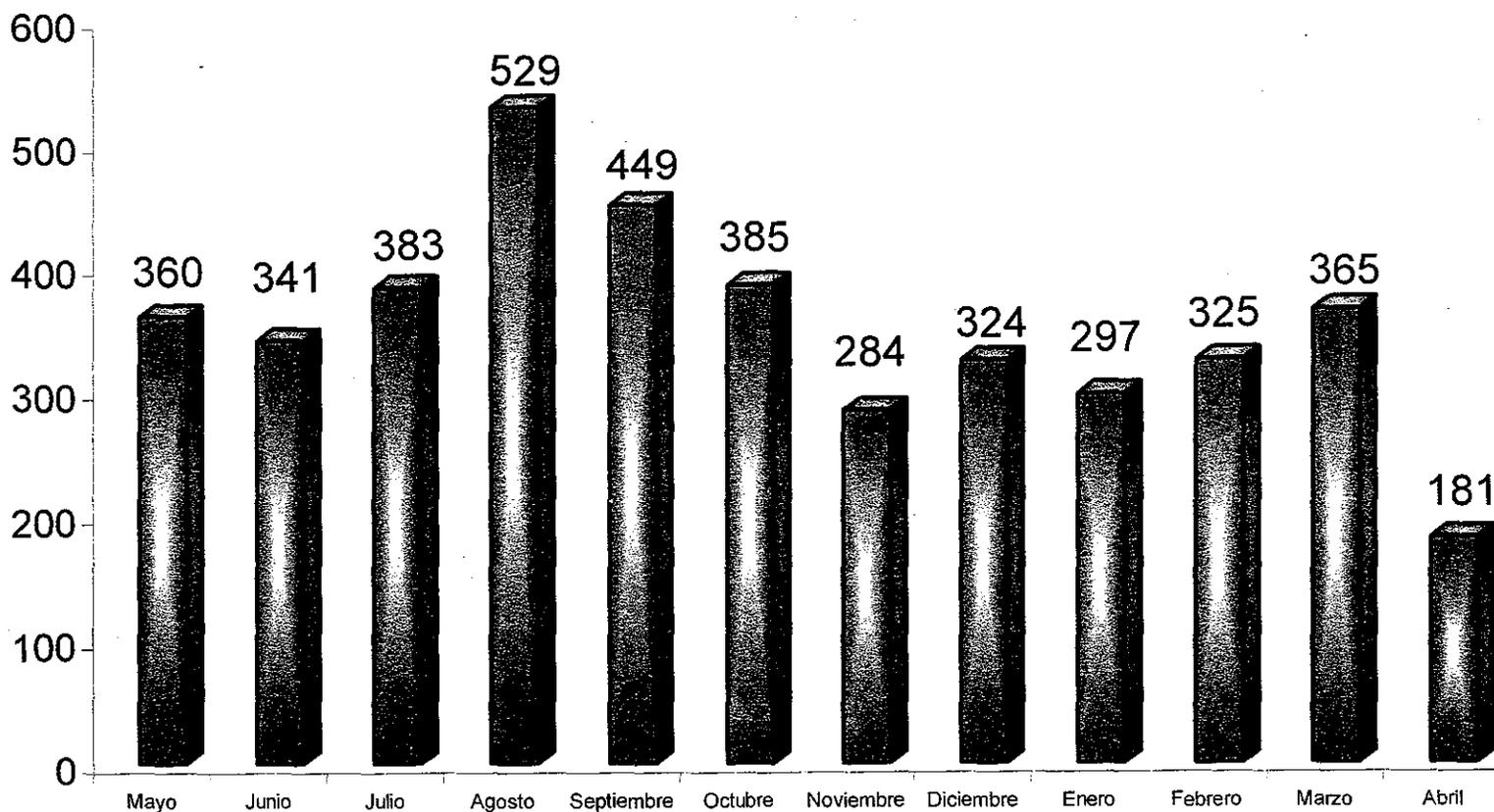
**Grafica No. 12 ROSA DE LOS VIENTOS EN EL SISTEMA AGROPECUARIO**



Fuente: Estación Climatológica de Atequiza /Fundación Produce Jalisco. Abril /2002. Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara. V. Cornejo López & O. Espinoza de Santiago.

Grafica No. 13 FRECUENCIA DE LA DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS POR MES EN EL SISTEMA AGROPECUARIO

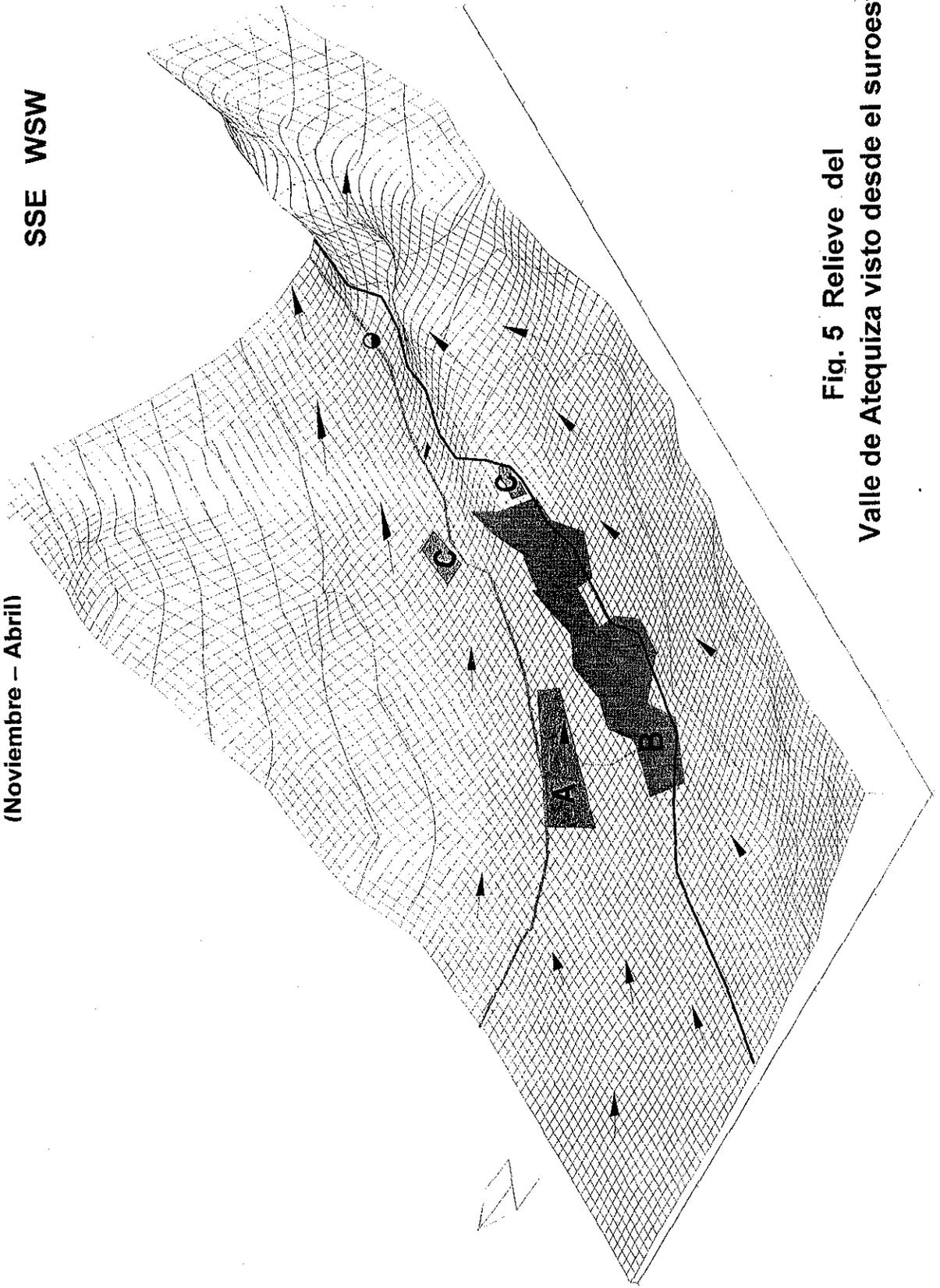
2001-2002



**VIENTOS DOMINANTES EN EL PERIODO SECO**

(Noviembre – Abril)

**SSE WSW**



**Fig. 5 Relieve del Valle de Atequiza visto desde el suroeste**

VIENTOS DOMINANTES EN EL PERIODO HÚMEDO  
(Mayo – Octubre)

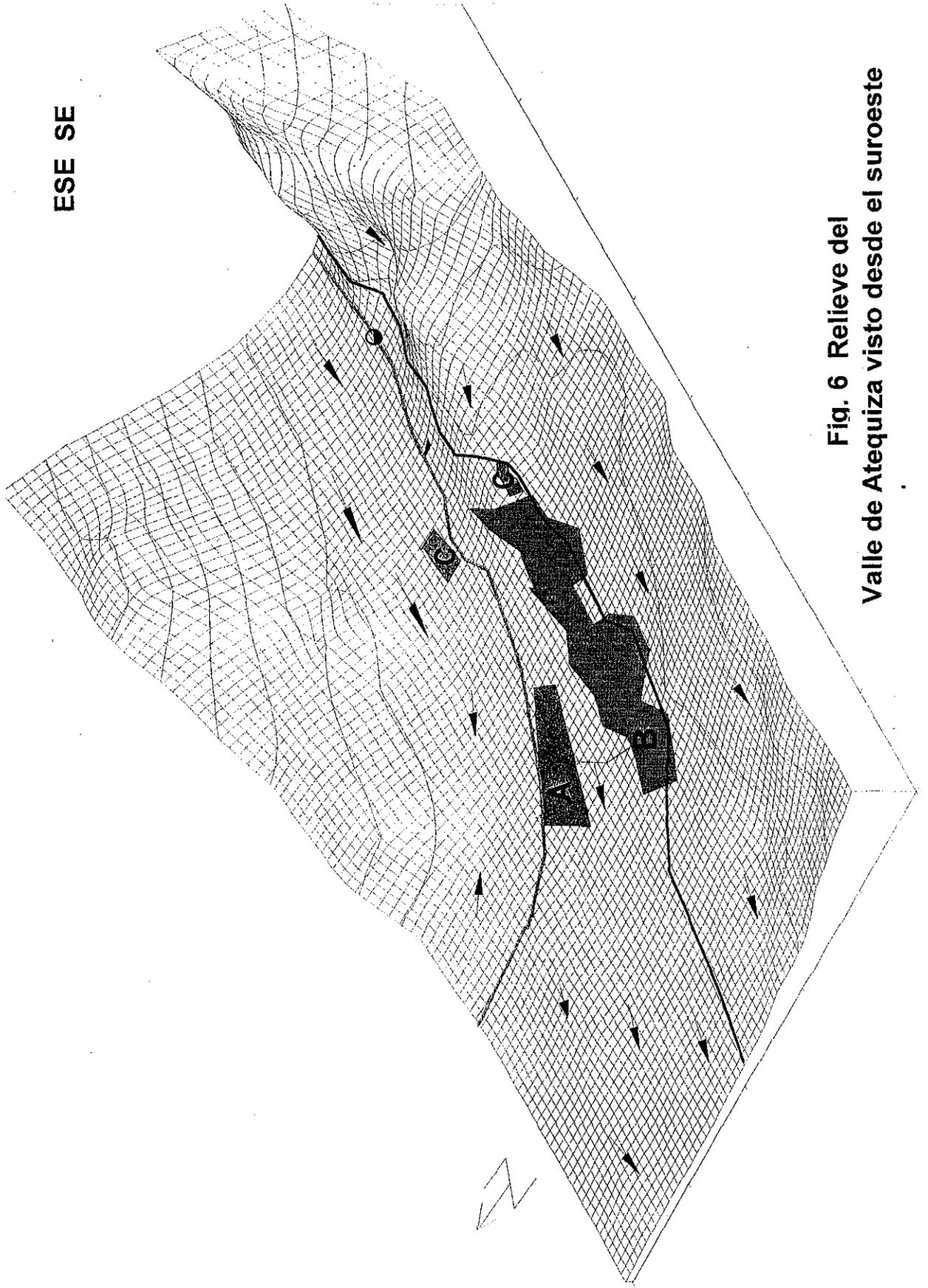


Fig. 6 Relieve del  
Valle de Atequiza visto desde el suroeste

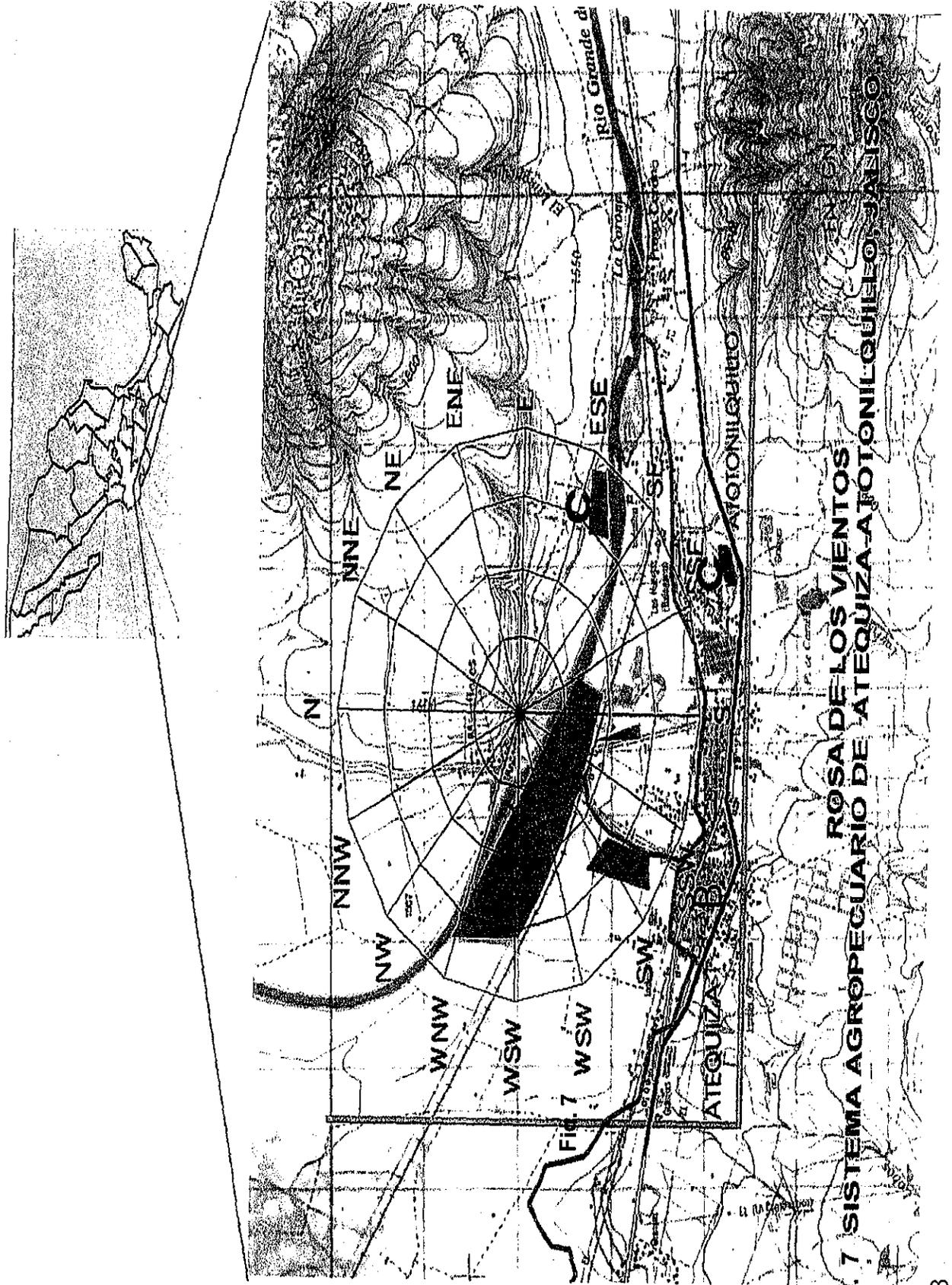


Fig. 7 SISTEMA AGROPECUARIO DE ATEQUIZA-ATONILQUILLO-JALISCO

#### 8.4.6 Zona geográfica con mayor concentración de plomo.

El establecimiento de la zona geográfica más contaminada del Sistema Agropecuario se facilita en razón de los resultados que arrojó este estudio, y basándose en el contenido de la definición de riesgo que en términos generales es considerado como la posibilidad de pérdida o daño a la salud, al ambiente y al patrimonio y la presencia de consecuencias potenciales no deseables, en este caso el riesgo es una resultante de la presencia de la amenaza que representa el plomo sobre todo en la Zona "A" debido a que varios subsistemas confluyen en esta, provocando una exposición a la gente al ambiente.

En cuanto al análisis de concentración de plomo en suelo solo se realizó en la zona "A" midiendo la muestra superficial y profunda, teniendo la mayor concentración la muestra superficial (4.46mg/kg).

En la tabla 44 se puede apreciar cuáles son las fuentes ambientales por zona geográfica en las que el plomo está presente; sobresale la zona "A" con la mayor concentración de plomo (13.276 mg), la "C" con 5.399 mg y la zona con menor presencia de plomo (4.003 mg) es la zona "B".

Tabla 44 ZONA GEOGRAFICA DE MAYOR CONCENTRACION DE PLOMO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO 2001-2002.

FUENTE	MUESTRAS	ZONA	NO. DE MUESTRAS POR ZONA	CONCENTRACIÓN DE PLOMO PROMEDIO
AGUA	17	A	5	0.066 mg /l.
		B	5	0.083 mg /l
		C	7	0.104 mg /l
FOLIARES	8	A	6	4.2 mg /kg
		B	1	3.5 mg /kg
		C	1	3.3 mg /kg
SUELO	2	A	2	8.4 mg /kg
		B	1	0.0 mg /kg
		C	2	0.115 mg /kg
HIGADO DE BOVINO	5	A	2	0.423 mg /kg
		B	1	0.420 mg /kg
		C	2	0.230 mg /kg
CARNE DE BOVINO	5	A	2	1.65 µg /m <sup>3</sup>
		B	1	
		C	2	
AIRE	2	C	2	

Nota: Los valores anotados son el promedio de concentración de plomo por zona geográfica para cada fuente ambiental.

La concentración de plomo en las fuentes del Sistema Agropecuario; agua, hígado y carne de bovino no rebasaron los parámetros establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes. En relación a foliares casi la mitad de concentración de plomo se acerca a lo establecido por la normas internacionales siendo el parámetro de 10mg/kg. (ver tabla 45).

**Tabla 45 CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO 2001 - 2002.**

FUENTE	MUESTRAS	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
AGUA	17	0.086 mg /l.	0.034 mg /l
FOLIARES	8	4 mg /kg	1.8 mg /kg
HIGADO DE BOVINO	5	0.1225 mg /kg	0.1250 mg /kg
CARNE DE BOVINO	5	0.2391mg /kg	0.2290 mg /kg

Fuente: Muestras del Sitio

Los promedios de concentración de plomo en el Sistema agropecuario fueron: Con relación al agua la mayor concentración de plomo (0.104 mg/l) fue en la zona "C" y en menor (0.066mg /l. en la zona "A", en foliares se concentró más el plomo en la zona "A" (4.2mg /kg) y en menor (3.3mg /kg) en la zona "C", en hígado en la zona "A" se concentro más el plomo (.187mg /kg), y en la zona "B" no hubo plomo, en carne de bovino se concentró más el nivel de plomo en la zona "A", en cambio la menor es en la zona "C". Como se puede observar la mayor concentración de plomo en foliares, hígado y carne de bovino es la Zona "A", en cambio en agua fue la zona "C". (Ver tabla 46).

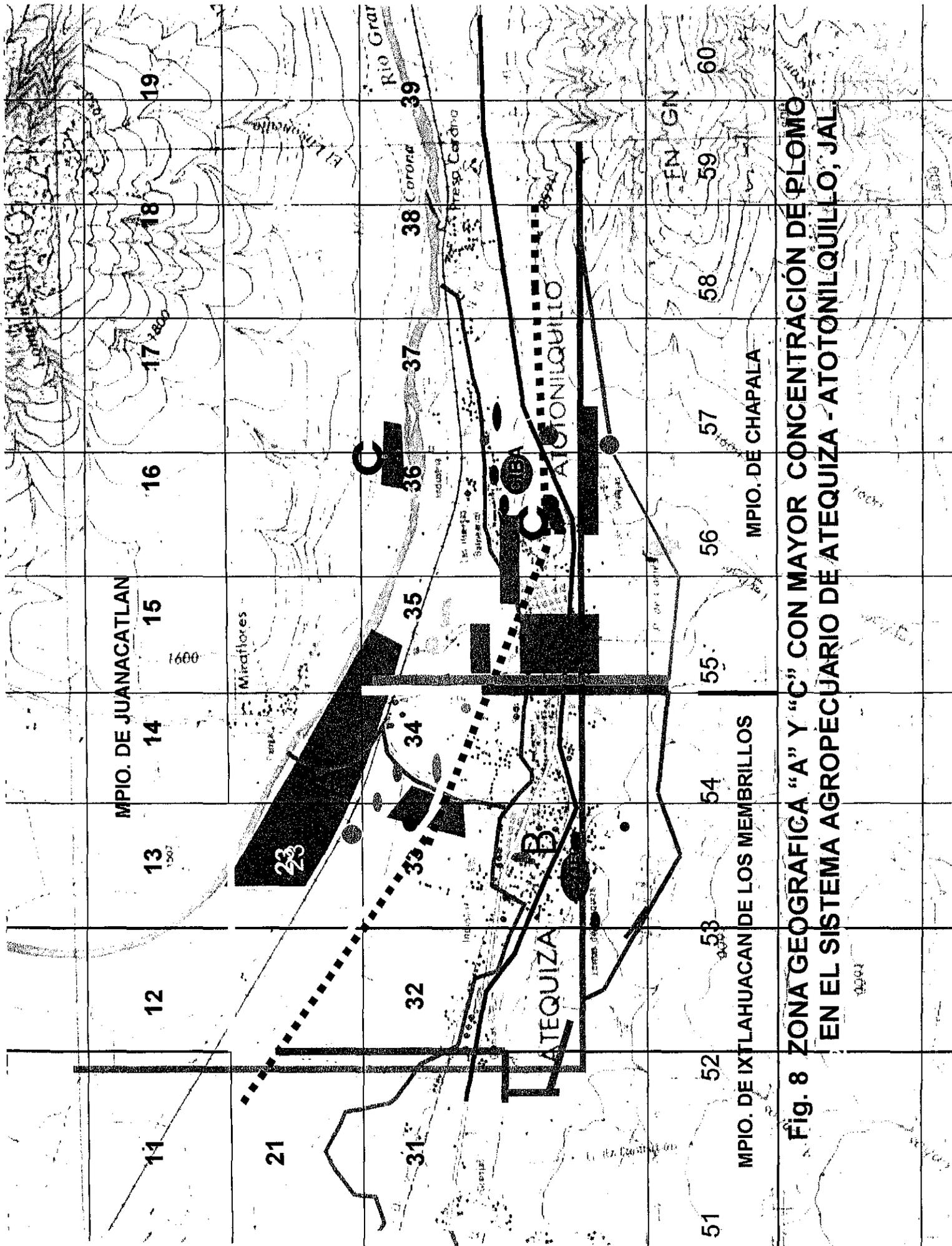
**Tabla 46 CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO POR ZONAS 2001 - 2002.**

FUENTE	MUESTRAS	ZONAS		
		A	B	C
AGUA	17	0.066 mg /l.	0.083 mg /l	0.104 mg /l
FOLIARES	8	4.2 mg /kg	3.5 mg /kg	3.3 mg /kg
HIGADO DE BOVINO	5	0.187 mg /kg	0.00 mg /kg	0.115 mg /kg
CARNE DE BOVINO	5	0.317 mg /kg	0.210 mg /kg	0.115 mg /kg

Fuente: Muestras del Sitio

Se midió la concentración de plomo en aire, nada más en la zona "C" investigándolo en dos lugares: uno a orilla de la Carretera Atequiza-Poncitlán en la que se concentra la mayor cantidad de plomo ( $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y la segunda fue a 150 metros de la Industria CIBA, Especialidades Químicas de México, S.A. de C. V. (Ver tabla 40).

En la tabla 46 se puede apreciar las fuentes ambientales y su concentración promedio de plomo por zona geográfica. Hubo diferencias significativas entre el promedio de plomo en agua de la Zona "A" y "C" teniendo esta última más concentración de plomo con una  $p = 0.05$ , por lo tanto la zona geográfica "A" y "C" del Sistema Agropecuario son las que presentan mayor concentración de plomo.



**Fig. 8 ZONA GEOGRAFICA "A" Y "C" CON MAYOR CONCENTRACION DE PLOMO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO DE ATEQUIZA - ATOTONILQUILLO; JALISCO**

## IX DISCUSIÓN.

En la discusión se hace un abordaje de acuerdo al orden de los resultados de esta investigación.

El conocimiento de las características sociodemográficas de la zona de estudio se facilitó debido a la aplicación de una encuesta mediante un cuestionario ex profeso que se diseñó para capturar datos de interés para este estudio en el que las 407 personas seleccionadas aportaron información, de estas la mayoría fueron amas de casa dedicadas al hogar, la minoría corresponde a los señores que se ostentaron como esposos o padres de familia.

El número de hogares encuestados en las localidades de Atequiza y Atotonilquillo casi son similares en ambas poblaciones en los que resulto un promedio de 3 hijos y 5 integrantes por familia, con edad promedio de 7 años para niños, (Tabla 12) 21 para jóvenes, 43 para adultos, en cambio a los ancianos les corresponde 65 y un total de 2096 habitantes o sea el 17.35% de la población total (12076) de la zona conurbada.

Los consumidores de hígado y carne de bovino en el Sistema Agropecuario representan porcentajes diferentes y uno de los factores que impactó el consumo de hígado (979) 47% y de carne de bovino (1832) 87%; (Tablas 14 y 25), fue la campaña preventiva de parte de la Secretaría de Salud Jalisco, para evitar su consumo por el riesgo de ingerir alguna dosis de clenbuterol (4-Amino- $\alpha$ -(t-butylamino-methyl)-3,5-dichlorobenzyl alcohol hydrochloride como anabólico pues se da la práctica ganadera de incorporarlo a los piensos con la finalidad de lograr una masa muscular atractiva para los consumidores; por su toxicidad para el humano, fue prohibido su uso en las explotaciones ganaderas, recomendando no consumirlo.

La ingestión de hígado se puede analizar en la tabla 16, en la que se aprecia que más adultos son los que ingieren porciones de hígado y los jóvenes son el conjunto mayor que no consumen; la porción más demandada fue la de .200 grs. en Atotonilquillo (tabla 18) al igual que la de carne de bovino (tabla 27).

La restricción al consumo de hígado por autoridades sanitarias afecta el estado de salud a nivel nutricional pues las vísceras en México son una fuente económica de proteínas de origen animal necesaria para el desarrollo del individuo, sin embargo según la tabla 23 y 30 son los jóvenes entre 15 y 29 años de edad los que más ingieren hígado y carne de bovino y los ancianos son los que menos ingieren este alimento o sea que los Grados de libertad  $g l = (k-1)(r-1) = (1)-(6) = g l = 5$  con  $p = 0.05$  y 95% de confianza, la  $X^2$  Calculada =  $46.769 > X^2$  es mayor que la Tabulada =  $11.070$   $X^2_T < X^2_C$   $11.070 < 46.769$  el resultado obtenido demuestra que sí hay diferencias entre la porción ingerida de carne de bovino y la edad del consumidor.

La compra de hígado y carne de bovino obedece al hábito de consumo, aunque en este estudio se observó que en Atequiza se adquirió la mayor cantidad de carne los días lunes resultando un consumo de 455.200 kg. semanales, por otra parte en Atotonilquillo el día de mayor consumo es el sábado y a la semana se consume 342.400 kg. y el tipo preferido fue para freír o bistec, según las tablas 30 y 32.

Los datos contenidos en la tabla 30, permitieron apreciar los rangos de edad y los valores observados de consumo de carne de bovino y para aplicar la prueba de  $X^2$ , Grados de libertad  $g l = (k-1)(r-1) = (1)-(6) = g l = 5$  con  $p = 0.05$  y 95% de confianza, la  $X^2$  Calculada = 78.830 >  $X^2$  es mayor que la Tabulada = 11.070  $X^2_T < X^2_C$  11.070 < 78.830 el resultado obtenido demuestra que sí hay diferencias entre la porción ingerida de carne de bovino y la edad del consumidor demostrándose que sí hay diferencia entre el consumo de dichos productos de origen animal y la edad, lo que revela que todos los habitantes del Sistema Agropecuario estarían expuestos a sufrir los efectos en la salud si llegaran a consumir hígado y carne de bovino contaminados por plomo.

Los análisis realizados para determinar la concentración de plomo a las muestras de agua del sistema hidrológico, foliares, suelo, tejidos: Hígado y músculo (carne) de bovino, así como en aire ambiental; los datos, fueron comparados con los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes con la finalidad de saber si estos eran rebasados y estimar el nivel de contaminación ambiental así como el riesgo a la salud de la población.

La Norma de referencia utilizada para muestras de agua, fue la NOM-001-ECOL-1996, en México no existe Norma Oficial para las foliares ni para suelos de cultivo, pero se sugiere tomar como modelo alguna Norma Internacional; para hígado y carne de bovino, la Norma Oficial utilizada es la NOM-ZOO-004-1994 y la modificación de la NOM-ZOO-004-96; y para las muestras de aire se hizo uso de la NOM-026-SSA-1-1993.

La NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Los efluentes de la industria CIBA Especialidades Químicas de México S.A. de C. V, y de CYTEC de México S. A. de C. V. son las instalaciones a través de las cuales se descargan las aguas residuales al sistema hidrológico, componente y parte del Sistema Agropecuario de Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco.

En la NOM-001-ECOL-1996, se señala como parámetro mg /l y para uso en riego agrícola; el promedio mensual de concentración de plomo será hasta .5 mg/l. de tal modo que al analizar la tabla 34, se observó que los resultados revelan una concentración de 0.10 mg/l de plomo en todas la muestras.

El muestreo se realizó en puntos distantes, algunas muestras se tomaron en el Área "A", "B" o "C"; según la NOM-001-ECOL-1996, el límite máximo permitido para aguas residuales destinadas al riego agrícola es de 0.5 mg/l. de plomo como promedio mensual y 1 mg/l en promedio diario; Con relación al agua, la mayor concentración de plomo (0.104 mg /l) fue en la zona "C" y en menor (0.066 mg /l. en la zona "A". ver tabla 44, por lo tanto se estima que los valores obtenidos están por abajo de la Norma .

El plomo, así como otros metales pesados son transportadas por la corriente del Río Santiago, Canal de Riego de Atequiza y Canal del Molino, y se dirigen hacia las extensiones del Sistema Agropecuario, durante el trayecto la corriente recibe los aportes de otras fuentes, entonces con el tiempo se genera la acumulación de dicho elemento en el agua para luego ser depositado en fuentes como suelo vegetales, animales y personas.

En el mes de julio de 2001, las lluvias estaban regularizadas, el Lago de Chapala no recibía aportes de agua, y como el Río Santiago nace en un punto cercano a Ocotlán, Jalisco; los bajos niveles del Lago no permitían escurrimiento al lecho de Río, siendo escaso el volumen de éste, tal vez en los sedimentos pudiera ser mayor la concentración de plomo.

La contaminación de los ríos es un problema, el Río Santiago no escapa a esta situación pues es contaminado por efluentes industriales, vertimientos agrícolas, domésticos que van directamente a él sin tratamiento seguro alguno por lo que la calidad del agua que lleva presenta un grave deterioro, este recurso es empleado en la agricultura y ganadería y algunas veces de consumo humano.

La Industria CIBA Especialidades Químicas de México S.A. de C. V. tiene un efluente que vacía en forma directa sus remanentes líquidos a la corriente del Río Santiago, de estos, emanan vapores irritantes para el olfato y la vista; el agua liberada en algunas ocasiones presenta un color negro otras veces tiene diferentes tonos de verde y los vegetales acuáticos de la zona, son marcados en sus tallos con fijaciones salitrosas de color negro, se consideró que la concentración de 0.10 mg/l, es la quinta parte del límite máximo permisible establecido en la NOM-001-ECOL-1996, aunque no la rebasa, evidencia la presencia del metal en el cuerpo de agua, ver tabla 34.

La industria CYTEC de México, Planta Atequiza, cuenta con antecedentes de contingencia ambiental en diciembre de 1997, referente a daños al ambiente y a la salud humana, por este motivo es de vital importancia la vigilancia y control de sus plantas de tratamiento de agua residual en las industrias; en la tabla 16, se muestra que las concentraciones de plomo son mínimas.

Los niveles de contaminantes que lleva el agua del Río Santiago llegan a través de la irrigación de cultivos a los vegetales, suelo y abrevaderos a los que tienen acceso los animales, estos factores ambientales contribuyen a aumentar el

riesgo a la salud, pues estos animales sirven como alimento a la población de las comunidades de Atequiza y Atotonilquillo.

El Canal de Riego de Atequiza cuyo origen se localiza en la Presa Corona en el Municipio de Chapala, atraviesa la población de Atequiza y en su corriente arrastra diversas sustancias derivadas de sulfuros de cobre, pesticidas y otros químicos peligrosos, estas aguas son utilizadas para el riego cotidiano de las hortalizas, pastos y otros cultivos de la zona.

En el Sistema Agropecuario de Atequiza - Atotonilquillo, esta establecido un programa de cultivos que son irrigados por el sistema hidrológico de esta zona y en la producción agropecuaria, juega un papel importante el ganado bovino porque consume el pasto y otros forrajes, así mismo existen plantas acuáticas en los canales y son alcanzadas por los animales que pastorean en las parcelas.

Llama la atención que gracias a la investigación desarrollada en este sitio, se encuentra una especie de vegetal en el abrevadero No. 3 ubicado en la zona "A" cuadrante 33, dicha planta se denomina comúnmente como lenteja acuática (*Lemna aff.giba*) este vegetal tiene la característica de absorber y almacenar el plomo del agua y suelo, así como la de formar una gruesa capa limosa que evita la evaporación del charco, las vacas se acercan al lugar y remueven con su boca esta capa y beben el agua e ingieren estos vegetales, sería interesante estudiar el metabolismo y la función que el plomo ejerce en esta especie vegetal.

Los resultados de las muestras foliares se pueden apreciar en la Tabla 36, la muestra de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L), refleja una concentración de 0.10 mg/kg., en comparación con la muestra de lenteja acuática (*Lemna aff.giba*) que presentó 6 mg/kg de plomo; los investigadores Rai y Chandra, 1992; Raskin et al., 1994; Rai et al., 1995; Hammouda et al., 1995; Sinha et al., 1996). Citados en la bibliografía (13) señalaron que este vegetal acuático tiene la propiedad de absorber plomo de aguas residuales, en cambio el agua receptora en la que se desarrolla en el Sistema Agropecuario, sólo presentó una concentración de 0.015 mg/kg. de éste elemento y la avena forrajera (*Avena sativa*), tuvo un nivel de 5.8 mg/kg. Ahora bien, esta última es irrigada con aguas negras, en forma frecuente, de acuerdo a normas internacionales, los anteriores valores están por abajo de los 10 mg/kg que es el máximo permitido para foliares en USA, sin embargo cabe señalar que los vegetales retienen el plomo en sus tejidos.

Las vacas llegan al abrevadero, con un doble propósito; el de saciar su sed y el de ingerir alimento; esa zona es irrigada frecuentemente con descargas de aguas negras de la Red Municipal de Atequiza, derrames de aguas residuales agua de lluvias; por lo que sí reunimos los elementos anteriores, posiblemente las vacas estén ingiriendo dosis bajas de plomo y como son explotadas durante un período de 4-7 años promedio, ellas acumulan este metal en su organismo.

Los bovinos pastan en toda la zona de cultivo (Zona "A") y recorren grandes distancias, esto favorece el ingreso vía agua y alimentos y un poco de tierra; el hecho de llevar a su organismo el Pb, Fe, S, Cu y pesticidas así como otros químicos riesgosos para la salud, significa que tenemos que poner mayor atención a esta situación, (ver tabla 38 y 39), hay que considerar el metabolismo y sobretodo el estado de salud del animal ya que si el sistema renal funciona correctamente, las cantidades de plomo serán inofensivas.

La irrigación de cultivos con agua residual en el Sistema Agropecuario de Atequiza - Atotonilquillo, Jalisco; ha contribuido a la presencia de plomo en suelo, en la Tabla 37; se puede observar el resultado de la muestra superficial que refiere una concentración de 8.46 mg/kg y 8.34 mg/kg en la muestra profunda.

Se ubicó un efluente Municipal de aguas negras, que vacía su contenido al curso del Canal del Molino que pasa frente a la zona de cultivos y dicha aguas son aprovechadas para el riego de cultivos sobretodo avena forrajera y abrevaderos para el ganado que se cría en esta zona, los resultados de los análisis de suelo, casi son similares, la muestra suelo superficial es la que está en contacto con aguas residuales procedentes del Río Santiago y Canal del Molino que enriquecen la tierra con sus aportes de metales pesados. La muestra profunda de tierra reveló una menor concentración del metal en comparación con la superficial, sin embargo Fassbender, (1987) (17), estima que de 10 a 200 partes por millón, es considerado como dentro de los límites, pero hay que recordar que basta con esas cantidades trazas, para que en caso de estar en contacto con el organismo humano o animal tenga efectos acumulativos en el organismo, ver tabla 37.

Actualmente en México no se cuenta con parámetros de calidad del suelo que permitan establecer un límite concentración máxima permisible para plomo y sería importante que las Instituciones Oficiales como la SAGARPA SEMARNAP, CNA, trabajaran sobre un Proyecto de Norma Oficial Mexicana que estableciera los límites máximos permisibles de metales pesados en suelos en los que se producen cultivos para consumo animal y humano.

Existe un marco legal que regula la presencia de residuos de metales pesados en los alimentos, actualmente la Norma Oficial Mexicana publica datos sobre los límites máximos permitidos para tejidos de bovinos, porcinos, equinos aves ovinos y caprinos la NOM-004-ZOO-1994, y en Alemania, la Oficina Central de Salud de Registro y Valoración de Químicos en el Ambiente, publica para bovinos y porcinos es la Zentrale-Erfassungs and Bowertungstelle für Umweltchemikalien am Bundesgesundheitsamt-ZEBE- Bundesgesundhbl, 1996.

En la NOM-004-ZOO-1994, no se han especificado los límites de tolerancia en órganos de ovinos y caprinos. En este estudio se estimó la situación de la contaminación en los tejidos investigados por lo tanto se consideraron los límites máximos permisibles recomendados por la modificación a la Norma

Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994 y por la ZEBS para los valores para bovinos, porcinos y alimentos.

Según la NOM-004-ZOO-94, no hay límites establecidos para la concentración de plomo en hígado y carne de bovino internacionalmente, su detección se realiza con fines de monitoreo y para cumplir con los requisitos del comercio entre países así mismo lo contempla la Modificación antes referida; aunque la Norma no revela el límite máximo permisible para plomo, la presencia de este metal pesado y con efectos acumulativos en los animales para abasto representa riesgo para la salud.

Esta situación genera las facilidades para que se importe hígado y carne de bovino contaminados por plomo, de países que según su norma dichos productos de origen animal rebasan la norma y se exportan a México.

En la Tabla 38 se puede apreciar la relación de muestras de carne fresca de bovino, la concentración más alta que fue de 0.568 mg/kg de plomo, en cambio la muestra de hígado de la misma vaca, reveló un nivel de 0.200 mg/kg. de éste metal. De acuerdo a la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, no debe haber presencia de plomo en carne e hígado de bovino, por lo que las concentraciones de plomo encontradas no deben ser permisibles.

En la Tabla 39, se pueden apreciar los resultados del análisis del hígado a través de espectrofotometría de absorción atómica con emisión de plasma de bovino que arrojaron datos interesantes, la mayor concentración de plomo (0,350 mg/kg), y la muestra de carne de la misma vaca, no presentó plomo (0,000),; por otro lado se pueden comparar estos resultados con los obtenidos por M. Motas-Guzmán, en su estudio sobre Metales pesados en ganado de lidia, realizado en Sevilla España, (1997) en (34); encontró 0.255 mg/kg de plomo en hígado de toro y 0.388 mg/kg en hígado de novillos y en riñón de toro, 0.563 mg/kg y en riñón de novillo 0.237 mg/kg de plomo a través de voltamperometría.

Los resultados revelan que en el Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, la carne de bovino es mayormente contaminada que el hígado, y en la Ciudad de Sevilla, España; es el hígado el que está más contaminado por plomo, curiosamente en los animales más jóvenes de acuerdo al método de voltamperimetría de redisolución anódica que revela mayor sensibilidad para reflejar las lecturas al plomo; posiblemente la carne originaria de Atequiza y analizada mediante espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito, sea de vacas viejas.

Las vísceras forman parte de la dieta alimenticia como elementos de la variedad culinaria de la población por lo que reviste gran importancia el hecho de ser adquirida en las carnicerías como una opción para el guiso del día.

En esta Zona Conurbada, se cría ganado vacuno en las márgenes del Río Santiago, Canal de Riego de Atequiza y del Canal del Molino; los animales tienen contacto con el agua de los efluentes o a través de abrevaderos ubicados en la zona de cultivos, lugar donde pastan las reses libremente; después son sacrificadas en el rastro de esta comunidad, el hígado y la carne de res, se transportan en vehículos expuestos al polvo y tierra contaminados para luego ser expendidos en las carnicerías de Atequiza y de Atotonilquillo.

Las condiciones ambientales están dadas para desarrollar la problemática sanitaria en relación con la ingestión de plomo a través del hígado y la carne de bovino que se consumen como alimento, siendo los factores de mayor peso el agua residual que beben los animales, el pasto contaminado por plomo, la calidad del aire en esta cuenca y la frecuencia a la exposición de la población a fuentes contaminadas.

Las concentraciones de plomo en el hígado y carne de bovino analizadas en el laboratorio, evidencian el contacto que tienen los animales con las fuentes, pudiera ser que en análisis posteriores, dichas cantidades presenten variación debido a la heterogeneidad en variables como talla, sexo, edad, raza, tiempo y tipo de alimento consumido así como origen y frecuencia de la bebida del agua, por lo tanto el ganado vacuno ingiere ciertas concentraciones de plomo a partir del agua que bebe así como por la ingestión de pastos cultivados en la zona

También se tienen los resultados de consumo semanal de hígado y carne de bovino. Para el consumo de hígado por rango de edad, son los ancianos entre 60 a 89 años de edad, los que ingieren porciones de 183.33 gramos, en cambio los niños de 0 a 14 años son los que consumen la porción menos que es de 125 grs. a la semana. (Ver anexo 3, tabla 4).

Cabe señalar que en el período de aplicación de la encuesta (ver formato anexo), la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de Jalisco, prohibió el consumo de hígado por haber presentado problemas de salud en relación con el clembuterol; sin embargo había venta clandestina de la víscera y se reportó consumo en menor escala que lo cotidiano.

Las amas de casa son las mayores consumidoras de carne, según revela la encuesta, el rango de edad de las consumidoras esta entre 15 a 89 años y el promedio es de 226.32 gramos semanales y la porción menor la consumen los niños de 0 a 14 años con un promedio de 119.54 gramos por semana. ( Ver anexo 3, tabla 1)

Por lo tanto el consumo de hígado y carne de bovino, entre los rangos es similar por lo que se puede predecir a partir del estudio, que tanto hombres como mujeres son propensos a padecer enfermedades ocasionadas por el consumo de hígado contaminado por plomo.

Dada la multiplicidad de fuentes de exposición al plomo para el organismo humano y a las grandes variaciones que, según las condiciones locales se pueden presentar en cuanto a su participación relativa, en la exposición de los individuos, es recomendable tener presente estas características particulares de la contaminación ambiental ante cualquier evaluación epidemiológica o de riesgos que se pretenda efectuar.

De acuerdo a la NOM-026-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente respecto al plomo valor normado para la concentración de plomo en el aire del ambiente, como medida de protección a la salud en la población, la concentración de plomo como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor máximo permisible de  $1.5 \mu\text{g} / \text{m}^3$  en un periodo de 90 días promedio aritmético, como protección a la salud de la población.

Los resultados que arroja el análisis de aire en el área "C" de la Zona Conurbada de Atequiza-Atotonilquillo, se pueden contemplar en la Tabla 40, en la que se expresa que en la muestra tomada a 150 metros de la industria CIBA reflejó una concentración de  $1.5 \mu\text{g} / \text{m}^3$ , en cambio a la orilla de la Carretera Atequiza - Poncitlán, la concentración fue de  $1.8 \mu\text{g} / \text{m}^3$ , en un solo día.

Aunque las muestras de aire revelaron  $1.5 \mu\text{g} / \text{m}^3$ , y  $1.8 \mu\text{g} / \text{m}^3$  de plomo, se considera que solo la segunda muestra rebasa la NOM -026-SSA1-93, pero debe señalarse que la norma plantea realizar las mediciones durante tres meses, y si se reporta un promedio mayor a  $1.5 \mu\text{g} / \text{m}^3$ , se declara como contaminada esta área y se hablará de acciones correctivas para reducir los efectos de una contingencia ambiental. Ver tabla 44.

Se considera que en la Zona Conurbada, el aire tiene un comportamiento particular por el relieve del sitio, aunque no se descarta la influencia de las corrientes de aire provenientes de Guadalajara, que transportan partículas contaminantes hasta este lugar, la mayor parte de plomo en la atmósfera, se encuentra entre las partículas finas con un peso de  $\leq 10 \mu\text{m}$ .

La EPA definió a la gasolina unleaded (1996), como gasolina producida sin ningún añadido de plomo y en caso de contener; no más de 0.05 g de plomo por galón, y no más que 0.0005 g de fósforo, el criterio 0.05 g fue permitido porque EPA determinó que este máximo nivel emitido proporcionará la protección adecuada para que los dispositivos del control de emisión del catalizador sería práctico para la industria petrolera, ya que muchos derivados del petróleo se encuentran en la atmósfera.

En la Tabla 1 se puede observar las mediciones de contenido en muestras ambientales en la que destacan los valores de 205.6 ppm. de plomo en polvo de la calle, en suelo 117.2 ppm., en agua 0.004 ppm., en aire promedio en 24 horas  $0.54 \mu\text{g} / \text{m}^3$ , en vegetales como el chile Jalapeño hasta 2.35 ppm; se

observa que el plomo es ubicuo, dado que los factores ambientales contribuyen a ello.

La inversión térmica juega un papel importante como causa de incremento de contaminantes en la atmósfera, esta se produce cuando una capa de aire frío se introduce entre el suelo y las capas de aire caliente, los contaminantes no pueden elevarse en el aire y diluirse, la bajas temperatura hace que el aire se condense como la niebla y se forme el esmog, las inversiones térmicas facilitan el incremento de partículas suspendidas, que disparan los índices de contaminación hasta cotas peligrosas para la salud humana. (Ver figuras 5 y 6).

Cuando las concentraciones de contaminantes se elevan, se producen efectos tóxicos en la población que inhala las partículas, especialmente en ancianos niños o personas con problemas respiratorios

En los sitios de muestreo se tomaron en cuenta las características ambientales de la región tales como el clima, velocidad del viento, aire en el campo y en la carretera de gran flujo vehicular (Atotonilquillo-Poncillán, Jalisco), dirección predominante del viento, tipo y uso de suelo, hidrología, comunicaciones (carreteras), desarrollo económico y social de la comunidad. (Ver tabla 7).

Se estima que el 85% de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se debe al uso de combustibles, mientras que lo restante lo constituye esencialmente el polvo proveniente de calles no pavimentadas y de áreas circundantes desprovistas de vegetación con una importante contaminación orgánica.

La Estación Climatológica de la Red de Fundación Produce Jalisco, asentada en Atequiza, proporcionó los datos de registro de la frecuencia y dirección del viento. Dichos datos facilitaron la elaboración de rosas de viento por cada mes abarcando el período húmedo y el período seco durante el año 2001-2002; El viento presenta un comportamiento que según la rosa de viento, revela una predominancia hacia SSE, Sur sureste en los meses de diciembre y enero. ( ver tabla 43)

En el estudio de rosas de viento en Atequiza se observa un comportamiento parecido al de otras localidades en el occidente del país que en términos generales podemos enmarcar en dos periodos bien definidos en el transcurso del año: Período Húmedo y Período Seco. (Ver gráficas 1 hasta 12).

Para la zona de estudio durante este periodo hay un sesgo propiciado por circunstancias del relieve ya que existe una marcada tendencia en la frecuencia de vientos del Este-sur-oeste (ESE) para todo el período y que difiere de otras áreas más abiertas. (Ver figuras 5 y 6).

Buena parte de la frecuencia del viento de procedencia Este-sur-este (ESE) entre los meses de noviembre, diciembre y enero son debidas al anticiclón del Océano Atlántico que también son secos.

Se destaca la ausencia de viento del Noreste (NE) en ambos periodos a diferencia de otras localidades, probablemente se debe a la ubicación en esa dirección del Cerro del Molino el cual funciona como una barrera.

El relieve de la zona de estudio es parecido a un valle en U y dadas las circunstancias, las inversiones térmicas tienden a tardar más en romperse, en la ZMG durante el período seco la mayor salida de contaminantes del Valle de Atemajac se da entre la elevación del Tapatío y el Cerro del Cuatro, afectando zonas del Este (E) y Sureste (SE) con dirección hacia la Zona de Estudio. Ver figuras 5 y 6)

En cambio en el mes de marzo y abril predominan con dirección WSW, Oeste suroeste, mientras más fuerte es la velocidad de los vientos más larga es la plumilla registrada. Las figuras de la 7 a la 12, muestran las rosas de viento en forma mensual.

Definitivamente la actividad humana con relación al plomo ha llevado a través de los tiempos a crecientes descargas de dicho metal hacia los diferentes componentes ambientales, aumentando y diversificando paralela y progresivamente las condiciones de exposición a niveles cada vez más altos de dicho metal en el ambiente.

Es frecuente que se desarrollen estrategias para hacer frente a la problemática ambiental, Guadalajara Jalisco, cuenta con una red de monitoreo ambiental que da a conocer la concentración de contaminantes excepto el plomo.

Para la determinar la zona de mayor concentración de plomo fue muy importante hacer un análisis de los datos, partiendo de los puntos que engloba las rutas de exposición o sea la dirección que sigue el contaminante desde su fuente hasta la población, en este caso la fuente emisora del plomo es por una parte natural y por otra es antropogénica; la primera se refiere al plomo encontrado en la naturaleza como producto de procesos de erosión y la segunda se refiere a las partículas de este metal, que son transportadas por el agua, aire, desde grandes ciudades o de industrias instaladas cerca de la comunidad, cuyos productos lo requieren como materia prima y los residuos son liberados a través de humos desechos sólidos, efluentes etc. (Ver tabla 8)

Los promedios de concentración de plomo en el Sistema agropecuario fueron: de acuerdo a las fuentes ambientales del Sistema Agropecuario, por lo tanto en relación al agua se encontró la mayor concentración de plomo (0.104 mg/l) en la zona "C", por lo que el Río Santiago y el efluente de CIBA juegan un papel importante en la contaminación del sitio por otra parte en menor concentración (0.066 mg/l en la zona "A", en foliares se concentró más el plomo en la zona "A"

(4.2mg/kg) y en menor (3.3 mg /kg) en la zona "C", en hígado en la zona "A" se concentro más el plomo (.187mg /kg), y en la zona "B" no hubo plomo, en carne de bovino se concentró más el nivel de plomo en la zona "A", en cambio la menor es en la zona "C". (Ver tabla 44)

Si se revisan los resultados en los que se puede apreciar que la concentración de plomo en las fuentes del Sistema Agropecuario; agua, hígado y carne de bovino no rebasaron los parámetros establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes. En relación a foliares casi la mitad de concentración de plomo se acerca a lo establecido por la normas internacionales siendo el parámetro de 10 mg /kg. (ver tabla 45).

El medio ambiente que favoreció el transporte de las partículas fue el aire, agua del subsistema hidrológico de Atequiza-Atotonilquillo, el suelo, los cultivos hasta ponerse en contacto con el ganado y con la población (puntos de exposición); las vías de exposición se presentaron a través de la ingesta de agua, pastizales, tierra, la inhalación de aire contaminado con partículas finas de plomo, la absorción dérmica, y por último la población receptora que fueron las personas expuestas al contaminante de acuerdo a la encuesta sobre el consumo de hígado y carne de bovino.

La toma de muestras de agua, foliares, suelo, hígado y carne de bovino, aire se realizaron apegadas a las especificaciones técnicas y legales, cuyos procedimientos no deben encubrir errores, estas fueron recolectadas en el ambiente en el que hubo evidencia de contacto con la población estudiada y las variables en estudio, Como se puede observar en la tabla 46, la mayor concentración de plomo en foliares, hígado y carne de bovino es la Zona "A", en cambio en agua fue la zona "C".

## X. CONCLUSIONES.

La problemática ambiental afecta profundamente a la población que vive en la zozobra de ser víctimas mortales, el pueblo mexicano y sobretodo el de Jalisco ha experimentado en carne propia los efectos de la negligencia, la soberbia y la ignorancia de las autoridades generándose terribles tragedias; dicha situación pone de manifiesto que el trabajo de estas y de las organizaciones sociales, no ha sido suficiente, por lo que resulta importante realizar estudios que permiten conocer la situación real y que plantean las directrices para lograr una solución eficaz.

La interferencia humana en los ecosistemas a través de prácticas que dañan al ambiente como la introducción de aguas residuales con tratamiento deficiente o sin el, a los ríos o arroyos afectando las características naturales del agua suelo, vegetación, y especies animales que están en contacto con estas fuentes

El Sistema Agropecuario de Atequiza - Atotonilquillo, presenta un desarrollo socioeconómico aceptable, pero las características topográficas e hidrológicas del lugar contribuyen a la presencia de la contaminación ambiental y se facilita la exposición al riesgo para la salud de los habitantes al estar en contacto con fuentes contaminantes.

Por sus características topográficas e hidrológicas el Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, también representa un riesgo para la salud de sus habitantes al estar en contacto con fuentes contaminantes.

La NOM-004-ZOO-94 y la modificación de la NOM-004-ZOO-96 no contienen el límite máximo permisible de plomo en grasa, hígado, músculo y riñón en especies ganaderas, lo que facilita la importación de productos contaminados por plomo que en aquel país no pasaron la norma y en cambio en el nuestro son consumidos.

La industria juega un papel importante en el Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo debido a es un factor del desarrollo económico y social de la comunidad pero también genera contaminantes.

La Comisión Nacional del Agua debe poner mayor atención en la vigilancia y control de efluentes industriales que se ubican a la orilla de un cuerpo de agua reconocido como bien nacional.

El costo económico que origina los efectos de la contaminación ambiental es muy alto sobre todo cuando ocurren los desastres.

Las condiciones naturales del lugar favorecen los mecanismos que contribuyen al aporte de plomo a través de múltiples vías al ser humano, se debe considerar las fuentes de exposición tales como el sistema hidrológico, de drenaje municipal, cultivos extensivos con incorporación de plaguicidas, fertilizantes y el

riego con agua residual, la constitución propia del suelo y el transporte de partículas que ejerce el aire en la zona de estudio.

El sistema hidrológico aporta plomo a través de la irrigación al suelo, cultivos y ganado criado en las parcelas del Sistema Agropecuario estudiado.

La concentración de plomo encontrada en algunas muestras de hígado y carne de bovino revela que el ganado está expuesto a este contaminante.

La encuesta aplicada a la población revela que la comunidad es altamente consumidora de carne e hígado y dicho comportamiento está asociado al hábito de criar el ganado en sus extensiones agrícolas.

El consumo de carne entre los rangos de edad es similar, por lo que se puede concluir que a partir del estudio sobre carne consumida en el Sistema Agropecuario de Atequiza y Atotonilquillo; que cualquier rango de edad es propenso a padecer enfermedades ocasionadas por el consumo de carne contaminada por plomo.

El viento es un vehículo que transporta las partículas de plomo hacia el sitio de estudio, aunque las corrientes de aire se dirigen desde Guadalajara hacia este punto, existe una corriente local que presenta un comportamiento particular para el transporte de partículas de contaminantes.

La zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) exporta partículas suspendidas en el aire hacia la periferia y zonas aledañas y dado que la zona de estudio está situada a 33 Km. en línea recta, es probable que sea afectada con los contaminantes.

En México hay muchos sitios contaminados sin embargo las instituciones oficiales solo dan cuenta de un número muy reducido de ellos, por este motivo se requiere realizar más estudios que permitan conocer la realidad del país en el campo de la salud ambiental.

Los estudios anteriores permiten reflexionar sobre la importancia que reviste el hecho de realizar estudios de salud ambiental en esta región, pues arrojan datos que advierten el peligro al que está expuesta la población.

La zona geográfica A y C del Sistema Agropecuario son las que presentan mayor concentración de plomo.

La presencia de plomo en agua, foliares, suelo, hígado y carne de bovino, así como en aire; revelan que no hay suficiente plomo para generar daño a la salud ambiental.

## **XI RECOMENDACIONES**

La salud ambiental es rebasada por los problemas ambientales, las Autoridades del país deben poner más atención a esta situación e implantar Programas Oficiales que obliguen a las empresas a practicar auditorias ambientales.

Vigilar y controlar las actividades industriales que afectan los recursos naturales.

Verificar que las industria instalada en este sitio, verdaderamente cumpla con los programas que permitan la preservación, vigilancia y control de la calidad de sus desechos antes de ser liberados en confinamientos o sistemas hidrológicos de utilidad para la agricultura.

Se debe implementar la Norma Oficial que regule el contenido de metales pesados en foliares y suelo, así como productos agrícolas considerando los niveles presentes de contaminantes y su toxicidad.

Actualizar la NOM-004-ZOO-94 y la modificación de la NOM-004-ZOO-96 debido a que no contienen el límite máximo permisible de plomo en grasa, hígado, músculo y riñón de especies ganaderas, lo que facilita la importación de productos contaminados por plomo que en el país de origen no pasaron la norma y en cambio en el nuestro son consumidos.

Fomentar la capacitación en educación ambiental, salud ambiental y auditoria ambiental para un mayor número de interesados de todas las áreas del conocimiento.

Sensibilizar a la población sobre la problemática ambiental que afecta la salud y economía a través de actividades que faciliten la transmisión de la información.

Es necesario contar con un estudio para identificar la amenaza y responder al impacto que pudiera generar una intoxicación masiva por consumo de hígado y carne de bovino contaminados por plomo o por el uso doméstico del agua del Río Santiago o del Canal de Riego de Atequiza y Canal del Molino.

Rediseñar y mejorar las condiciones sanitarias de los Rastros Municipales de Atequiza y Atotonilquillo, así como implantar un sistema de sacrificio sin dolor un programa de inspección sanitaria de la carne y vísceras además utilizar un transporte sanitario para la carne, hueso y vísceras.

Que se continúe investigando sobre el plomo y su efecto en la salud de los habitantes de Atequiza y Atotonilquillo, Jalisco.

## XII. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- A. ALBERT L. (2001). Toxicología ambiental. Editorial UTEHA, México.
- 2.- A. G. NILDA. (1999). Basic slight knowledge of toxicology applied to the chemical emergencies. Sector of Human Toxicology and Environmental Health CETESB. Sao Paulo, Brasil.
- 3.- ALONSO M. L. (2000). Toxic and trace elements in liver, Kidney and meat from cattle slaughtered in Galicia Spain. Food additives and contaminants. 17 (6): 447-457-Jun.
- 4.-ALONSO M. L. (2000). Arsenic, cadmium, lead, copper and zinc in cattle from Galicia, Spain. Science of the Total Environment. 246 (2-3):237-248 Feb.
- 5.- ALVAREZ MOYA C. (2000). Genética, ambiente y salud. Editorial Universidad de Guadalajara. México.
- 6.- BG CHEMIE (1998). *Toxicological Evaluations. Potential Health Hazards of existing chemicals* . Vol. 12. Jun. USA.
- 7.- B. RUSSELL J. (1985). Química general. Editorial Mc Graw Hill. México
- 8.- BELLOF G. (2000). The intake of heavy metals originating from colour paints and their incorporation in organs and tissues of heifers. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 107 (11): 455- 458-Nov 10. Alemania.
- 9.- BIFANI P. (1997). Medio ambiente y desarrollo. Universidad de Guadalajara. Editorial Doble Luna. Zapopán Jalisco. México.
- 10.- CADER. 82002). Censo ganadero. SAGARPA. Jocotepec, Jalisco. México.
- 11.- CALLABA DE ROA A. (1998). Terceras Jornadas de suelos contaminados. Ministerio del medio ambiente. España.
- 12.- CARDONA A. O. D. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, elementos para el ordenamiento y la planeación del territorio en Maskey, Andrew (Comp.) Los desastres no son naturales. La Red y ITDG. Colombia. 51-74 pp.
- 13.- CERVANTES C. (1999). Contaminación ambiental por metales pesados, impacto en los seres vivos. AGT Editor S. A. México D. F.
- 14.- COREY G. (1989). Plomo. Serie vigilancia 8. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OMS / OPS. Metepec, Estado de México. México.

- 15.- COUSILLAS A. (1996). Determinación del grado de impregnación plúmbica en niños de un barrio de Montevideo (Malvin Norte). En acta Farm Bonaerense. (4): 215-24 Buenos Aires Argentina.
- 16.- FAO. (2003). Tesoro Plurilingüe de Tierras. Roma, Italia.
- 17.- FASSBENDER H. W. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina, Instituto Latinoamericano de Cooperación para la agricultura (iica) 2da. Edición Rev. San José de Costa Rica.
- 18.- GUEVARA Y GUEVARA JR. (1994). Atotonilquillo pueblo favorecido por un rayo de luz. En revista Let's Enjoy. Marzo (3):10-19 Editorial Pal. Zapopán Jalisco. México.
- 19.- H. CONGRESO DEL ESTADO DE JALISCO. (1904) Decreto 1039/18 de Abril. Guadalajara, Jalisco. México.
- 20.- HAN S. G. (2000). Exposición de plomo y retención en la rata. Perspectivas ambientales de la salud. NR 18. AB Web of Science Records.
- 21.- HERNÁNDEZ A. M. 1995. Intoxicación por plomo en México: Prevención y control. INSP. Editorial Amanuense. México.
- 22.- INEGI (2001). Anuario estadístico Jalisco. Aguascalientes. México.
- 23.- INEGI. (2001). Estudio hidrológico del estado de Jalisco. Aguascalientes. México
- 24.- INEGI. (2001). Sistema contar 2000, principales resultados por localidad. Aguascalientes. México.
- 25.- INEGI. (2002). Anuario de estadísticas por entidad federativa edición 2002. Aguascalientes. México.
- 26.- INE. (1995). Sistema de proyección de contaminantes en la industria, para estimar los giros industriales que más contribuyen a la contaminación del aire y del agua, así como a la generación de residuos peligrosos, en diferentes ciudades del país. México.
- 27.- JUÁREZ BADILLO (1980) Mecánica de suelos. Tomo I. Fundamentos de mecánica de suelos, 3ERA. Edición, Ed. Limusa. México.
- 28.- L. CARRASCO. (1999). Metabolic poisonings and alterations. Department of Compared Anatomy and Pathological Anatomy. Department of Health Animal (Infectious Pathology). Faculty of Veterinary medicine. University of Cordova Spain.

- 29.- LOGHMAN A. (2000). Efectos renales de la exposición al plomo ambiental y ocupacional. Perspectivas ambientales de la salud. NR 144 AB Web of Science Records.
- 30.- LU FRANK. (1992). Toxicología básica, riesgos por exposición a sustancias tóxicas. Editorial Harla. México
- 31.- M. L. LERET. (1999). Efectos del plomo en el cerebelo por administración intraperitoneal en ratas. Departamento de Biología Animal. Universidad Complutense de Madrid.
- 32.- MARTÍNEZ PONCE DE LEÓN J. (2001). Introducción al análisis de riesgos. Editorial Limusa. México.
- 33.- MEYER J. L. (1969). Farmacología y terapéutica veterinarias. Editorial UTEHA. México.
- 34.- MOTAS-GUZMÁN. M. (1997). Metales pesados en ganado de lidia. Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. España.
- 35.- MORRIS LEVÍN. (1997). Biotratamiento de residuos tóxicos y peligrosos. Editorial McGraw Hill. México.
- 36.- MUÑOZ BARRET J. (1992). La industria petrolera ante la regulación jurídico - ecológica en México. Editorial UNAM-PEMEX. México.
- 37.- N. KEMMER FRANK (1989). Manual del agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones, tomo II. Editorial Mc Graw Hill, México.
- 38.-NMX-AA-051/81 para determinación de plomo en aguas residuales, foliares, suelo de cultivo, hígado y carne de bovino.
- 39.-NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. SEMARNAP, México, y para criterios de muestreo.
- 40.-NOM-026 -SSA1-1993. SALUD AMBIENTAL. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. SSA. México.
- 41.- NOM-004-ZOO-1994. Control de residuos tóxicos en carne grasa, hígado y riñón de bovinos, equinos, porcinos y ovinos. SARH. México y Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, Grasa hígado músculo y riñón en aves, bovinos, caprinos, cérvidos, equinos, ovinos y porcinos. Residuos tóxicos. Límites máximos permisibles y procedimiento de muestreo. SAGARPA. México.

- 42.-OMS. (1979).Criterios de salud ambiental 3, Plomo. Organización Panamericana de la Salud. Washington. U. S. A.
- 43.-OMS. (1992). Contaminación atmosférica causada por vehículos automotores, consecuencias sanitarias y medidas para combatirla. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. UNAM. México.
- 44.- OMS-OPS. (1996). El problema de exposición al plomo en américa latina y el caribe. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Metepec, Estado de México. México.
- 45.-OMS. (2000). La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. Washington D. C. U. S. A.
- 46.- OROZCO M. (1997). Marco conceptual de la salud ambiental. Coordinación Editorial Universidad de Guadalajara. México.
- 47.- ORTIZ Y ORTIZ S. C. A. (1980). Edafología Universidad Autónoma de Chapingo, 3era. Ed. México.
- 48.- RODRÍGUEZ C. A. (2002). Consejo para la conservación del patrimonio histórico de Atotonilquillo. Archivo Delegación Municipal de Atotonilquillo Municipio de Chapala, Jalisco. México.
- 49.- ROSAS S. (2001) Perspectiva integral del lago de chapala. Revista Ciencia y Desarrollo, Noviembre diciembre, volumen XXVII, No. 161,ISSN 0185-0008.México p:57
- 50.- SÁNCHEZ S. O. (1974). Flora del Valle de México. Editorial Herrero. México.
- 51.- SANTOS BURGOA ET AL. (1993). La salud ambiental en México. INSP. México.
- 52.- SPP-INEGI. (1981) Síntesis geográfica de Jalisco. México.
- 53.-TORRES VITELA M. R. (1999). Agentes patógenos transmitidos, Vol. I Editorial Universidad de Guadalajara. México.
- 54.- UDG. (1998). Diagnóstico de riesgos a la salud en la comunidad de Atequiza, Jalisco. Unidad de Protección Civil de la Universidad de Guadalajara. Editorial Universidad de Guadalajara. México.
- 55.- VENEGAS R. (1994). Conceptos, principios y fundamentos para el diseño de sistemas sustentables de producción. Revista del Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo (CLADES) No.7/Agosto Chile.

56.- VILLAMAR A. L. (2001). La producción de carnes en México y sus perspectivas 1990-2000. Dirección General de Ganadería. SAGARPA. México.

Direcciones de internet:

57.- [http:// wchlenkarina.ciberpediatria](http://wchlenkarina.ciberpediatria.com) (2000). Venezuela

58.- [http:// www.cddhcu.gob.mx/camdip/comlvii/comeco/expedien/exp8.htm](http://www.cddhcu.gob.mx/camdip/comlvii/comeco/expedien/exp8.htm)

59.- [http:// www.geocities.com/hotsprings/villa/1333/index.html](http://www.geocities.com/hotsprings/villa/1333/index.html) (2000)

60.- <http://www.pagina@semarnat.gob.mx> (2000) México.

## XIII ANEXOS

### 13.1 GLOSARIO

**Aguas residuales.** son de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales y comerciales, de servicios agrícolas pecuarios domésticos, incluyendo fraccionamientos en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas, las aguas residuales de procesos industriales son las resultantes de la producción de un bien o servicio comercial (NOM-001-ECOL-96).

**Amenaza.** Es un evento amenazante o probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un área y periodo de tiempo dado.

**ATSDR.** Agencia para las Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de los Estados Unidos.

**Bovino.** Relativo a la vaca (*Bos taurus*), mamífero rumiante con cuerno liso, el hocico ancho y desnudo, cola larga y con un mechón en el extremo.

**CADER.** Centro de Apoyo de Desarrollo Rural.

**CIATEJ.** Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C.

**EMEG.** Es el valor de referencia de un contaminante, el uso de la EMEG se fundamenta en el hecho de que para su cálculo se toma en cuenta la dosis con la cual el contaminante no causa daño alguno (MRL de la ATSDR o RfD de la EPA) así se convierte en una Guía Ambiental de máxima seguridad. Por lo tanto un contaminante cuya concentración en el ambiente que supere la EMEG en cualquiera de los medios, deberá ser sujeto de un análisis toxicológico, en cambio un contaminante que no rebase a la EMEG en alguno de los medios analizados podría ser descartado. Para el cálculo de la EMEG se obtiene multiplicando la dosis de riesgo mínimo de la ATSDR (MRL) o la dosis de referencia de la EPA (RfD) por el peso corporal y dividiendo el producto entre la tasa de ingestión diaria de agua, suelo o polvo.

**EPA.** Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

La población consumidora de hígado y carne de bovino son los habitantes de las poblaciones de Atequiza y Atotonilquillo que compran en el mercado local los alimentos y que los preparan como parte de la dieta y que muestran una frecuencia de ingestión de más de dos veces por semana.

**LOAEL.** Dosis mínima en la cual ya se observó algún tipo de efecto adverso.

**NOAEL.** Dosis máxima en la que no se ha observado efecto adverso alguno.

**Pb en agua.** Es la concentración de plomo en agua localizada en el subsistema hidrológico del Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco.

**Pb en foliares.** Es la concentración de plomo en los cultivos del subsistema Agrícola del Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco.

**Pb en suelo.** Es la concentración de plomo en el suelo que abarca la extensión del Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco.

**Pb en hígado de bovino.** Es la concentración de plomo en glándula digestiva de bovino que se cría en el subsistema pecuario del Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco.

**Pb en músculo de bovino (carne).** Es la concentración de plomo en tejido de bovino que se cría en el subsistema pecuario del Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco.

**Pb en aire.** Es la concentración de plomo en la atmósfera del Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco

**Riesgo.** Es definido en términos generales como la posibilidad de pérdida o daño a la salud, al ambiente y al patrimonio y la presencia de consecuencias potenciales no deseables. El riesgo es una resultante de la presencia de una amenaza, la dosis respuesta de la persona y la situación en la cual la gente ambiente o infraestructura esta expuesta.

**RfD y /o MRL.** Dosis de seguridad en la cual no debe haber efecto alguno.

**Río.** Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes o a un embalse natural o artificial o al mar.

**SAGARPA.** Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

**Salud ambiental.** La concepción holística de salud ambiental es un proceso de conformación reciente, el cual está sometido a numerosas visiones y esferas de acción como las disciplinas que las constituyen, mismas que aportan elementos eje para analizar las repercusiones e impacto del ambiente sobre la salud comunitaria desde una dimensión práctica de organización, ejecución y evaluación de acciones dirigidas a valorar los efectos del ambiente sobre la salud humana con la visión comprometida de incidir en su atención y remediación

**Sistema Agropecuario.** El sistema agropecuario se refiere a la utilización y a la administración de los recursos que conciernen a la actividad agrícola y ganadera, que implica recursos como el aire, agua, foliares, el suelo ( las extensiones agrícolas donde el ganado viene a pastar, esta práctica se puede ejecutar después de la cosecha; aprovechando los barbechos y rastrojos, incluso puede haber infraestructura necesaria como potreros, canales de riego, abrevaderos, pozos y el río) y ganadera, de la que se aprovecha la leche, carne y el hígado de bovino, así como otros derivados; también comprende los espacios de vegetación natural, las localidades y la población.

**Suelo.** Cuerpo receptor de descargas de aguas residuales que se utiliza para actividades agrícolas.

**Vulnerabilidad.** Es el grado de pérdida resultante de un fenómeno potencialmente dañino, así como la susceptibilidad o predisposición intrínseca de los elementos ambientales a sufrir un daño o una pérdida, otra forma de describir la vulnerabilidad es con relación a la capacidad de respuesta que tiene el ambiente para mitigar la presencia de una amenaza, considera factores naturales, físicos económicos, sociales, políticos, técnicos ideológicos culturales, educativos ecológicos e institucionales.

**Zona "A".** Es la zona ubicada en el subsistema pecuario del Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco; donde los bovinos pastan y beben agua del canal del Molino, Río Santiago y abrevaderos.

**Zona "B".** Es la zona ubicada en el subsistema pecuario del Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco; donde los bovinos pastan y beben agua del canal del Molino.

**Zona "C".** Es la zona ubicada en el subsistema pecuario del Sistema Agropecuario de Atequiza-Atotonilquillo, Jalisco; donde los bovinos pastan y beben agua del Río Santiago y Canal de Riego de Atequiza.

### 13.2 Guía para la evaluación estatal de los programas de fomento ganadero, Alianza 2000.

Una vez que se cuente con una lista de beneficiarios con estas características, los criterios a considerar para establecer el tamaño de muestra son los siguientes:

- a) Si el total de beneficiarios del programa en el Estado es menor a 40, se deberá encuestar a todos los beneficiarios.
- b) Si el total de beneficiarios es de 40 o más, se utilizará un muestreo simple aleatorio para estimación de proporciones con varianza máxima aceptando una desviación máxima absoluta de la proporción a estimar de  $\pm 0.08$  (precisión absoluta). Este diseño muestral está basado en el comportamiento de las variables binomiales obtenidas en la evaluación del programa en 1999 y, en general, para la gran mayoría de las variables relevantes de cada uno de los programas representa una precisión relativa de al menos 10%. En cualquier caso, el tamaño de muestra mínimo aceptable será de 40.

Con base en lo anterior, una vez que el evaluador tenga su lista de beneficiarios estandarizada con los criterios anteriormente señalados, determinará el tamaño de muestra a partir del número total de beneficiarios, utilizando el Cuadro 1:

**Cuadro 1. Número de beneficiarios a encuestar**

Beneficiarios del programa	40	50	70	100	150	200	300	500	1,000	2,000
Beneficiarios a encuestar	40	40	50	60	75	86	100	115	130	140
Factor de ajuste	0.0	0.5	0.33	0.30	0.22	0.14	0.075	0.03	0.01	0.001

En caso de que el número de beneficiarios se encuentre entre dos de los valores de la tabla, el tamaño de muestra debe obtenerse de la siguiente manera: Al tamaño de muestra para el límite inferior se le sumará el producto del factor de ajuste en este límite por el número adicional de beneficiarios. Así por ejemplo, para 85 beneficiarios, el tamaño de muestra en el límite inferior del intervalo es 50, el factor de ajuste 0.33 y el número adicional de beneficiarios 15 (85-70). Por lo tanto, se tendrá una muestra de 55, es decir:  $50 + [0.33][85-70]$ .

Una vez determinado el número de beneficiarios a encuestar en la población, éste se distribuirá proporcionalmente al número de beneficiarios que incluya cada componente. Por ejemplo, si en el componente "A" los beneficiarios representan el 50% del total de beneficiarios por el programa, el 50% de la muestra deberá incluir beneficiarios de este componente. El mismo tratamiento se dará en caso de que adicionalmente se desee distribuir la muestra por regiones.

Los beneficiarios a encuestar se identificarán dentro de cada componente estrictamente al azar, estableciendo una lista adicional de 10% como reemplazos.

En el caso del programa de Desarrollo de Proyectos Agropecuarios Integrales, se deberá integrar una muestra tanto para beneficiarios como para promotores del desarrollo a encuestar. El número de beneficiarios (n) se determinará de acuerdo al procedimiento general señalado anteriormente y con base en el Cuadro 1.

El número de Promotores a encuestar se definirá con base en lo siguiente: cuando hayan operado hasta 5 Promotores, se realizará censo. Cuando hayan operado más de 5 y hasta 20

**13.3 FORMATO DE ENCUESTA.**



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CUCBA-CUCS.  
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD AMBIENTAL  
ENCUESTA – ATEQUIZA - ATOTONILQUILLO**

**INSTRUCCIONES:**

- a).- Llenar con letra de molde los datos que se piden.
- b).- Palomear el círculo que corresponda a la respuesta.
- c).- Anotar el número en la casilla correspondiente.

**Fecha: 26/10/2002**

**AMA DE CASA**

1.Nombre: \_\_\_\_\_

2.Dirección. \_\_\_\_\_

3.- Edad: \_\_\_\_\_ años

4.- No. de Hijos:   1    2    3    4    5    6    7\_   8    9    10   más: \_\_\_\_\_  
                          0    0    0    0    0    0    0    0    0    0

5.- ¿Cuántas personas viven en la casa? \_\_\_\_\_

6.-Edad de los hijos:  
Del mayor al menor \_\_\_\_\_

7.-Edad del padre de familia \_\_\_\_\_ años

8.- Edad de otras personas que viven en esta casa: \_\_\_\_\_

9.- ¿Qué días de la semana compra carne de res?

DIAS		CANTIDAD ADQUIRIDA (Si refiere en Kg.)	CANTIDAD ADQUIRIDA (Si refiere en \$)	TIPO DE CARNE QUE COMPRA (ver pie de Tabla)	PRECIO (Kg) TIPO DE CARNE ADQUIRIDA
LUNES	<input type="radio"/>				
MARTES	<input type="radio"/>				
MIÉRCOLES	<input type="radio"/>				
JUEVES	<input type="radio"/>				
VIERNES	<input type="radio"/>				
SABADO	<input type="radio"/>				
DOMINGO	<input type="radio"/>				

Tipo de carne:

- 1.-Para freír (Filete, bistec). 2.- Molida. 3.- Para asar. 4.- Para cocer, deshebrar. 5.- Para venta de tacos en un puesto o carrito. 6.- Carne seca. 7.- Para birria o barbacoa.

10.- ¿Que días de la semana comen carne de res?

LUNES	0
MARTES	0
MIERCOLES	0
JUEVES	0
VIERNES	0
SABADO	0
DOMINGO	0

11.- ¿Qué cantidad de carne de res, sirve en el plato? (ver pie de tabla.)

ANCIANOS	
AMA DE CASA	
ESPOSO	
JOVENES	
NINOS	
OTRO (S) ADULTOS QUE VIVE(N) EN CASA	

1.- Porción grande (200 grs.). 2.- Porción mediana (150 grs.). 3.- Porción pequeña (100 grs.).  
4.- Cantidad mayor a ( 200 grs.). Especificar que cantidad: \_\_\_\_\_

LLENAR EN CASO DE QUE LA PERSONA ENTREVISTADA ADQUIERA CARNE DE RES PARA VENTA DE TACOS EN PUESTO, CARRITO, FONDA O RESTAURANTE.

12.- ¿Qué días de la semana compra carne de res?

DIAS		CANTIDAD ADQUIRIDA (Si refiere en Kg.)	CANTIDAD ADQUIRIDA (Si refiere en \$)
LUNES	0		
MARTES	0		
MIÉRCOLES	0		
JUEVES	0		
VIERNES	0		
SABADO	0		
DOMINGO	0		

13.-¿Con qué frecuencia compra Usted hígado de res?

CADA SEMANA	<input type="radio"/>	CADA QUINCENA	<input type="radio"/>	CADA MES	<input type="radio"/>
-------------	-----------------------	---------------	-----------------------	----------	-----------------------

14.- ¿Que cantidad de hígado de res compra?

CANTIDAD ADQUIRIDA (Si refiere en Kg.)	CANTIDAD ADQUIRIDA (Si refiere en \$)	PLATILLO PREPARADO: (ver números 1y 2, pie de Tabla)

1.-Para el desayuno, comida o cena . 2.- Para puesto de tacos.

15.- ¿Qué cantidad de hígado de res sirve en el plato ? (Ver números en pie de tabla )

ANCIANOS	
AMA DE CASA	
ESPOSO	
JOVENES	
NIÑOS	
OTRO (S) ADULTOS QUE VIVE(N) EN CASA	

1.- Porción grande (200 grs.). 2.- Porción mediana (150 grs.). 3.- Porción pequeña (100 grs.).  
4.- Cantidad mayor a ( 200 grs.). Especificar que cantidad: \_\_\_\_\_

LLENAR EN CASO DE QUE LA PERSONA ENTREVISTADA ADQUIERA HÍGADO DE RES PARA VENTA DE TACOS. EN PUESTO, CARRITO, FONDA O RESTAURANTE.

16.- ¿Qué días de la semana compra hígado de res?

DIAS		CANTIDAD ADQUIRIDA (Si refiere en Kg.)	CANTIDAD ADQUIRIDA (Si refiere en \$)
LUNES	<input type="radio"/>		
MARTES	<input type="radio"/>		
MIÉRCOLES	<input type="radio"/>		
JUEVES	<input type="radio"/>		
VIERNES	<input type="radio"/>		
SABADO	<input type="radio"/>		
DOMINGO	<input type="radio"/>		

Diseño: Mtro. Oscar Espinoza de Santiago. ©

13.4 TABLAS DE CONSUMO DE HÍGADO Y CARNE DE BOVINO  
POR EDAD EN LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO.

Tabla 1 CARNE CONSUMIDA POR EDAD EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.  
2002  
(Consumo de carne) (Kgs.)

Edad de las Amas de Casa	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
15 - 19	0	3	2	0	5	1	2	0	0	3
20 - 24	4	10	2	2	18	3	12	2	0	17
25 - 29	7	12	4	0	23	3	5	0	0	8
30 - 34	6	8	5	0	19	9	8	2	1	20
35 - 39	8	17	8	0	33	7	13	8	0	28
40 - 44	5	11	4	0	20	5	13	1	0	19
45 - 49	6	20	2	1	29	4	14	0	0	18
50 - 54	3	12	1	1	17	5	19	2	0	26
55 - 59	1	10	2	0	13	5	7	0	0	12
60 - 64	1	7	2	0	10	3	8	2	0	13
65 - 69	0	1	1	0	2	2	3	2	1	8
70 - 74	0	2	2	0	4	0	3	3	0	6
75 - 79	0	2	0	0	2	0	1	0	0	1
80 - 84	0	1	0	0	1	1	0	1	0	2
85 - 89	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>116</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>196</b>	<b>48</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>182</b>

(Consumo de carne) (Kgs.)

Edad de las Amas de Casa	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
15 - 19	0.000	0.450	0.200	0.000	0.650	0.200	0.300	0.000	0.000	0.500
20 - 24	0.800	1.500	0.200	0.500	3.000	0.800	2.550	0.200	0.000	3.550
25 - 29	1.400	1.800	0.400	0.000	3.600	1.200	2.850	0.100	0.000	4.150
30 - 34	1.200	1.200	0.500	0.000	2.900	3.200	2.400	0.100	0.500	6.200
35 - 39	1.600	2.550	0.800	0.000	4.950	1.600	4.050	0.100	0.000	5.750
40 - 44	2.000	1.650	0.400	0.000	4.050	2.000	4.650	0.100	0.000	6.750
45 - 49	1.200	3.000	0.200	0.250	4.650	2.000	3.900	0.000	0.000	5.900
50 - 54	0.600	1.800	0.100	0.250	2.750	1.800	5.100	0.500	0.000	7.400
55 - 59	0.200	1.500	0.200	0.000	1.900	2.000	1.950	0.100	0.000	4.050
60 - 64	0.200	1.050	0.200	0.000	1.450	1.600	2.100	0.200	0.000	3.900
65 - 69	0.000	0.150	0.100	0.000	0.250	1.000	1.500	0.100	0.500	3.100
70 - 74	0.000	0.300	0.200	0.000	0.500	0.600	0.900	0.300	0.000	1.800
75 - 79	0.000	0.200	0.000	0.000	0.200	0.000	0.750	0.000	0.000	0.750
80 - 84	0.000	0.150	0.000	0.000	0.150	0.400	0.000	0.200	0.000	0.600
85 - 89	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.000	0.000	0.150
<b>Total</b>	<b>9.200</b>	<b>17.300</b>	<b>3.500</b>	<b>1.000</b>	<b>31.000</b>	<b>18.400</b>	<b>33.150</b>	<b>2.000</b>	<b>1.000</b>	<b>54.550</b>

X = 226.32 gr.

**Tabla 2 DISTRIBUCIÓN POR EDAD DE PERSONAS QUE HABITAN ELHOGAR ENCUESTADO, CANTIDAD Y PORCENTAJE DE CARNE CONSUMIDA EN LA ZONA CONURBADA DE ATEQUIZA-ATOTONILQUILLO, JALISCO. (2002)**

Edad de los Esposos	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
15 - 19	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
20 - 24	3	3	1	1	8	2	5	0	0	7
25 - 29	6	7	1	0	14	10	4	0	0	14
30 - 34	15	7	2	0	24	8	5	1	1	15
35 - 39	12	11	4	0	27	12	7	0	0	19
40 - 44	9	11	1	0	21	11	12	0	1	24
45 - 49	12	14	3	0	29	13	2	0	0	15
50 - 54	5	10	2	0	17	18	5	2	0	25
55 - 59	3	8	0	0	11	9	7	0	0	16
60 - 64	1	8	0	1	10	4	7	1	0	12
65 - 69	2	2	1	0	5	6	3	1	1	11
70 - 74	0	0	1	1	2	1	2	3	0	6
75 - 79	1	2	0	0	3	0	3	0	0	3
80 - 84	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
85 - 89	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>83</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>172</b>	<b>94</b>	<b>64</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>170</b>

Edad de los Esposos	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
15 - 19	0.000	0.000	0.100	0.000	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20 - 24	0.600	0.450	0.100	0.250	1.400	0.400	0.750	0.000	0.000	1.150
25 - 29	1.200	1.050	0.100	0.000	2.350	2.000	0.600	0.000	0.000	2.600
30 - 34	3.000	1.050	0.200	0.000	4.250	1.600	0.750	0.100	0.250	2.700
35 - 39	2.400	1.650	0.400	0.000	4.450	2.400	1.050	0.000	0.000	3.450
40 - 44	1.800	1.650	0.100	0.000	3.550	2.200	1.800	0.000	0.250	4.250
45 - 49	2.400	2.100	0.300	0.000	4.800	2.600	0.300	0.000	0.000	2.900
50 - 54	1.000	1.500	0.300	0.000	2.800	3.600	0.750	0.200	0.000	4.550
55 - 59	0.600	1.200	0.000	0.000	1.800	1.800	1.050	0.000	0.000	2.850
60 - 64	0.200	1.200	0.000	0.250	1.650	0.800	1.050	0.100	0.000	1.950
65 - 69	0.400	0.300	0.100	0.000	0.800	1.200	0.450	0.100	0.250	2.000
70 - 74	0.000	0.000	0.100	0.250	0.350	0.200	0.300	0.300	0.000	0.800
75 - 79	0.200	0.300	0.000	0.000	0.500	0.000	0.750	0.000	0.000	0.750
80 - 84	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.100	0.000	0.250
85 - 89	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.000	0.000	0.150
<b>Total</b>	<b>13.800</b>	<b>12.450</b>	<b>1.800</b>	<b>0.750</b>	<b>28.800</b>	<b>18.800</b>	<b>9.900</b>	<b>0.900</b>	<b>0.750</b>	<b>30.350</b>

X = 172.95 gr.

Tabla 3 CONSUMIDORES DE HÍGADO POR EDAD  
EN EL SISTEMA AGROPECUARIO. 2002

RANGO DE EDAD	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
0 - 4	3	11	27	0	41	0	2	16	0	18
5 - 9	17	15	13	0	45	5	9	16	0	30
10 - 14	31	20	13	0	64	12	12	5	0	29
15 - 19	40	20	9	0	69	28	11	0	0	39
20 - 24	27	20	11	0	58	49	15	3	0	67
25 - 29	15	20	3	0	38	20	22	2	0	44
30 - 34	21	14	6	0	41	29	12	3	0	44
35 - 39	13	25	6	0	44	17	12	0	0	29
40 - 44	11	10	3	1	25	16	12	0	0	28
45 - 49	13	17	12	0	42	14	8	3	0	25
50 - 54	6	7	9	0	22	15	15	4	0	34
55 - 59	3	6	4	0	13	8	5	2	0	15
60 - 64	1	8	4	0	13	4	5	4	0	13
65 - 69	3	3	3	0	9	2	4	2	0	8
70 - 74	1	1	4	0	6	1	3	3	0	7
75 - 79	0	1	3	0	4	0	2	2	0	4
80 - 84	0	1	1	0	2	0	1	4	0	5
85 - 89	0	0	2	0	2	0	1	1	0	2
<b>SUBTOTAL</b>	<b>205</b>	<b>199</b>	<b>133</b>	<b>1</b>	<b>538</b>	<b>220</b>	<b>151</b>	<b>70</b>	<b>0</b>	<b>441</b>
										<b>TOTAL: 979</b>

Fuente: Directa Encuesta 2002

**Tabla 4 PORCIONES DE HÍGADO CONSUMIDAS POR  
EDAD EN EL SISTEMA AGROPECUARIO. 2002**

RANGO DE EDAD	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
0 - 4	0.600	1.650	2.700	0.000	<b>4.950</b>	0.000	0.300	1.600	0.000	<b>1.900</b>
5 - 9	3.400	2.250	1.300	0.000	<b>6.950</b>	1.000	1.350	1.600	0.000	<b>3.950</b>
10 - 14	6.200	3.000	1.300	0.000	<b>10.500</b>	2.400	1.800	0.500	0.000	<b>4.700</b>
15 - 19	8.000	3.000	0.900	0.000	11.900	5.600	1.650	0.000	0.000	7.250
20 - 24	5.400	3.000	1.100	0.000	9.500	9.800	2.250	0.300	0.000	12.350
25 - 29	3.000	3.000	0.300	0.000	6.300	4.000	3.300	0.200	0.000	7.500
30 - 34	4.200	2.100	0.600	0.000	<b>6.900</b>	5.800	1.800	0.300	0.000	<b>7.900</b>
35 - 39	2.600	3.750	0.600	0.000	<b>6.950</b>	3.400	1.800	0.000	0.000	<b>5.200</b>
40 - 44	2.200	1.500	0.300	0.250	<b>4.250</b>	3.200	1.800	0.000	0.000	<b>5.000</b>
45 - 49	2.600	2.550	1.200	0.000	<b>6.350</b>	2.800	1.200	0.300	0.000	<b>4.300</b>
50 - 54	1.200	1.050	0.900	0.000	<b>3.150</b>	3.000	2.250	0.400	0.000	<b>5.650</b>
55 - 59	0.600	0.900	0.400	0.000	<b>1.900</b>	1.600	0.750	0.200	0.000	<b>2.550</b>
60 - 64	0.200	1.200	0.400	0.000	<b>1.800</b>	0.800	0.750	0.400	0.000	<b>1.950</b>
65 - 69	0.600	0.450	0.300	0.000	<b>1.350</b>	0.400	0.600	0.200	0.000	<b>1.200</b>
70 - 74	0.200	0.150	0.400	0.000	<b>0.750</b>	0.200	0.450	0.300	0.000	<b>0.950</b>
75 - 79	0.000	0.150	0.300	0.000	<b>0.450</b>	0.000	0.300	0.200	0.000	<b>0.500</b>
80 - 84	0.000	0.150	0.100	0.000	<b>0.250</b>	0.000	0.150	0.400	0.000	<b>0.550</b>
85 - 89	0.000	0.000	0.200	0.000	<b>0.200</b>	0.000	0.150	0.100	0.000	<b>0.250</b>
<b>TOTAL</b>	<b>41.000</b>	<b>29.850</b>	<b>13.300</b>	<b>0.250</b>	<b>84.400</b>	<b>44.000</b>	<b>22.650</b>	<b>7.000</b>	<b>0.000</b>	<b>73.650</b>

Fuente: Directa Encuesta 2002

Tabla 5 CONSUMO Y PROMEDIO POR EDAD DE HÍGADO DE BOVINO EN LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO. 2002

NIÑOS	ATEQUIZA (gr)					ATOTONILQUILLO (gr)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
0 - 4	0.600	1.650	2.700	0.000	<b>4.950</b>	0.000	0.300	1.600	0.000	<b>1.900</b>
5 - 9	3.400	2.250	1.300	0.000	<b>6.950</b>	1.000	1.350	1.600	0.000	<b>3.950</b>
10 - 14	6.200	3.000	1.300	0.000	<b>10.500</b>	2.400	1.800	0.500	0.000	<b>4.700</b>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>10.200</b>	<b>6.900</b>	<b>5.300</b>	<b>0.000</b>	<b>22.400</b>	<b>3.400</b>	<b>3.450</b>	<b>3.700</b>	<b>0.000</b>	<b>10.550</b>
<b>TOTAL:</b>	<b>32.950 kg.</b>					<b>Promedio: 32.950 kg / 227= 145 gr.</b>				

JOVENES	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
15 - 19	8.000	3.000	0.900	0.000	11.900	5.600	1.650	0.000	0.000	7.250
20 - 24	5.400	3.000	1.100	0.000	9.500	9.800	2.250	0.300	0.000	12.350
25 - 29	3.000	3.000	0.300	0.000	6.300	4.000	3.300	0.200	0.000	7.500
<b>SUBTOTAL</b>	<b>16.400</b>	<b>9.000</b>	<b>2.300</b>	<b>0.000</b>	<b>27.700</b>	<b>19.400</b>	<b>7.200</b>	<b>0.500</b>	<b>0.000</b>	<b>27.100</b>
<b>TOTAL:</b>	<b>54.800 kg.</b>					<b>Promedio: 54.800 kg / 315 = 173 gr.</b>				

ADULTOS	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
30 - 34	4.200	2.100	0.600	0.000	<b>6.900</b>	5.800	1.800	0.300	0.000	<b>7.900</b>
35 - 39	2.600	3.750	0.600	0.000	<b>6.950</b>	3.400	1.800	0.000	0.000	<b>5.200</b>
40 - 44	2.200	1.500	0.300	0.250	<b>4.250</b>	3.200	1.800	0.000	0.000	<b>5.000</b>
45 - 49	2.600	2.550	1.200	0.000	<b>6.350</b>	2.800	1.200	0.300	0.000	<b>4.300</b>
50 - 54	1.200	1.050	0.900	0.000	<b>3.150</b>	3.000	2.250	0.400	0.000	<b>5.650</b>
55 - 59	0.600	0.900	0.400	0.000	<b>1.900</b>	1.600	0.750	0.200	0.000	<b>2.550</b>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>13.400</b>	<b>11.850</b>	<b>4.000</b>	<b>0.250</b>	<b>29.500</b>	<b>19.800</b>	<b>9.600</b>	<b>1.200</b>	<b>0.000</b>	<b>30.600</b>
<b>TOTAL:</b>	<b>60.100 kg.</b>					<b>Promedio: 60.100 kg/ 362 = 166 gr.</b>				

Fuente: Directa Encuesta 2002.

ANCIANOS	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
60 - 64	0.200	1.200	0.400	0.000	1.800	0.800	0.750	0.400	0.000	1.950
65 - 69	0.600	0.450	0.300	0.000	1.350	0.400	0.600	0.200	0.000	1.200
70 - 74	0.200	0.150	0.400	0.000	0.750	0.200	0.450	0.300	0.000	0.950
75 - 79	0.000	0.150	0.300	0.000	0.450	0.000	0.300	0.200	0.000	0.500
80 - 84	0.000	0.150	0.100	0.000	0.250	0.000	0.150	0.400	0.000	0.550
85 - 89	0.000	0.000	0.200	0.000	0.200	0.000	0.150	0.100	0.000	0.250
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>2.100</b>	<b>1.700</b>	<b>0.000</b>	<b>4.800</b>	<b>1.400</b>	<b>2.400</b>	<b>1.600</b>	<b>0.000</b>	<b>5.400</b>
<b>TOTAL:</b>		<b>10.200 kg.</b>				<b>Promedio: 10.200 kg/ 75 = 136 gr.</b>				

Fuente: Directa Encuesta 2002.

EDAD DE LOS CONSUMIDORES	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
0 - 4	0	0	26	0	26	0	0	33	0	33
5 - 9	0	4	91	0	95	0	10	46	0	56
10 - 14	9	46	23	0	78	16	35	32	0	83
15 - 19	48	56	14	0	118	53	37	1	1	92
20 - 24	61	69	16	1	147	64	45	5	0	114
25 - 29	35	46	11	1	93	55	25	5	0	85
30 - 34	26	20	9	1	56	36	17	5	4	62
35 - 39	26	20	13	2	61	35	26	11	0	72
40 - 44	31	34	8	0	73	27	34	1	1	63
45 - 49	21	30	8	1	60	31	21	0	0	52
50 - 54	10	26	4	1	41	38	30	4	1	73
55 - 59	13	21	4	1	39	24	16	0	0	40
60 - 64	3	6	6	0	15	0	2	11	0	13
65 - 69	1	2	5	0	8	0	7	6	2	15
70 - 74	4	4	7	0	15	2	2	9	2	15
75 - 79	0	2	0	0	2	0	2	7	0	9
80 - 84	0	0	0	0	0	0	1	8	0	9
85 - 89	0	6	6	0	12	0	2	5	0	7
90 - 94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>288</b>	<b>402</b>	<b>251</b>	<b>8</b>	<b>949</b>	<b>391</b>	<b>312</b>	<b>189</b>	<b>11</b>	<b>903</b>

Fuente: Directa Encuesta 2002.

Tabla 6 CONSUMO DE CARNE DE BOVINO POR EDAD EN LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO. 2002

EDAD DE LOS CONSUMIDORES	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
0 - 4	0.000	0.000	2.600	0.000	2.600	0.000	0.000	3.300	0.000	3.300
5 - 9	0.000	0.600	9.100	0.000	9.700	0.000	1.500	4.600	0.000	6.100
10 - 14	1.800	6.900	2.300	0.000	11.000	3.200	5.250	3.200	0.000	11.650
15 - 19	9.600	8.400	1.400	0.000	19.400	10.600	5.550	0.100	0.250	16.500
20 - 24	12.200	10.350	1.600	0.250	24.400	12.800	6.750	0.500	0.000	20.050
25 - 29	7.000	6.900	1.100	0.250	15.250	11.000	3.750	0.500	0.000	15.250
30 - 34	5.200	3.000	0.900	0.250	9.350	7.200	2.550	0.500	1.000	11.250
35 - 39	5.200	3.000	1.300	0.500	10.000	7.000	3.900	1.100	0.000	12.000
40 - 44	6.200	5.100	0.800	0.000	12.100	5.400	5.100	0.100	0.250	10.850
45 - 49	4.200	4.500	0.800	0.250	9.750	6.200	3.150	0.000	0.000	9.350
50 - 54	2.000	3.900	0.400	0.250	6.550	7.600	4.500	0.400	0.250	12.750
55 - 59	2.600	3.150	0.400	0.250	6.400	4.800	2.400	0.000	0.000	7.200
60 - 64	0.600	0.900	0.600	0.000	2.100	0.000	0.300	1.100	0.000	1.400
65 - 69	0.200	0.300	0.500	0.000	1.000	0.000	1.050	0.600	0.500	2.150
70 - 74	0.800	0.600	0.700	0.000	2.100	0.400	0.300	0.900	0.500	2.100
75 - 79	0.000	0.300	0.000	0.000	0.300	0.000	0.300	0.700	0.000	1.000
80 - 84	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.800	0.000	0.950
85 - 89	0.000	0.900	0.600	0.000	1.500	0.000	0.300	0.500	0.000	0.800
90 - 94	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>57.600</b>	<b>58.800</b>	<b>25.100</b>	<b>2.000</b>	<b>143.500</b>	<b>76.200</b>	<b>46.800</b>	<b>18.900</b>	<b>2.750</b>	<b>144.650</b>

Fuente: Directa Encuesta 2002.

Tabla 7 PORCIONES (grs) Y PROMEDIO DE CONSUMO POR EDAD DE CARNE DE BOVINO EN EL SISTEMA AGROPECUARIO. 2002

EDAD DE LOS NIÑOS	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
0 - 4	0	0	26	0	26	0	0	33	0	33
5 - 9	0	4	91	0	95	0	10	46	0	56
10 - 14	9	46	23	0	78	16	35	32	0	83
TOTAL	9	50	140	0	199	16	45	111	0	172

EDAD DE LOS NIÑOS	ATEQUIZA (gr)					ATOTONILQUILLO (gr)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
0 - 4	0.000	0.000	2.600	0.000	2.600	0.000	0.000	3.300	0.000	3.300
5 - 9	0.000	0.600	9.100	0.000	9.700	0.000	1.500	4.600	0.000	6.100
10 - 14	1.800	6.900	2.300	0.000	11.000	3.200	5.250	3.200	0.000	11.650
TOTAL	1.800	7.500	14.000	0.000	23.300	3.200	6.750	11.100	0.000	21.050

(44, 350 kg. / 371 = 119 gr.) X = 119 gr.

EDAD DE LOS JOVENES	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
15 - 19	48	56	14	0	118	53	37	1	1	92
20 - 24	61	69	16	1	147	64	45	5	0	114
25 - 29	35	46	11	1	93	55	25	5	0	85
TOTAL	144	171	41	2	358	172	107	11	1	291

EDAD DE LOS JOVENES	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
15 - 19	9.600	8.400	1.400	0.000	19.400	10.600	5.550	0.100	0.250	16.500
20 - 24	12.200	10.350	1.600	0.250	24.400	12.800	6.750	0.500	0.000	20.050
25 - 29	7.000	6.900	1.100	0.250	15.250	11.000	3.750	0.500	0.000	15.250
TOTAL	28.800	25.650	4.100	0.500	59.050	34.400	16.050	1.100	0.250	51.800

(110, 850 kg / 649 = 170 gr.) X = 170 gr.

EDAD DE LOS ADULTOS	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
30 - 34	26	20	9	1	56	36	17	5	4	62
35 - 39	26	20	13	2	61	35	26	11	0	72
40 - 44	31	34	8	0	73	27	34	1	1	63
45 - 49	21	30	8	1	60	31	21	0	0	52
50 - 54	10	26	4	1	41	38	30	4	1	73
55 - 59	13	21	4	1	39	24	16	0	0	40
<b>TOTAL</b>	<b>127</b>	<b>161</b>	<b>46</b>	<b>6</b>	<b>330</b>	<b>201</b>	<b>144</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>362</b>

EDAD DE LOS ADULTOS	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
30 - 34	5.200	3.000	0.900	0.250	9.350	7.200	2.550	0.500	1.000	11.250
35 - 39	5.200	3.000	1.300	0.500	10.000	7.000	3.900	1.100	0.000	12.000
40 - 44	6.200	5.100	0.800	0.000	12.100	5.400	5.100	0.100	0.250	10.850
45 - 49	4.200	4.500	0.800	0.250	9.750	6.200	3.150	0.000	0.000	9.350
50 - 54	2.000	3.900	0.400	0.250	6.550	7.600	4.500	0.400	0.250	12.750
55 - 59	2.600	3.150	0.400	0.250	6.400	4.800	2.400	0.000	0.000	7.200
<b>TOTAL</b>	<b>25.400</b>	<b>22.650</b>	<b>4.600</b>	<b>1.500</b>	<b>54.150</b>	<b>38.200</b>	<b>21.600</b>	<b>2.100</b>	<b>1.500</b>	<b>63.400</b>

(117. 550 kg / 692 = 169 gr. )    X = 169 gr.

EDAD DE LOS ANCIANOS	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
60 - 64	3	6	6	0	15	0	2	11	0	13
65 - 69	1	2	5	0	8	0	7	6	2	15
70 - 74	4	4	7	0	15	2	2	9	2	15
75 - 79	0	2	0	0	2	0	2	7	0	9
80 - 84	0	0	0	0	0	0	1	8	0	9
85 - 89	0	6	6	0	12	0	2	5	0	7
90 - 94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>52</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>46</b>	<b>4</b>	<b>68</b>

EDAD DE LOS ANCIANOS	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
60 - 64	0.600	0.900	0.600	0.000	2.100	0.000	0.300	1.100	0.000	1.400
65 - 69	0.200	0.300	0.500	0.000	1.000	0.000	1.050	0.600	0.500	2.150
70 - 74	0.800	0.600	0.700	0.000	2.100	0.400	0.300	0.900	0.500	2.100
75 - 79	0.000	0.300	0.000	0.000	0.300	0.000	0.300	0.700	0.000	1.000
80 - 84	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.800	0.000	0.950
85 - 89	0.000	0.900	0.600	0.000	1.500	0.000	0.300	0.500	0.000	0.800
90 - 94	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>1.600</b>	<b>3.000</b>	<b>2.400</b>	<b>0.000</b>	<b>7.000</b>	<b>0.400</b>	<b>2.400</b>	<b>4.600</b>	<b>1.000</b>	<b>8.400</b>

(15.400 kg / 120 = 128 gr. ) X = 128 gr.

Fuente: Directa Encuesta 2002.

EDAD DE LOS CONSUMIDORES	ATEQUIZA (grs)					ATOTONILQUILLO (grs)				
	200	150	100	>200	Total	200	150	100	>200	Total
0 - 4	0.000	0.000	2.600	0.000	2.600	0.000	0.000	3.300	0.000	3.300
5 - 9	0.000	0.600	9.100	0.000	9.700	0.000	1.500	4.600	0.000	6.100
10 - 14	1.800	6.900	2.300	0.000	11.000	3.200	5.250	3.200	0.000	11.650
15 - 19	9.600	8.400	1.400	0.000	19.400	10.600	5.550	0.100	0.250	16.500
20 - 24	12.200	10.350	1.600	0.250	24.400	12.800	6.750	0.500	0.000	20.050
25 - 29	7.000	6.900	1.100	0.250	15.250	11.000	3.750	0.500	0.000	15.250
30 - 34	5.200	3.000	0.900	0.250	9.350	7.200	2.550	0.500	1.000	11.250
35 - 39	5.200	3.000	1.300	0.500	10.000	7.000	3.900	1.100	0.000	12.000
40 - 44	6.200	5.100	0.800	0.000	12.100	5.400	5.100	0.100	0.250	10.850
45 - 49	4.200	4.500	0.800	0.250	9.750	6.200	3.150	0.000	0.000	9.350
50 - 54	2.000	3.900	0.400	0.250	6.550	7.600	4.500	0.400	0.250	12.750
55 - 59	2.600	3.150	0.400	0.250	6.400	4.800	2.400	0.000	0.000	7.200
60 - 64	0.600	0.900	0.600	0.000	2.100	0.000	0.300	1.100	0.000	1.400
65 - 69	0.200	0.300	0.500	0.000	1.000	0.000	1.050	0.600	0.500	2.150
70 - 74	0.800	0.600	0.700	0.000	2.100	0.400	0.300	0.900	0.500	2.100
75 - 79	0.000	0.300	0.000	0.000	0.300	0.000	0.300	0.700	0.000	1.000
80 - 84	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.800	0.000	0.950
85 - 89	0.000	0.900	0.600	0.000	1.500	0.000	0.300	0.500	0.000	0.800
90 - 94	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>57.600</b>	<b>58.800</b>	<b>25.100</b>	<b>2.000</b>	<b>143.500</b>	<b>76.200</b>	<b>46.800</b>	<b>18.900</b>	<b>2.750</b>	<b>144.650</b>

Fuente: Directa Encuesta 2002.

### 13.5 COMPRA DE CARNE DE BOVINO EN LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO.

#### DÍA DE COMPRA (Kgs) POR TIPO DE CARNE DE BOVINO EN LAS LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO. 2002

E = Atequiza O = Atotonilquillo

Tipo	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes			Sábado			Domingo			Total		
	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma
1	58.8	28.3	87.1	13.5	20.0	33.5	20.5	26.0	46.5	12.8	10.5	23.3	11.8	11.0	22.8	32.3	40.0	72.3	31.8	31.5	63.3	181.3	167.4	348.7
2	8.5	11.0	19.5	21.5	6.5	28.0	19.8	9.0	28.8	9.0	6.0	15.0	9.5	8.5	18.0	6.0	3.5	9.5	7.5	8.5	16.0	81.8	53.0	134.8
3	12.3	5.5	17.8	6.5	2.0	8.5	18.5	18.5	37.0	7.5	1.0	8.5	14.0	6.0	20.0	19.0	23.0	42.0	27.8	14.0	41.8	105.5	70.0	175.5
4	9.3	2.0	11.3	2.5	5.0	7.5	10.3	5.5	15.8	13.3	5.5	18.8	11.3	1.5	12.8	14.8	3.0	17.8	13.8	5.5	19.3	75.0	28.0	103.0
6	00.0	00.0	00.0	00.0	00.0	00.0	00.0	00.0	00.0	00.0	00.0	00.0	1.0	00.0	1.0	0.8	4.5	5.3	00.0	00.0	00.0	1.8	4.5	6.3
7	00.0	00.0	00.0	0.5	00.0	0.5	00.0	00.0	00.0	2.5	00.0	2.5	4.0	1.0	5.0	2.3	7.5	9.8	0.5	11.0	11.5	9.8	19.5	29.3
Suma	88.9	46.8	135.7	44.5	33.5	78.0	69.1	59.0	128.1	45.1	23.0	68.1	51.6	28.0	79.6	75.2	81.5	156.7	81.4	70.5	151.9	455.2	342.4	797.6

1 = Para freír 2 = Molida 3 = Para asar 4= Para cocer, deshebrar 5= Carne seca 6= Birria ó barbacoa.

Fuente: Directa Encuesta 2002.

### 13.6 PRECIO DE LA CARNE EN EL SISTEMA AGROPECUARIO.

#### PRECIO POR Kg Y TIPO DE CARNE DE BOVINO EN LAS LOCALIDADES DEL SISTEMA AGROPECUARIO. 2002

E = Atequiza O = Atotonilquillo

Tipo	Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes			Sábado			Domingo			Total		
	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma	E	O	Suma
1	2,587	1,245	3,832	594	880	1,474	902	1,144	2,046	563	462	1,025	519	484	1,003	1,421	1,760	3,181	1,399	1,386	2,785	7,985	7,361	15,346
2	306	418	724	774	247	1,021	712	342	1,054	324	228	552	342	323	665	216	133	349	270	323	593	2,944	2,014	4,958
3	541	242	783	286	88	374	814	814	1,628	330	44	374	616	264	880	836	1,012	1,848	1,223	616	1,839	4,646	3,080	7,726
4	409	88	497	110	220	330	453	242	695	585	242	827	497	66	563	651	132	783	607	242	849	3,312	1,232	4,544
5	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	44	000	44	35	198	233	000	000	000	79	198	277
6	000	000	000	20	000	20	000	000	000	100	000	100	160	40	200	92	300	392	20	440	460	392	780	1,172
Suma	4,843	1,993	5,836	1,784	1,435	3,219	2,881	2,542	5,423	1,902	976	2,878	2,178	1,177	3,355	3,251	3,535	6,786	3,519	3,007	6,526	19,358	14,665	34,023

1 = Para freír 2 = Molida 3 = Para asar 4 = Para cocer, deshebrar 5 = Carne seca 6 = Birria o barbacoa

Fuente: Directa Encuesta 2002.

13.7 VALORES CRITICOS DE X<sup>2</sup>

Valores críticos de X<sup>2</sup>

Grados de Libertad gl	Unidireccional	.15	.10	.05	.025	.01	.005
	p = .25	bidireccional					
	p = .50	.30	.20	.10	.05	.02	.01
1	.455	1.074	1.642	2.706	3.841	5.412	6.635
2	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.341
4	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277
5	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086
6	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812
7	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	16.622	18.475
8	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090
9	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666
10	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209
11	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725
12	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217
13	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	25.472	27.688
14	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141
15	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578
16	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000
17	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409
18	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805
19	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191
20	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566
21	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932
22	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289
23	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.968	41.638
24	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980
25	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314
26	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.856	45.642
27	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963
28	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	45.419	48.276
29	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.583
30	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	47.962	50.892

<sup>a</sup> Para diferentes valores de *gl*, la tabla contiene valores unidireccionales y bidireccionales de  $\chi^2$  bajo  $H_0$ . Con valores de *gl* superiores a 30, puede utilizarse la expresión  $\sqrt{2X^2} - \sqrt{2(gl) - 1}$ , como desviación normal (*z*) con error estándar unitario.

*Nota:* Abreviado de la Tabla III de *Statistical methods for research workers*, de R.A. Fisher (Edimburgo: Oliver & Boyd Ltd. Reproducción autorizada por el autor y los editores.)

## 13.8 PARAMETROS

## TABLA 3

## NOM-001-ECOL-1996

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS																				
PARÁMETROS (*)  (miligramos por litro)	RIOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO			
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)		HUMEDALES NATURALES (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2
Cianuro	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

(\*) Medidos de manera total.

P.D.= Promedio Diario P.M.= Promedio Mensual N.A.= No es aplicable

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

4.4. Al responsable de la descarga de aguas residuales que antes de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana se le hayan fijado condiciones particulares de descarga, podrá optar por cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, previo aviso a la Comisión Nacional del Agua.

4.5. Los responsables de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales deben cumplir con la presente Norma Oficial Mexicana de acuerdo con lo siguiente:

a) Las descargas municipales tendrán como plazo límite las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 4. El cumplimiento es gradual y progresivo, conforme a los rangos de población. El número de habitantes corresponde al determinado en el XI Censo Nacional de Población y Vivienda, correspondiente a 1990, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.