



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**DETERMINACIÓN DE PLOMO EN LECHE DE GANADO  
BOVINO EN EL CANTÓN SITIO DEL NIÑO MUNICIPIO DE  
SAN JUAN OPICO, EL SALVADOR.**

**POR:**

**SAÚL ANTONIO MEDINA MATUS**

**ROBERTO GUILLEN PAREDES**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2012.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE PLOMO EN LECHE DE GANADO  
BOVINO EN EL CANTÓN SITIO DEL NIÑO MUNICIPIO DE  
SAN JUAN OPICO, EL SALVADOR.**

**POR:**

**SAÚL ANTONIO MEDINA MATUS**

**ROBERTO GUILLEN PAREDES**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO 2012.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO.**

**SECRETARIA GENERAL:**

**DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.**

**DECANO:**

**ING.AGR. MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA.**

**SECRETARIO:**

**ING. AGR. MSc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFA DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA**

F: \_\_\_\_\_

**MVZ. MARÍA JOSÉ VARGAS ARTIGA**

**DOCENTES DIRECTORES:**

F: \_\_\_\_\_

**MVZ. OSCAR LUIS MELÉNDEZ CALDERÓN**

F: \_\_\_\_\_

**LIC. GUILLERMO ANTONIO CASTILLO RUIZ**

**COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

F: \_\_\_\_\_

**MVZ. OSCAR LUIS MELÉNDEZ CALDERÓN**

## RESUMEN

La investigación ha comprobado la presencia de plomo en leche y agua, habiendo muestreado ambos fluidos en 6 lecherías, situadas en el cantón Sitio del Niño, del Municipio de San Juan Opico, Departamento de La Libertad; tomando en cuenta en el muestreo a vacas en primera, segunda y tercera lactación, se cuantifico el plomo presente en las muestras; calculando los resultados con el lector de absorción atómica. Evaluando variables: presencia de plomo en agua, leche y confirmando el nivel permisible del elemento. Con la prueba de Chi-cuadrado por homogeneidad se interactuaron los factores: 3 edades de lactación; muestras de agua, leche y sitios de lecherías dentro y fuera del área de contaminación declarada por el MARN, MSPAS Y MAG. Los resultados obtenidos fueron: en la (figura 1 y tabla 3) muestra la relación de la presencia y ausencia de plomo en la leche y el agua donde se encuentra un 94.44% y 66.66% de presencia de plomo en el total de las muestras analizadas respectivamente.

Los niveles presentes detectados en las muestras de leche de las 3 Ganaderías dentro del área contaminada (Figura 4 y tabla 8, tabla A - 2) dan evidencia que Ganadería 1. Presenta los niveles medios más altos en las muestras de leche conteniendo hasta 2,254mg/litro de plomo. En cuanto a las 3 Ganaderías fuera tenemos (figura 5 y tabla 9, tabla A-5) Ganadería 4, con niveles medios de plomo de 0.820mg/litro, por lo que se aprecia que tenemos niveles de plomo en leche en valores no permitidos en los sitios dentro y fuera.

## AGRADECIMIENTOS

De la manera más cordial queremos extender nuestra gratitud a todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo de investigación.

A nuestros asesores:

Médico Veterinario Zootecnista Oscar Luis Meléndez Calderón.

Licenciado Guillermo Antonio Castillo Ruiz.

Por Haber colaborado en todo momento con sus conocimientos, dedicación, aportando todo lo posible para terminar esta obra.

A La Facultad de Ciencias Agronómicas:

Donde se encuentran todos los docentes que nos formaron profesionalmente.

A La Facultad de Química y Farmacia:

Donde se nos proporciono cristalería y acceso a los laboratorios para procesar las muestras y prepararlas para las lecturas.

Al Maestro:

Licenciado Guillermo Antonio Castillo Ruiz. Quien colaboro no solo como asesor, sino que también como mediador para poder obtener en forma especial las lecturas de las muestras de leche y de agua, en el Instituto y desarrollo químico biológico, con sede en 8va, calle poniente y 8va. Ave. Sur, colonia el Carmen, Nueva San Salvador.

Al Instituto y desarrollo químico biológico:

Quienes aportaron el equipo de espectrofotometría de absorción atómica y en especial al Licenciado Mario González quien realizo las lecturas de las muestras analizadas para este estudio.

A otros colaboradores:

Dr. Francisco Lara por su gran colaboración en muchos momentos y también por su aporte de conocimiento en el área de biometría para el diseño estadístico.

Ing. Agr. Mario Antonio Bermúdez Márquez por su apoyo y conocimiento en el área de biometría para el desarrollo estadístico e interpretación de datos.



Al Departamento de Medicina Veterinaria:

Por su gran apoyo, comprensión y su tiempo donde mencionamos especialmente a M.V.Z. Oscar Luis Meléndez Calderón y Doris Rivera.

A los Señores dueños de las ganaderías.

Por permitirnos realizar esta investigación y la donación de las muestras de leche y agua de sus instalaciones e información adicional de sus establecimientos solicitados con el propósito de enriquecer el trabajo.

Roberto Guillen Paredes.

Saúl Antonio Medina Matus.

## DEDICATORIA

### A DIOS TODO PODEROSO

Por guiarme en el buen camino, dándome la fuerza y el fervor para seguir adelante, para hoy ver el fruto del esfuerzo, que se encuentra en esta obra.

### A MIS PADRES

José Saúl Medina Campos e Irma Estela Matus de Medina, quienes están siempre esperando que mi futuro sea fructuoso, y han puesto todo su amor en formar a la persona que ahora soy.

### A MIS HERMANOS

Que están siempre conmigo, y porque constantemente estamos apoyándonos mutuamente.

### A MÍ QUERIDA NOVIA

Daysi Guadalupe López Barahona. Que ha permanecido a mi lado apoyándome en todo momento, brindándome su amor.

Saúl Antonio Medina Matus.

## DEDICATORIA

**Este trabajo lo dedico a:**

A DIOS TODO PODEROSO

Por permitirme transitar por un largo camino, que fue el más seguro, dándome la fuerza y la paciencia para llegar al final de este esfuerzo.

A MI FAMILIA

Para que no desestime el enriquecimiento académico que ha alcanzado y mantenga buenos ánimos y el fervoroso deseo de seguir aprendiendo.

A MIS MAESTROS

Con aprecio y respeto por los conocimientos por ellos impartidos, reconociendo el esfuerzo e interés por asesorarme e incidir en el aprendizaje que creo que tengo.

A ESTUDIANTES DE ESTA Y OTRAS CARRERAS

Que fueron compañeros de estudio en una o varias asignaturas y que con sus ideas creativas le dieron impulso a las mías, para completar felizmente este cierre.

A CADA UNA DE AQUELLAS PERSONAS

Que piensan que el esfuerzo realizado por una persona adulta es infructuoso y creen que el costo beneficio, se debe de anteponer al conocimiento.

Roberto Guillen Paredes.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.	pág. iv
AGRADECIMIENTOS.	pág. v
DEDICATORIA.	pág. viii
INDICE DE TABLAS.	pág. xii
INDICE DE FIGURAS.	pág. xiv
INDICE DE ANEXOS.	pág. xv
1. INTRODUCCIÓN.	pág. 1
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.	pág. 2
2.1. ANTECEDENTES.	pág. 2
2.2. DESTINO BIOLÓGICO DEL PLOMO EN EL HOMBRE.	pág. 5
2.3. RESIDUOS DEL PLOMO EN LOS TEJIDOS DEL HOMBRE.	pág. 7
2.4. EFECTOS TOXICOS DEL PLOMO EN SALUD HUMANA.	pág. 8
2.5. AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO Y ANIMAL.	pág. 9
2.5.1. AGUAS RESIDUALES DESCARGAS A CUERPOS RECEPTORES Y PRESENCIA DE PLOMO.	pág. 10
2.5.2. EL AGUA: CALIDAD Y NECESIDADES EN EXPLOTACIONES BOVINAS.	pág. 11
2.6. ORIGEN DE INTOXICACION CON PLOMO EN ANIMALES.	pág. 11
2.6.1. TOXICIDAD DEL PLOMO EN BOVINOS.	pág. 12

2.6.2.	INTOXICACION POR PLOMO EN BOVINOS.	pág. 12
2.7.	MÉTODOS DE DETECCIÓN PARA PLOMO.	pág. 13
2.7.1.	ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.	pág. 13
2.7.2.	FUNDAMENTO DE ABSORCION ATOMICA Y CLASIFICACION DE ESPECTROSCOPIA.	pág. 15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.	pág. 16
3.1.	DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.	pág. 16
3.2.	MATERIALES.	pág. 17
3.2.1.	OTROS MATERIALES UTILIZADOS PARA LA INVESTIGACIÓN.	pág. 17
3.3.	EQUIPO.	pág. 17
3.4.	METODOLOGIA DE CAMPO.	pág. 17
3.4.1.	FASE DE MUESTREO.	pág. 18
3.5.	FASE DE LABORATORIO.	pág. 19
3.5.1.	FASE INICIAL SEPARACION DE GRASA Y PROTEINAS DE LA LECHE.	pág. 19
3.5.2.	FASE INICIAL PARA EL MANEJO DE AGUA EN EL LABORATORIO.	pág. 20
3.5.3.	FASE FINAL CUANTIFICACION DE PLOMO POR EL METODO DE ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATOMICA POR FLAMA ( $\lambda=283.3\text{nm}$ ).	pág. 20
3.6.	METODOLOGIA ESTADISTICA.	pág. 21
3.6.1.	VARIABLES A MEDIR.	pág. 21
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	pág. 22
4.1.	PRESENCIA DE PLOMO EN LECHE PRODUCIDA EN TRES GANADERÍAS DENTRO Y TRES FUERA DEL ÁREA DE CONTAMINACIÓN CON PLOMO	

	DETERMINADO CON EL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA.	pág. 33
4.2.	CUANTIFICACIÓN DEL PLOMO EN EL AGUA QUE ES USADA PARA ABASTECER AL GANADO BOVINO EN LAS SEIS GANADERÍAS, UTILIZANDO EL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA.	pág. 34
4.3.	COMPARACION DE PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLOMO EN LECHE Y AGUA OBTENIDAS DENTRO Y FUERA DEL ÁREA DECLARADA COMO CONTAMINADA.	pág. 35
4.4.	MEDICION DEL EFECTO EN EL PERIODO DE LACTACIÓN DE LAS VACAS EN PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLOMO.	pág. 36
4.5.	COMPARACIÓN DE LA PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLOMO CON LOS VALORES PERMISIBLES EN EL CODEX EN LA LECHE Y EL AGUA OBTENIDAS DENTRO Y FUERA DEL ÁREA DECLARADA COMO CONTAMINADA.	pág. 37
4.6.	MEDICIÓN DEL PH EN LAS MUESTRAS DE AGUA Y LECHE DE LAS 6 GANDERIAS.	pág.
	37	
5.	CONCLUSIONES.	pág. 38
6.	RECOMENDACIONES.	pág. 41
7.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.	pág. 43

## INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. El Salvador 2011. Promedios de plomo en mg/litro obtenidos en los análisis de laboratorio, para las diferentes muestras tomadas en cada una de las ganaderías; y sus respectivas comparaciones con los valores establecidos por las normas del (CODEX. 1995). pág. 23
  
- Tabla 2. Para Prueba de Chi Cuadrado por Homogeneidad de contingencia 2 x 2 para ver la relación entre las Muestras y Presencia y Ausencia de plomo. pág. 24
  
- Tabla 3. Relación de la presencia y ausencia de plomo en las muestras de Agua y Leche. pág. 24
  
- Tabla 4. Para Prueba de Chi Cuadrado por Homogeneidad de contingencia 2 x 2 para ver la relación entre los Sitios y Presencia y Ausencia de Plomo. pág. 25
  
- Tabla 5. Relación de Presencia y Ausencia de plomo en los Sitios Dentro y Fuera del Área de Contaminación. pág. 26

- Tabla 6. Para Prueba de Chi Cuadrado por Homogeneidad de contingencia 2 x 2 para ver la relación entre Periodos de lactancia y Presencia y Ausencia de Plomo. pág. 27
- Tabla 7. Relación de Presencia y Ausencia de plomo en Los Periodos de Lactación de las Vacas. pág. 28
- Tabla 8. Medias obtenidas de las variables en estudio de nivel de Plomo en muestras de leche; de 3 ganderias dentro del área de contaminacion, en el Sitio del Niño. pág. 29
- Tabla 9. Medias obtenidas de la variable en estudio nivel de Plomo en muestras de leche; de 3 ganderias fuera del área de contaminacion, en el Sitio del Niño. pág. 30
- Tabla 10. Medias obtenidas de la variable en estudio nivel de Plomo en muestras de Agua; de 3 ganderias dentro del área de contaminacion, en el Sitio del Niño. pág. 31
- Tabla 11. Medias obtenidas de la variable en estudio nivel de Plomo en muestras de Agua; de 3 ganderias fuera del área de contaminacion, en el Sitio del Niño. pág. 32



## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Relación de Presencia y Ausencia de Plomo en las Muestras de Agua y Leche. pág. 25
- Figura 2. Relación de Presencia y Ausencia de Plomo en los Sitios Dentro y Fuera del Área de Contaminación pág. 26
- Figura 3. Relación de Presencia y Ausencia de Plomo en Los Periodos de Lactación de las Vacas. pág. 28
- Figura 4. Nivel de Plomo en Muestras de leche de Vaca expresado en mg por Litro, tomado en 3 Ganaderías, del Área delimitada contaminada. pág. 29
- Figura 5. Nivel de Plomo en Muestras de leche de Vaca expresado en mg por Litro, tomado en 3 Ganaderías, en el Área fuera del radio de contaminación. pág. 30
- Figura 6. Nivel de Plomo en Muestras de Agua expresado en mg por Litro, tomado en 3 Ganaderías, del Área delimitada contaminada. pág. 31
- Figura 7. Nivel de Plomo en Muestras de Agua expresado en mg por Litro, tomado en 3 Ganaderías, en el Área fuera del radio de contaminación. pág. 32

## INDICE DE ANEXOS

- A-1. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 1. pág. 46
- A-2. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 2. pág. 46
- A-3. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 3. pág. 46
- A-4. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 4. pág. 47
- A-5. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 5. pág. 47
- A-6. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 6. pág. 47
- A-7. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 1. pág. 48

- A-8. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 2. pág. 48
- A-9. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 3. pág. 48
- A-10. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 4. pág. 48
- A-11. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 5. pág. 49
- A-12. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 6. pág. 49
- A-13. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 1. pág. 49
- A-14. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 2. pág. 49

- A-15. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 3. pág. 50
  
- A-16. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 4. pág. 50
  
- A-17. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 5. pág. 50
  
- A-18. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 6. pág.51
  
- A-19. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 1. pág. 51
  
- A-20. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 2. pág. 51

- A-21. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 3. pág. 52
  
- A-22. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 4. pág. 52
  
- A-23. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 5. pág. 53
  
- A-24. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 6. pág. 53
  
- A 25. Figura de Ubicación de la fábrica de Baterías como eje del Radio de contaminación. pág. 54
  
- A 26. Figura de Ubicación de Ganadería 1. pág. 54
  
- A 27. Figura de Ubicación de Ganadería 2. pág. 55
  
- A 28. Figura de Ubicación de Ganadería 3. pág. 55
  
- A 29. Figura de Ubicación de Ganadería 4. Fuera del límite del Radio de contaminación. pág. 56

- A 30. Figura de Ubicación de Ganadería 5 y 6. Fuera del límite del Radio de contaminación. pág. 56
  
- A 31. Figura de Ubicación del Radio de contaminación de 1500 tomando como eje La Fábrica de baterías. pág. 57
  
- A 32. Figura de Radio de 4100M. Encontrado en el estudio tomando como eje la fábrica de baterías. pág. 57
  
- A 33. Figura de Recipientes de rosca blanca con muestra de agua pág. 58
  
- A 34. Figura de Frascos de vidrio conteniendo el suero de leche. pág. 58
  
- A 35. Figura de Auto clave con la que se esterilizaron los frascos. pág. 59
  
- A 36. Figura de Muestras de leche de una Ganadería. pág. 59
  
- A 37. Figura de Toma de muestra de leche. pág. 60
  
- A 38. Figura de Forma de acidificar muestra de agua con ácido nítrico. pág. 60
  
- A 39. Figura de Equipo de absorción atómica con llama. pág. 61
  
- A 40. Figura de Software de absorción atómica Perkin Elmer.



## 1. INTRODUCCIÓN.

La leche es un alimento nutritivo, asequible; sin embargo puede ser una fuente de transmisión de enfermedades, por lo que debe garantizarse que sea sana, inocua y apta para consumo humano, lográndolo desde la explotación primaria, evitando que los bovinos presenten residuos de sustancias que atenten contra la salud humana; como el plomo, para evitar que esté presente en animales y el hombre y pueda acumularse toda la vida, ya que pequeñas dosis producen intoxicación, volviéndose un problema de salud pública, por ello la investigación ha permitido cuantificar el nivel de plomo en leche y agua de consumo de los animales, en los lugares con antecedentes de contaminación con plomo; que cuentan con un radio de contaminación 1500m. Donde también se ha considerado sus alrededores. Consiguiendo datos por medio de el análisis de absorción atómica por flama, cuantificando el plomo de muestras del suero de leche y el agua con la que se abastecen al os bovinos de 6 ganaderías distintas seleccionadas para la investigación; que demostró riesgos de seguridad alimentaría y en la salud pública. Los valores medios obtenidos por absorción atómica en las muestras de agua de las 3 Ganaderías dentro del área de Contaminación (tabla A-8; tabla A-9; tabla A10), al igual que la leche de estas Ganaderías posee niveles de plomo no permitidos para su consumo (tabla 1), según la norma del CODEX STANDARD FOR CONTAMINANTS AND TOXINS IN FOOD AND FEED, y la N.S.O. Por otra parte los datos determinados para las 3 Ganaderías fuera del radio de contaminación (tabla A-11; tabla A-12; tabla A13) también muestran niveles muy elevados que son no permitidos (tabla 1). estos resultados en las 6 Ganaderías superan el nivel de plomo citado por el (MARN. 2010).y por lo anterior en este estudio se han que creado recomendaciones para prevenir y reducir los riesgos de intoxicación con plomo.



## **2. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. ANTECEDENTES**

El plomo es un metal pesado, azulado, suave y maleable, usado en varios procesos industriales. El plomo existe naturalmente en la corteza terrestre, de donde es extraído y procesado para usos diversos. Cuando el plomo es ingerido, inhalado o absorbido por la piel, resulta ser altamente tóxico para los seres vivos en general y para los humanos en particular. El plomo no es biodegradable y persiste en el suelo, en el aire, en el agua y en los hogares. Nunca desaparece sino que se acumula en los sitios en los que se deposita y puede llegar a envenenar a generaciones de niños y adultos a menos que sea retirado (Valdés y Cabrera. 1999).

El plomo constituye el 2% de la corteza terrestre y se encuentra distribuido en todo el mundo. Durante la revolución industrial, el uso en aumento del plomo causó muchas enfermedades entre los trabajadores del plomo; en la década de 1870, la adición de sales de plomo a pinturas como colorantes y estabilizadores, fue el origen de la que ahora es la mayor epidemia de intoxicación saturnina en la historia, la del plumbismo infantil (Harrison. 1989).

Las fuentes de contaminación por plomo son múltiples e incluyen a las fundidoras, las fábricas de baterías, algunas pinturas, la loza de barro vidriado cocida a baja temperatura y las gasolinas con tetraetilo de plomo. Aparece como material más peligroso que la mayoría de los productos químicos. Se le considera dentro del 10% de los materiales más peligrosos para la salud humana. (Valdés y Cabrera. 1999).

La fábrica de baterías que funcionaba alrededor de Cantón Sitio del Niño del Municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad fue clausurada en septiembre del 2007 por orden del Ministerio de salud pública y de asistencia social (MSPAS) después de 13 años de operaciones en el reciclaje y fabricaciones de baterías para vehículos (Simetriss. 2010).

En el 2010, se declaró un radio de contaminación de 1,500 metros alrededor de la fábrica que se marco por parte del ministerio de medio ambiente, de donde, se habían tomado muestras de suelo y agua, estas fueron realizadas por Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Los niveles de plomo encontrados en 3 puntos muestreado de suelo llegan a las 40,000ppm (partes por millón), por lo que han sido declaradas 9 colonias afectadas en el lugar conocido como sitio del niño y las cuales son: Nueva candelaria, Tecpan, Brisas de San Andrés, Residenciales Santa Fe, Prados I y II, Caserío estación Bandera, Ciudad Versailles (MARN. 2010).

Las muestras de suelo tomadas que tenían niveles de 20,000ppm en las zonas adyacentes a viviendas y pozos de datos obtenidos por la Agencia de Protección de Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) apoyando al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), y se asegura que en productos agrícolas sembrados cerca de la fábrica, los niveles de plomo están 28 veces más altos del límite máximo permisible. Puesto que de acuerdo a EPA el límite máximo permisible en suelos de espacios abiertos debe ser de 400ppm (Laínez y Rivas. 2010).

En un estudio de investigación en donde se ve la comparación de límites permitidos de organismos internacionales con las concentraciones de las muestras tomadas a una distancia de 500 metros en el área de contaminación del sitio del niño donde se observo que de 27 muestras tomadas y analizadas del suelo, la muestra numero SP 26 con un valor de plomo de 14.4 ppm está ubicada en un terreno en donde se encuentra zacate que este es utilizado para la alimentación de ganado, y los animales que consumen estas malezas pueden estar absorbiendo el plomo por lo que la leche y la carne de estos animales pueden contener concentraciones de plomo (Herrera. 2009).

El hombre ha consumido leche desde el principio de su historia pero es imposible establecer la cuantía de este consumo a través de los años. La leche de vaca se utiliza habitualmente en la alimentación infantil desde hace casi un siglo aproximadamente y probablemente el inicio de esta práctica se vio favorecido por el progreso que experimentaron las técnicas ganaderas, de transporte, conservación y distribución (Amiot. 1991).

En el agua potable el límite máximo de plomo permisible según La NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA, 13, O7, O1:08. Segunda actualización AGUA. AGUA POTABLE (N.S.O) es de 0,01mg/dl (miligramos por decilitro) dado que puede estar presente en el agua de bebida con otros elementos, pero la suma de las razones de cada uno de ellos y su respectivo límite máximo permisible no debe superar la unidad, es decir 1 miligramo por decilitro (CONACYT. 2009).

Sin embargo los resultados obtenidos en tres pozos artesanales arrojan niveles de 0.044mg/dl en el radio de 1,500 m; ANDA, manifestó que la contaminación con plomo solo se ha detectado en pozos artesanales, sin afectar el manto freático (agua subterránea), pero hay riesgo debido a la escorrentía superficial (MARN. 2010).

Los metales pesados se han convertido en un tema actual tanto en el campo ambiental como en el de salud pública. Los daños que causan son tan severos y en ocasiones tan ausentes de síntomas, que las autoridades ambientales y de salud de todo el mundo ponen mucha atención en minimizar la exposición de la población, en particular de la población infantil, a estos elementos tóxicos. (Valdés y Cabrera. 1999).

## 2.2. DESTINO BIOLÓGICO DEL PLOMO EN EL HOMBRE

En el hombre, el plomo inorgánico no se metaboliza, sino que se absorbe, se distribuye y se excreta directamente. La velocidad a la que se absorbe el plomo depende de su forma química y física y de las características fisiológicas de la persona expuesta (edad y estado nutricional) (Herrera. 2009).

Para poner estos datos en perspectiva, debemos especificar que un microgramo es una millonésima parte de un gramo y un decilitro es la décima parte de un litro. Sin embargo es importante resaltar que este nivel no es seguro ni es normal, ni es deseable. Las autoridades médicas reconocen que no se ha identificado un umbral a partir del cual se presenten los efectos dañinos del plomo. La Academia Americana de Pediatría recomienda como nivel deseable de plomo en la sangre de los niños la cantidad de cero. Es importante recalcar que tampoco existe un nivel de plomo en sangre que pueda ser considerado normal (Valdés y Cabrera. 1999).

Las sales inorgánicas de plomo se absorben por vía digestiva o por inhalación. Las sales orgánicas también se absorben por la piel. La absorción por el tubo digestivo aumenta cuando hay deficiencia de hierro, calcio y zinc (Harrison. 1989).

El plomo inhalado y depositado en las vías respiratorias bajas se absorbe por completo. La cantidad de plomo absorbida en el tracto gastrointestinal de los adultos suele estar comprendida entre 10% y el 15% de la cantidad ingerida; en niños y mujeres embarazadas, puede ser de hasta 50% y se incrementa significativamente en estado de ayuno y deficiencia de calcio y hierro. Una vez en la sangre el plomo se distribuye en 3 compartimentos, la sangre, los tejidos blandos (Riñón, medula ósea, hígado y cerebro) y el tejido mineralizado (huesos y dientes) (Herrera. 2009).

En general la absorción por el tubo digestivo es del 10% de la dosis ingerida. La absorción pulmonar varía con el volumen del aire de ventilación y el tamaño de las partículas, pues las menores de 1  $\mu\text{g}$  pueden ser absorbidas si llegan a los alveolos. Los adultos pueden ingerir hasta 150  $\mu\text{g}$  de plomo al día, por exposición normal a alimentos y agua de bebida. Con estas concentraciones puede haber balance positivo de plomo, puesto que la eliminación renal normalmente excede 80 a 100  $\mu\text{g}$  diarios. En niños, no se toleran más de 5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de peso corporal sin aumentar la carga corporal de plomo (Harrison. 1989).

El tejido mineralizado contiene el 95% de la carga corporal total del plomo en los adultos. El organismo puede acumular plomo durante toda la vida y lo libera lentamente, por lo que pequeñas dosis pueden producir con el transcurso del tiempo intoxicación (Herrera. 2009).

### 2.3. RESIDUOS DEL PLOMO EN LOS TEJIDOS DEL HOMBRE

El plomo en los tejidos mineralizados se acumula en sub-compartimentos que difieren en la velocidad de reabsorción de plomo. En huesos existe un componente lábil, que intercambia rápidamente el con la sangre, y un reservorio inerte. El reservorio inerte es de riesgo especial, pues es una fuente endógena de plomo. Cuando el organismo se encuentra en condiciones de estrés, como embarazo, la lactancia o enfermedad crónica, este plomo inerte puede movilizarse y aumentar los niveles en sangre, debido a estos depósitos móviles de plomo, con frecuencia debe de transcurrir meses o incluso años para observar una disminución significativa en sangre (Araujo. 2010).

La observación de secuelas neurológicas permanentes, por concentraciones de plomo previamente consideradas seguras, han despertado temores de posibles daño fetal y también de recién nacidos. La naturaleza de esta epidemia ha forzado a prohibir la adición de sales orgánicas de plomo o gasolina y diversas disposiciones contra el uso de plomo en productos de consumo (Harrison, 1989).

Esto aun con la eliminación de la fuente de exposición. El 99% de plomo está asociado a eritrocitos; el 1% restante está presente en plasma, donde está disponible para ser transportado a tejidos. En la sangre si no se retiene se elimina a través de los riñones o en aclaración biliar a tracto gastrointestinal. En exposición única en hombres adultos la semivida del plomo es de 25 días, en los tejidos blandos, de unos 40 días; y en la porción no lábil de los huesos de más de 25 años (Araujo. 2010).

En condiciones de equilibrio, 5 a 10% del plomo ingerido puede encontrarse en la sangre, y el 95% de esta fracción unida a eritrocitos. Hasta 80 a 90% es captada por huesos e incorporado en cristales de hidroxapatita, donde es relativamente inactivo. El resto se halla en tejido blando, principalmente riñones y cerebro. La vía principal de eliminación son las materias fecales (80 a 90%); el resto por la orina (10%). La semidesintegración del plomo en la sangre y en tejidos blandos es de 24 a 40 días, en tanto que en hueso es de 104 días (Harrison. 1989).

#### 2.4. EFECTOS TOXICOS DEL PLOMO EN SALUD HUMANA

Cuando el plomo es ingerido, inhalado o absorbido por la piel, resulta ser altamente tóxico para los seres vivos en general y para los humanos en particular. Es tóxico para los sistemas endócrino, cardiovascular, respiratorio, inmunológico, neurológico, y gastrointestinal además de poder afectar la piel y los riñones. (Valdés y Cabrera. 1999).

El plomo es toxico de enzimas, uniéndose a los grupos disulfuro de proteínas. En altas concentraciones, el plomo altera la estructura terciaria de proteínas intracelulares, desnaturalizándolas y causando la muerte celular con la resultante inflamación tisular (Harrison. 1989).

Independientemente de que el plomo entre al organismo por inhalación o ingestión. Este interfiere con la función celular y con varios procesos fisiológicos. Sus efectos tóxicos pueden causar varios trastornos no deseados, perturbación de la biosíntesis de la hemoglobina y anemia, incremento de la presión sanguínea, daños a los riñones, abortos, perturbaciones del sistema nervioso, daño al cerebro, disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma, disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños y comportamientos de agresión impulsivo e hipersensibilidad en estos (Araujo. 2010).

Los efectos tóxicos del plomo difieren en niños y adultos- En los últimos, se caracteriza generalmente por dolor abdominal, anemia, nefropatía, cefalea, neuropatía periférica con desmielinización de neuronas largas, ataxia y pérdida de memoria. Los síntomas coinciden con una elevación prolongada de la concentración de plomo arriba de 80 a 100  $\mu\text{g}/100\text{mL}$  de sangre completa. En adultos se reconoce una forma subclínica, afectando principalmente el sistema nervioso periférico y los riñones. Hay una relación lineal entre hipertensión y concentración elevadas de plomo (mayor de 30  $\mu\text{g}/100\text{mL}$ ). En adultos es rara la encefalopatía (Harrison. 1989).

## 2.5. AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO Y ANIMAL

El agua para consumo humano no debe ser un vehículo de transmisión de enfermedades, por lo que es importante establecer parámetros y sus límites máximos permisibles para garantizar que sea sanitariamente segura para mantener la salud pública (CONACYT. 2009)

los requisitos mínimos establecidos para que el agua sea considerada potable, manteniendo límites determinados de contenido en microorganismos, sólidos en suspensión, sales y elementos químicos, como metales o nitritos. Estos límites deben ser cumplidos por el agua utilizada en las operaciones de limpieza de locales y equipos de ordeño, de forma que se garantice la calidad higiénica sanitaria de la leche obtenida. Las explotaciones que se abastecen de agua de la red municipal, pueden asegurar la calidad del agua. Sin embargo, se observa un gran número de lecherías aun se abastecen de pozos, aljibes o directamente de arroyos o manantiales, que no garantizan una buena calidad del agua que suministran a sus animales. En estos casos, el ganadero debe realizar controles periódicos del agua que emplea para las tareas de limpieza, ingesta de sus animales; tomando muestras y llevándolas a analizar a un laboratorio (Tomé. 2002).



### 2.5.1. AGUAS RESIDUALES DESCARGAS A CUERPOS RECEPTORES Y PRESENCIA DE PLOMO.

La norma salvadoreña obligatoria (N.S.O.13, 49, 01:09.) se aplica en todo el país para la descarga de aguas residuales vertidas a cuerpos de agua receptores superficiales. Deberá observarse el cumplimiento de los valores permisibles establecidos en esta norma, de forma que no se causen efectos negativos en el cuerpo receptor, tales como color, olor, turbiedad, radiactividad, explosividad y otros. El aprovechamiento del suelo como elemento para el reúso o tratamiento de las aguas residuales queda sujeto a lo establecido en el Reglamento Especial de Aguas Residuales, los respectivos permisos ambientales emitidos y la norma de reutilización de Aguas Residuales que se adopte (CONACYT. 2009).

El estudio de plomo y otros metales pesados en aguas de río y sedimento constituyen un aporte de disposición de información de carácter ambiental y contribuye al diagnóstico de cada cuenca que por consiguiente permitirá la toma de decisiones de tipo gubernamental. El plomo como metal pesado constituye un serio problema ambiental por su toxicidad y sus repercusiones fisiológicas tanto en seres humanos como en animales. La investigación de metales pesados como el plomo en el agua permite conocer las rutas contaminantes y su interacción con otras sustancias contaminantes en el agua (Contreras. 2004).

### 2.5.2. EL AGUA: CALIDAD Y NECESIDADES EN EXPLOTACIONES BOVINAS.

En las explotaciones lecheras, el agua es un recurso imprescindible para abastecer al ganado, realizar la limpieza de locales y equipos de ordeño y permitir la higiene del personal que trabaja en la explotación. El agua interviene en la limpieza de aquellos elementos que tienen contacto con la leche, como equipo de ordeño, tanque y baldes. La calidad de esta agua es determinante para la obtención de una leche sana y de buena calidad ya que interviene en aspectos claves del proceso de producción. Tal es su importancia que se establece que los locales en los que se realice el ordeño o en los que la leche sea almacenada, manipulada o enfriada, así como los equipos que intervengan en estos procesos, deben disponer de un sistema de abastecimiento de agua potable para su limpieza (Tomé. 2002)

### 2.6. ORIGEN DE INTOXICACION CON PLOMO EN ANIMALES

El envenenamiento por plomo puede ser consecuencia de que animales curiosos ingieren pinturas a base de plomo (bien pintura vieja y seca o pintura de envases vacíos), masilla de vidriero u otros materiales para calafateo, aceite usado de motores, linóleo, gasolina con plomo, plomo solidó, soldaduras, materiales de cubrimiento de tejados, asfalto, o efluentes industriales en corrientes de agua o forrajes. La hierba próxima a carreteras con circulación intensa puede contener cantidades tóxicas de plomo procedente de los tubos de escapes de los autos. Al lamer baterías descargadas también pueden intoxicarse por plomo los animales. El agua proveniente de tuberías de plomo o botes estañados con plomo pueden contener cantidades tóxicas. Las fuentes naturales de plomo tales como la galena y el suelo no son particularmente tóxicas aunque pueden sumarse a la carga total del organismo. La leche segregada por animales intoxicados por plomo puede ser peligrosa para animales jóvenes. El vertedero de las explotaciones agropecuarias suele ser una fuente de venenos para los animales (Booth y McDonald. 1987)

### 2.6.1. TOXICIDAD DEL PLOMO EN BOVINOS

Solo el 1-2% del plomo ingerido se absorbe en el tracto gastrointestinal formándose compuestos bastantes insolubles, incluso en el intestino. El medio ácido favorece la disolución del plomo y de sus compuestos inorgánicos. En la naturaleza, persiste indefinidamente. La dosis única letal oral aguda en terneros es de 50-600mg/Kg. como plomo o sales; vacuno adulto, 50-100gramos dosis total en forma de acetato de plomo, o 600 a 800mg/Kg. procedentes de sales de plomo. La toxicosis crónica se presenta si es ingerido durante un periodo de días, semanas o meses, la dosis oral crónica en terneros es 1-3gramos total /día; vacuno adulto, 6-7mg acetato de plomo/Kg. por día durante 6-8 semanas (aunque puede enfermar con 6 mg/Kg./día durante 60 semanas cuando el plomo procede de pinturas). Ingeriendo prolongadamente pequeñas cantidades puede desatar una enfermedad ligera o grave aunque la definición de pequeñas cantidades varía con la especie (Booth y McDonald. 1987).

### 2.6.2. INTOXICACION POR PLOMO EN BOVINOS

Es un envenenamiento que afecta al sistema nervioso central que sucede en los bovinos, cuando esto tiene acceso al plomo, sumado a su curiosidad, la falta de selectividad hace común que tiendan a lamer o beber donde se encuentra el plomo, en cualquier forma de presentación en los alrededores donde se encuentran pastando. Los síntomas de intoxicación son rápidos iniciando con Ataxia, temblores musculares, con movimientos, de masticación y expulsión de espuma de la boca. Marcada hiperestesia a los ruidos, manifestando muchas veces ceguera dando lugar a inseguridad de movimiento que los hace retroceder en cualquier momento. También se presenta dilatación pupilar, opistótomos y temblor muscular persistentes en periodos de convulsiones clónicas y

tónicas en forma intermitente sucediendo la muerte en una de estas convulsiones por insuficiencia respiratoria (Monroy. 2004).

## 2.7 MÉTODOS DE DETECCIÓN PARA PLOMO

El método que debe utilizarse para analizar plomo en cualquier tipo de muestra (ambientales como agua, aire y suelos o biológicas como alimentos, sangre, orina y pelo) es por espectrometría de absorción atómica ya que puede analizar trazas en alimentos como el plomo en la leche (Araujo. 2010).

### 2.7.1. ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA

La espectroscopia es una ciencia que estudia las interacciones que suceden entre la radiación y la materia. Estudia la energía radiante o flujo que es transmitido, absorbido o reflejado por una superficie, como una función de la longitud de onda. Este método permite llevar a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo de entre 70 y 80 elementos. Los límites de detección para muchos de estos elementos son de menos de una parte por mil millones. Como todos los métodos electroscópicos, en la espectroscopia de absorción atómica es necesario llevar a la muestra a un estado de vapor atómico. Este proceso conocido como atomización, consiste en volatilizar la muestra y descomponerla en sus átomos y quizás en algunos iones gaseosos. Para la atomización de las muestras que se van a analizar por espectroscopia de absorción atómica se utiliza principalmente la atomización a la flama y la atomización en horno (Skoog. 2000).

## 2.7.2. FUNDAMENTO DE ABSORCION ATOMICA Y CLASIFICACION DE ESPECTROSCOPIA

La estructura de la materia permite explicar los enlaces entre sus átomos, para formar moléculas; y la localización de ciertas partículas subatómicas, electrones, que se encuentran en sus átomos, esas partículas subatómicas, evidencian sus características ondulatorias ya que interactúan con la radiación electromagnética. La molécula en su forma estable bajo las condiciones ambientales corrientes se encuentran en un determinado nivel energético. Si se logra hacer incidir sobre esa molécula un fotón de radiación electromagnética con la energía apropiada, la molécula incrementa su contenido energético absorbiendo ese fotón. Se dice entonces que la molécula pasó a un estado excitado. La molécula excitada se encuentra en estado que no es estable en las condiciones ambientales; por lo tanto tiende a regresar a la condición estable y para lograrlo emite un fotón con la energía que lo éxito por lo tanto cuando el elemento irradia energía no lo hace en todas las longitudes de onda, solamente en aquellas de las que está provisto. Estas longitudes sirven para caracterizar a cada elemento. También ocurre que cuando un elemento recibe energía no absorbe todas las longitudes de onda sino solo aquellas de las que es capaz de poseerse. Estos métodos se clasifican de acuerdo con la región del espectro electromagnético que se utiliza para hacer la medición. Estas regiones incluyen los rayos Y, X, ultravioletas (UV), visible, infrarrojo (IR), las microondas y radiofrecuencia (RF). Además de la radiación electromagnética, la espectroscopia también incluye técnicas de espectroscopia acústica, de masa y electrónica .están además los métodos espectroscópicos atómicos y moleculares, muy utilizados en la actualidad (Skoog. 2000).

Cuando una solución de sal metálica se rocía con niebla fina sobre una flama, el disolvente de las gotitas se evapora de inmediato dejando partículas de la sal no ionizada, que se evaporan. Si no se efectúan fenómenos secundarios, la sal gaseosa se disocia parcialmente en átomos metálicos gaseosos. (Quezada, 2005)

Si estos átomos reciben suficiente energía de la flama, serán excitados a un nivel energético superior y al llegar a la parte más fría de la flama, emitirán esta energía de excitación como radiación a una longitud de onda característica de estos átomos metálicos. La medición de esa emisión es la base de la espectrometría de emisión de flama. (AOAC. 2000)

La sensibilidad del equipo usado en el estudio es de  $(5 \times 10^{-3} \text{ ppm})$  y no puede medir la cantidades por debajo de esta, de acuerdo al método descrito por la. (AOAC. 2000)

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El municipio de San Juan Opico, en el departamento de La Libertad, está limitado por los siguientes municipios: al N, por San Pablo Tacachico; al E, por San Matías y Quezaltepeque; al S, por Ciudad Arce y Colon y al W, por Coatepeque, departamento de Santa Ana. Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°58'03" LN. (Extremo septentrional) y 13°44'13" LN. (Extremo meridional); 89°17'10" LWG. (Extremo oriental) y 89°27'24" LWG (extremo occidental). Su división político administrativa en este caso el municipio se divide en 27 cantones y 101 caseríos; para la investigación se establecerá en el cantón Sitio del Niño que tiene tres caseríos: comunidad Sitio del Niño, Estación Bandera (parte), colonia Oscar Osorio, con hidrografía del río sucio que riega a este cantón, el río sucio nace fuera del municipio y lo atraviesa de W a E, en forma irregular. Una parte pequeña de él sirve de límite con Ciudad Arce, longitud dentro del municipio es 16.4km; el clima es agradable, pertenece al tipo de tierra caliente y tierra templada. La precipitación pluvial anual oscila entre 1400 y 2000mm (M.O.P. 1982).

El estudio se realizará en seis granjas de ganado bovino, las cuales se ubican 3 dentro del área de contaminación y 3 fuera de esta.

- Área de contaminación son: Ganadería 1, Sitio del Niño. Ganadería 2, Sitio del Niño. Ganadería 3, Sitio del Niño. (Figuras, A-2; A-3; A-4).

- Área fuera de contaminación son: Ganadería 4, Colonia Osorio. Ganadería 5, Caserío Flor Amarilla. Ganadería 6, Caserío Flor Amarilla (Figuras, A-5; A-6).

### 3.2. MATERIALES.

12 frascos plásticos de 250ml, 12 frascos de vidrio de 250ml, 5 galones de agua destilada, papel film, 2 rollos de tirro, papel filtro whatman número 40, 1 marcador, 10 rollos de papel kraf, tijeras, hielera grande, hielo, guantes de látex, 12 beaker de 600ml, 6 embudos de vidrio, 1 probeta de 1000ml, 1 pipeta volumétrica de 25 ml, 2 goteros, un agitador de vidrio, ácido clorhídrico 0.1N, ácido nítrico concentrado, tiras de papel pH, 1 cuchara plástica, 2 gabachas, 1 libreta de notas.

#### 3.2.1. OTROS MATERIALES UTILIZADOS PARA LA INVESTIGACION.

### 3.3. EQUIPO.

Espectrofotómetro de absorción atómica, Autoclave, Refrigerador.

### 3.4. METODOLOGIA DE CAMPO

La investigación constará de dos fases que comprenden: fase de muestreo, fase de laboratorio.

#### 3.4.1. FASE DE MUESTREO.

Esta fase tuvo una duración de 8 semanas, tomando las muestras y analizando una ganadería por semana. El muestreo se hizo en 6 ganaderías, donde 3 estaban dentro del área de contaminación y otras 3 fuera del área, simultáneamente se tomaron las muestras de leche y agua que se utiliza para dar a beber al ganado, que



provenían del pozo. El procedimiento de muestreo para el agua consto en tomar 250mL. en un frasco de boca ancha estéril, color blanco con tapón de rosca y luego identificarlo, tomando en cuenta que el pH podía afectar el dato si no era neutra la muestra, se uso tiras reactivas papel pH de 0-14 para ver si el agua era acida o alcalina y así evitar inestabilidad de muestra, si era neutra se agregaba acido nítrico concentrado con gotero al agua, donde se volvía a tomar la lectura de pH, el agua se tomaba de la fuente procurando que el frasco quedara rebalsando, luego se tapaba, se guardaba en un embalaje secundario refrigerándola entre 4 y 7°C. Se procedió a la toma de 3 muestras de agua en cada lugar, a las que se le tomo 3 replicas a cada una.

Las replicas se logran dando 2 lecturas mas a cada una, con el espectrofotómetro de absorción atómica, consiguiendo así 9 análisis de agua por lechería por día, únicamente una vez a la semana, con un total de 54 análisis de agua, en cuanto a la leche se esperaba encontrar residuos del plomo reflejado por el consumo de agua y se tomo 3 muestras, una para vacas en primera lactación, otra por vacas segunda lactación y otra más para las de tercera lactación o superior; cada una de estas tres muestras tendrían un duplicado teniendo así 6 muestras para el análisis y se le harán 2 replicas dando un total de 18 análisis por ganadería al día una vez a la semana, haciendo un total 108 análisis, la leche se colectaba, utilizando guantes; y por medio de ordeño manual o mecánico, colocando la leche dentro de frascos de vidrio estériles, y se tapaba usando papel film, luego se rotulaban; para después guardarlos en el embalaje secundario manteniéndolas refrigeradas, hasta ser llevadas al laboratorio junto con las muestras de agua correspondientes del mismo lugar, en el laboratorio se le tomaba su pH con las tiras reactivas; antes de la siguiente fase, para su posterior análisis y toma de datos.

### 3.5. FASE DE LABORATORIO

#### 3.5.1. FASE INICIAL SEPARACION DE GRASA Y PROTEINAS DE LA LECHE

Se realizo en La Facultad de Química y Farmacia. Antes de analizar la leche con el espectrofotómetro de absorción atómica. El procedimiento para separar la grasa y proteínas de la leche consistió en dejar reposar la leche en el frasco donde se recolecto cubierto con papel film y en refrigeración para que la emulsión de sólidos grasos reposara sobre la superficie de la leche, todo esto realizado 3 horas antes de agregar el ácido clorhídrico al 0.1 N y separando el sólido mecánicamente con la utilización de una cuchara plástica e inmediatamente adicionábamos 250mL de ácido clorhídrico 0.1 N con agitación de agitador de vidrio para neutralizar cualquier ácido presente disolviendo y precipitando la caseína. Obteniendo la separación limpia de las fases acuosas de los sólidos, después de esto se media el pH. Usando una pipeta volumétrica de 25mL se obtuvo el suero de la leche y se traslado al frasco de vidrio respectivo de cada muestra identificada y previamente lavado con ácido clorhídrico 0.1 N para filtrarlo con papel filtro whatman colocado sobre un embudo de vidrio previamente lavado con ácido clorhídrico 0.1 N hasta obtener un volumen mínimo de 50mL y el filtrado obtenido se cubría con papel film y se aseguraba con tirro alrededor, rotulando y llevándolo a refrigeración a 4°C. La muestra ya está lista para lectura de espectrofotómetro de absorción atómica y trasladada en hielera para mantener la muestra fresca hasta el Instituto de Investigación químico biológico.

### 3.5.2. FASE INICIAL PARA EL MANEJO DE AGUA EN EL LABORATORIO.

Se llevo a cabo en el Instituto de investigación y desarrollo químico biológico. Ubicado 8va, calle poniente y 8va. Ave. Sur, Colonia el Carmen, Nueva San Salvador.

Para el manejo de las muestras de agua, se uso el mismo proceso de traslado de la leche evitando así que no ocurran procesos de fermentación, por microorganismos que alterarían el pH. Como el agua se encuentra en solución no es necesario prepararla de otra forma y podrá cuantificarse el plomo presente en esta con el espectrofotómetro de absorción atómica. Luego de calibrar el aparato, preparando la curva del espectrofotómetro como lo describe el apartado 3.5.3.

### 3.5.3. FASE FINAL CUANTIFICACION DE PLOMO POR EL METODO DE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA POR FLAMA ( $\lambda=283.3\text{nm}$ ).

Técnica para la preparación de curva de espectrofotómetro para analizar plomo.

1. Preparar la solución de trabajo de 100mg/L que se hará disolviendo 0.1598g de nitrato de plomo en una cantidad mínima de  $\text{HN0}_3$  1+1, se adicionara 10mL de  $\text{HN0}_3$  concentrado y aforando con agua hasta 1000mL. Para elaborar la curva de concentración se tomaran concentraciones de 0.025 ppm, 0.05 ppm y 0.1 ppm, con un límite de detección del espectrofotómetro de 0.05 ppm.
2. Se correrá el blanco y se ajustara a cero el equipo.
3. Realizando la curva de calibración con solución patrón:
4. Hacer la lectura de absorbancia de la muestra.
5. Enjuagar nebulizador con mezcla de  $\text{HN0}_3/\text{H}_2\text{O}$  (1.5 mL/1mL).
6. Atomizar la muestra.

7. Hacer la lectura de la absorbancia de la muestra.
8. Realizar dos replicas más.

### 3.6. METODOLOGIA ESTADISTICA.

Para la metodología estadística se utilizo la prueba de Chi cuadrado por la Prueba de Homogeneidad con un nivel de significancia del  $\alpha=0.05$

#### 3.6.1. VARIABLES A MEDIR

Las variables a estudiadas se describen a continuación:

- 1) La presencia y cuantificación de plomo en leche y agua se medirá por medio del método de absorción atómica ya que el equipo se expresa en mg/L en forma directa.
- 2) edad de lactación en la que es mayor la presencia de plomo en la leche se medirá igual que el literal anterior.
- 3) La confirmación del nivel permisible de plomo se hará comparando datos según la norma salvadoreña obligatoria para el agua y el CODEX alimentario internacional para la leche.
- 4) Lectura de pH en leche y agua antes y después de acidificar, efectuada ambas con papel pH de 0 -14 y lectura directa con la escala de las cajas de la tira.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los datos obtenidos y que se reflejan en la siguiente tabla tanto para las muestras de agua y leche son valores que sobrepasan los límites aceptados tanto para el Codex Alimentario como para la norma salvadoreña obligatoria demuestran que la contaminación por plomo es evidente tanto en el límite geográfico de 1500m, establecido por el MARN, y se comprueba con estos datos que la contaminación con plomo no solo esta presente en esa área sino que también fuera de esta.

Límite máximo permitido en la leche es de 0.02 mg x kilogramo de leche ó 0.002 mg/dl. Según el CODEX general estándar para contaminantes y toxinas en comida y alimentos. (Codex. 1995). En el agua potable el límite máximo de plomo permisible según la norma salvadoreña obligatoria, 13, O7, O1:08. Segunda actualización AGUA. AGUA POTABLE (N.S.O) es de 0,01 mg/l (miligramos por litro). (CONACYT, 2009).

Tabla 1. El Salvador 2011. Promedios de plomo en mg/litro obtenidos en los análisis de laboratorio, para las diferentes muestras tomadas en cada una de las ganaderías; y sus respectivas comparaciones con los valores establecidos por las normas del (CODEX. 1995)

	FACTORES			Ganaderías	Pb mg/L	Nivel permitido	Nivel No permitido
1	<b>MUESTRAS DE LECHE</b> Límite máximo permitido en la leche es de 0.02 mg x litro	Dentro	L1	G1	2.254		X
2			L1	G2	0.291		X
3			L1	G3	0.373		X
4			L2	G1	0.19		X
5			L2	G2	0.266		X
6			L2	G3	0	X	
7			L3	G1	1.13		X
8			L3	G2	0.224		X
9			L3	G3	0.798		X
10		Fuera	L1	G4	0.820		X
11			L1	G5	0.275		X
12			L1	G6	0.270		X
13			L2	G4	0.735		X
14			L2	G5	0.274		X
15			L2	G6	0.300		X
16			L3	G4	0.758		X
17			L3	G5	0.082		X
18			L3	G6	0.265		X
19	<b>MUESTRAS DE AGUA</b> Límite máximo permitido en el agua es de 0,01 mg x litro	Dentro	L1	G1	0	X	
20			L1	G2	0.023		X
21			L1	G3	0.723		X
22			L2	G1	0	X	
23			L2	G2	0.195		X
24			L2	G3	0.727		X
25			L3	G1	0	X	
26			L3	G2	0.849		X
27			L3	G3	0.727		X
28		Fuera	L1	G4	7.16		X
29			L1	G5	0	X	
30			L1	G6	0.083		X
31			L2	G4	0.678		X
32			L2	G5	0	X	
33			L2	G6	0.108		X
34			L3	G4	0.691		X
35			L3	G5	0	X	
36			L3	G6	0.072		X

Tabla 2. Para Prueba de Chi Cuadrado por Homogeneidad de contingencia 2 x 2 para ver la relación entre las Muestras y Presencia y Ausencia de plomo.

Muestras	Presencia	Ausencia	Total
Muestra de Agua	12* (14.5)	6* (3.5)	18
Muestra de Leche	17* (14.5)	1* (3.5)	18
Total	29	7	36

\*= frecuencia observada Fo; ( )= frecuencia esperada Fe.

H1: Si existe una relación en las muestras en cuanto a la presencia y ausencia de plomo.

$$X^2 = \frac{(12 - 14.5)^2}{14.5} + \frac{(17 - 14.5)^2}{14.5} + \frac{(6 - 3.5)^2}{3.5} + \frac{(1 - 3.5)^2}{3.5} = 4.4335$$

$$\text{Chi tablas } 0.05\% (1) = 3.54$$

Según los resultados de la prueba estadística, si existe una relación entre muestras y la presencia de plomo con un nivel de significancia del 5%. Es decir que existe una diferencia en el contenido de plomo en las muestras de agua y leche, teniéndose mayor presencia en la leche.

Tabla 3. Relación de la presencia y ausencia de plomo en las muestras de Agua y Leche.

Muestras	Presencia	Ausencia
Agua	12	6
Leche	17	1

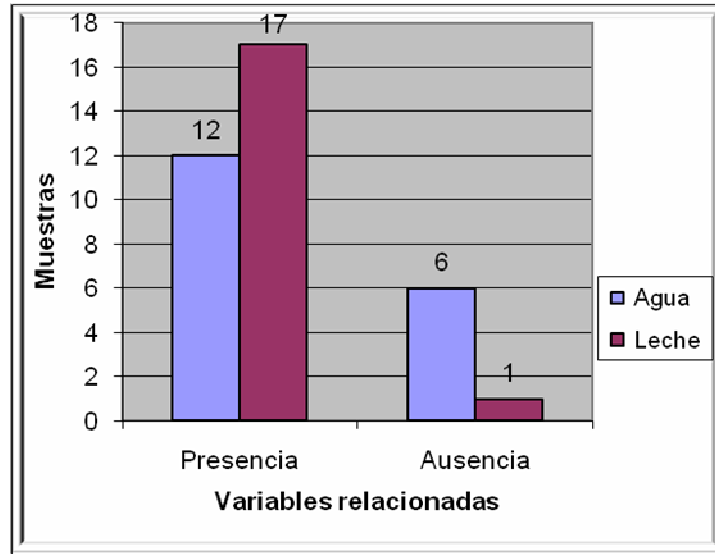


Figura 1. Relación de Presencia y Ausencia de Plomo en las Muestras de Agua y Leche.

Tabla 4. Para Prueba de Chi Cuadrado por Homogeneidad de contingencia 2 x 2 para ver la relación entre los Sitios y Presencia y Ausencia de Plomo

Sitios	Presencia	Ausencia	Total
Dentro	14* (14.5)	4* (3.5)	18
Fuera	15* (14.5)	3* (3.5)	18
Total	29	7	36

\*= frecuencia observada  $F_o$ ; ( )= frecuencia esperada  $F_e$ .

$H_o$ : No existe relación en cuanto al sitio donde se tomo la muestra con respecto a la presencia y ausencia de plomo.

$$X^2 = \frac{(14 - 14.5)^2}{14.5} + \frac{(15 - 14.5)^2}{14.5} + \frac{(4 - 3.5)^2}{3.5} + \frac{(3 - 3.5)^2}{3.5} = 0.1773$$

$$\text{Chi tablas } 0.05\% (1) = 3.54$$



Como se observa en los resultados obtenidos, no existe una relación en cuanto al sitio donde se tomó la muestra y la presencia de plomo con un nivel de significancia del 5%. Es decir que no existe una diferencia en cuanto al contenido de plomo de las muestras de agua y leche, en los sitios dentro del área declarada contaminada y los que están fuera de esta área. Por lo que se encuentra presencia de plomo en los sitios dentro y fuera en proporciones semejantes.

Tabla 5. Relación de Presencia y Ausencia de plomo en los Sitios Dentro y Fuera del Área de Contaminación.

Sitios	Presencia	Ausencia
Dentro	14	4
Fuera	15	3

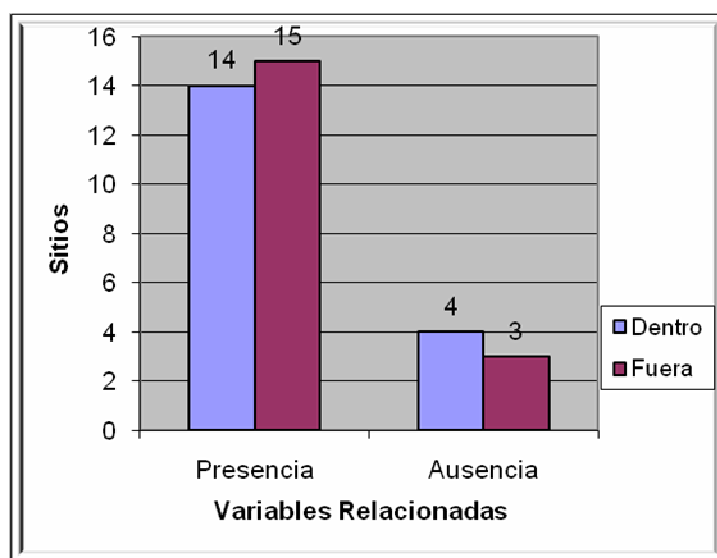


Figura 2. Relación de Presencia y Ausencia de Plomo en los Sitios Dentro y Fuera del Área de Contaminación.

Tabla 6. Para Prueba de Chi Cuadrado por Homogeneidad de contingencia 2 x 2 para ver la relación entre Periodos de lactancia y Presencia y Ausencia de Plomo.

Periodos de Lactancia	Presencia	Ausencia	Total
Periodo de Lactación 1	10* (9.66)	2* (2.33)	12
Periodo de Lactación 2	9* (9.66)	3* (2.33)	12
Periodo de Lactación 3	10* (9.66)	2* (2.33)	12
Total	29	7	36

\*= frecuencia observada Fo; ( )= frecuencia esperada Fe.

Ho: No existe relación en cuanto al Periodo de Lactancia del que se tome la muestra con respecto a la presencia y ausencia de plomo.

$$X^2 = \frac{(10 - 9.66)^2}{9.66} + \frac{(9 - 9.66)^2}{9.66} + \frac{(10 - 9.66)^2}{9.66} + \frac{(2 - 2.33)^2}{2.33} + \frac{(3 - 2.33)^2}{2.33} + \frac{(2 - 2.33)^2}{2.33} = 0.3552$$

$$\text{Chi tablas } 0.05\% (2) = 5.99$$

Los resultados de la prueba indican, que no existe relación en cuanto al Periodo de Lactancia del que se tome la muestra con la presencia de plomo en la leche con un nivel de significancia del 5%. Es decir que no existe una diferencia en cuanto al contenido de plomo de las muestras de Leche de los distintos Periodos de Lactación evaluados.

Tabla 7. Relación de Presencia y Ausencia de plomo en Los Periodos de Lactación de las Vacas.

Periodos de Lactancia	Presencia	Ausencia
Periodo de Lactación 1	10	2
Periodo de Lactación 2	9	3
Periodo de Lactación 3	10	2

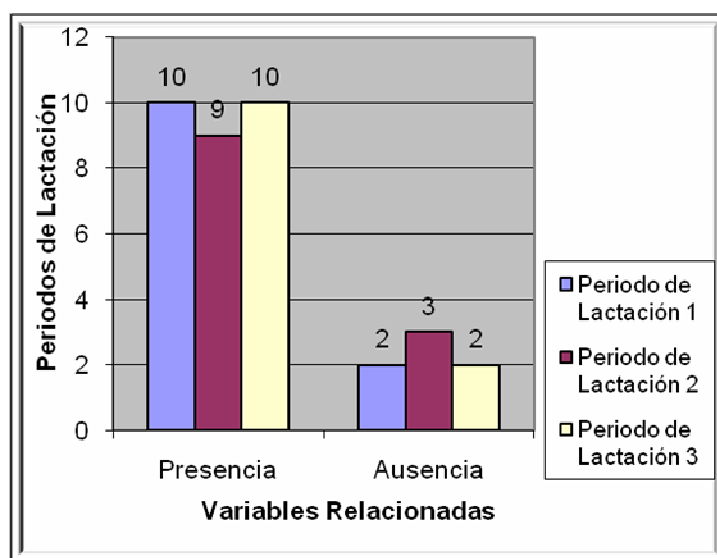


Figura 3. Relación de Presencia y Ausencia de Plomo en Los Periodos de Lactación de las Vacas.

Tabla 8. Medias obtenidas de las variables en estudio de nivel de Plomo en muestras de leche; de 3 ganaderias dentro del área de contaminacion, en el Sitio del Niño.

Sitios	Muestras	Media
Ganadería 1.	L1	2.254
	L2	0.190
	L3	1.130
Ganadería 2.	L1	0.291
	L2	0.266
	L3	0.224
Ganadería 3.	L1	0.373
	L2	0
	L3	0.798

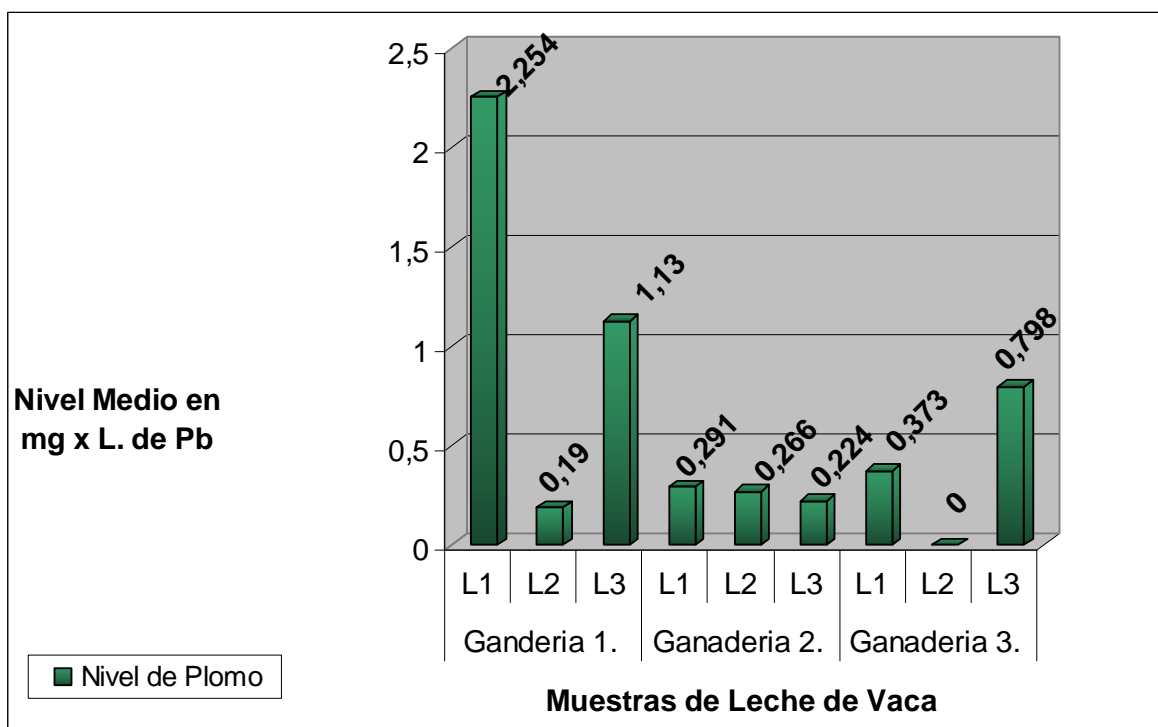


Figura 4. Nivel de Plomo en Muestras de leche de Vaca expresado en mg por Litro, tomado en 3 Ganaderías, del Área delimitada contaminada.

Tabla 9. Medias obtenidas de la variable en estudio nivel de Plomo en muestras de leche; de 3 ganderías fuera del área de contaminación, en el Sitio del Niño.

Sitios	Muestras	Media
Ganadería 4.	L1	0.820
	L2	0.735
	L3	0.758
Ganadería 5.	L1	0.735
	L2	0.274
	L3	0.082
Ganadería 6.	L1	0.270
	L2	0.300
	L3	0.265

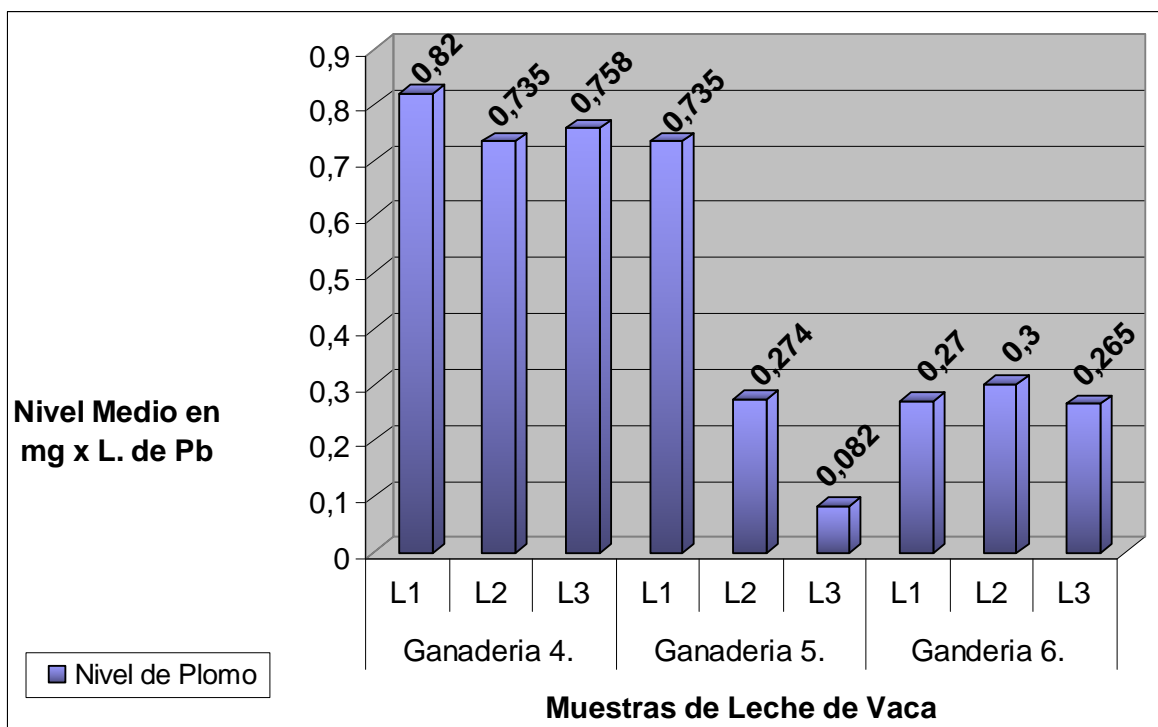


Figura 5. Nivel de Plomo en Muestras de leche de Vaca expresado en mg por Litro, tomado en 3 Ganaderías, en el Área fuera del radio de contaminación.

Tabla 10. Medias obtenidas de la variable en estudio nivel de Plomo en muestras de Agua; de 3 ganderias dentro del área de contaminacion, en el Sitio del Niño.

Sitios	Muestras	Media
Ganadería 1.	A1	-0.058
	A2	-0.045
	A3	-0.036
Ganadería 2.	A1	0.023
	A2	0.195
	A3	0.849
Ganadería 3.	A1	0,723
	A2	0,726
	A3	0,727

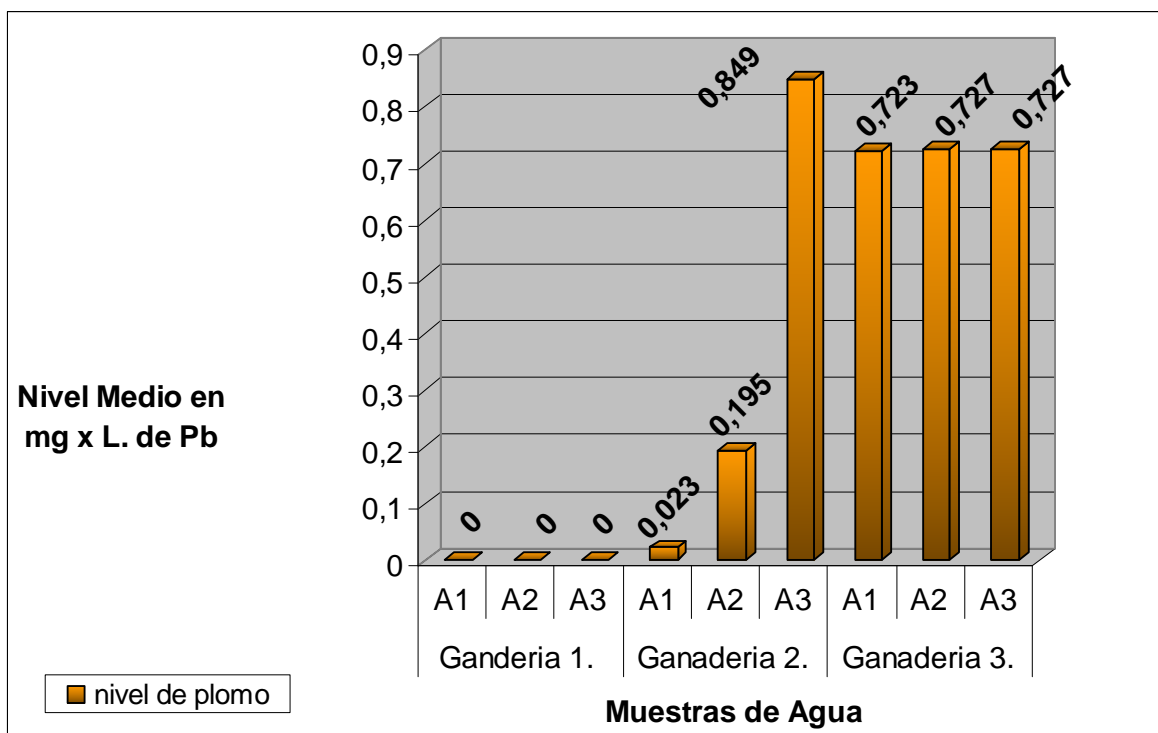


Figura 6. Nivel de Plomo en Muestras de Agua expresado en mg por Litro, tomado en 3 Ganaderías, del Área delimitada contaminada.

Tabla 11. Medias obtenidas de la variable en estudio nivel de Plomo en muestras de Agua; de 3 ganaderias fuera del área de contaminacion, en el Sitio del Niño.

Sitios	Muestras	Media
Ganadería 4.	A1	0,716
	A2	0,678
	A3	0,691
Ganadería 5.	A1	-0,165
	A2	-0,305
	A3	-0,376
Ganadería 6.	A1	0,083
	A2	0,108
	A3	0,072

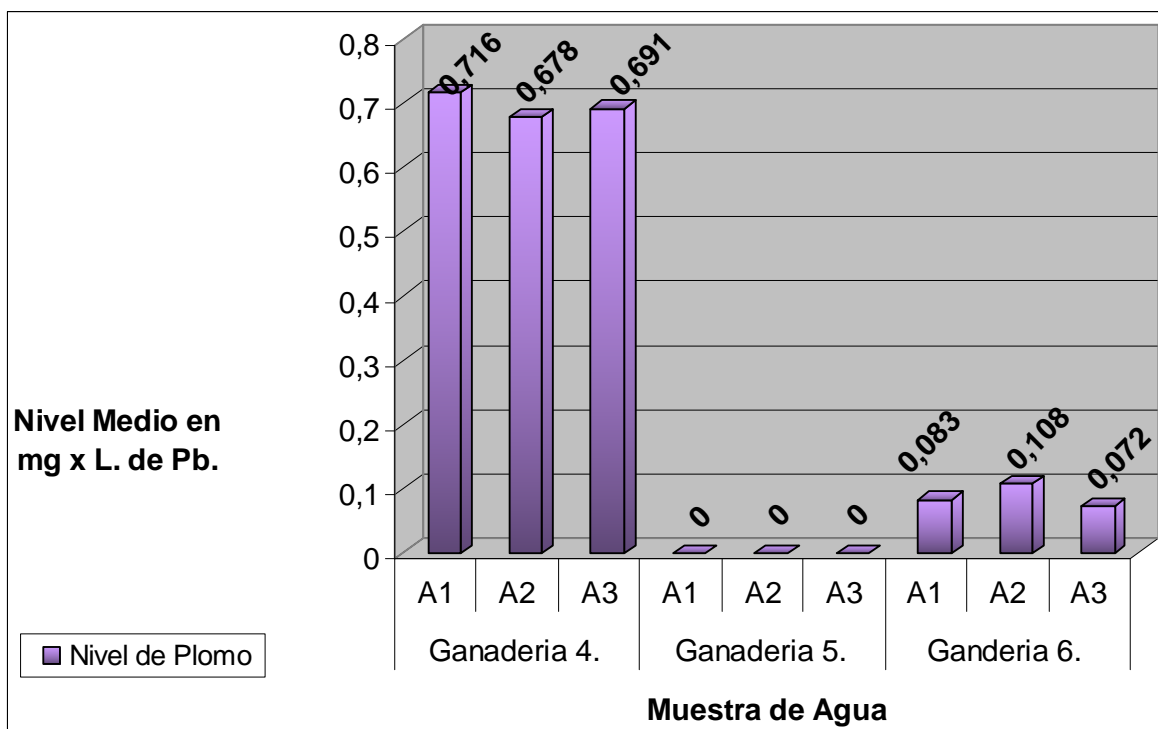


Figura 7. Nivel de Plomo en Muestras de Agua expresado en mg por Litro, tomado en 3 Ganaderías, en el Área fuera del radio de contaminación.

#### 4.1. PRESENCIA DE PLOMO EN LECHE PRODUCIDA EN TRES GANADERÍAS DENTRO Y TRES FUERA DEL ÁREA DE CONTAMINACIÓN CON PLOMO DETERMINADO CON EL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA.

Se observo una mayor presencia de plomo en la leche que en el agua, lo que indica, que las vacas que ingieren esta agua analizada no adquieren el plomo únicamente de esta fuente, y están involucradas otras como el pasto y el suelo; por lo que se considera lo citado por (Herrera. 2009). En su estudio donde analizó muestras de suelo a 500m. Alrededor de la fábrica, dijo que el suelo de los terrenos cercanos a la fábrica (A-25) se encuentra zacate que utiliza para alimentar el ganado; y estos animales pueden estar absorbiendo plomo por lo que su leche y carne pueden contener concentraciones de plomo.

La (figura 1 y tabla 3) muestra la relación de la presencia y ausencia de plomo en la leche y el agua, donde se encuentra un 94.44% y 66.66% de presencia de plomo en el total de las muestras analizadas respectivamente.

Los niveles presentes detectados en las muestras de leche de las 3 Ganaderías dentro del área contaminada (Figura 4, tabla 8 y A - 26) dan evidencia que Ganadería 1 presenta los niveles medios más altos en las muestras de leche conteniendo hasta 2.254mg/litro de plomo. En cuanto a las 3 Ganaderías fuera tenemos (figura 5 y tabla 9, A-5) Ganadería 4, con niveles medios de plomo de 0.820mg/litro, siendo este sitio el que tiene medias más altas; por lo que se aprecia que tenemos niveles de plomo en leche en valores no permitidos, según el Codex Alimentario en los sitios dentro y fuera.



#### 4.2. CUANTIFICACIÓN DEL PLOMO EN EL AGUA USADA PARA ABASTECER AL GANADO BOVINO EN LAS SEIS GANADERÍAS, UTILIZANDO EL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA.

Los valores medios obtenidos por absorción atómica en las muestras de agua de las 3 Ganaderías dentro del área de Contaminación (A-8; A-9; A10), al igual que la leche de estas Ganaderías posee niveles de plomo no permitidos para su consumo (tabla 1), según la norma del Codex, y la N.S.O. Por otra parte los datos determinados para las 3 Ganaderías fuera del radio de contaminación (A-11; A-12; A13) también muestran niveles muy elevados que son no permitidos (tabla 1). Estos resultados en las 6 Ganaderías superan el nivel de plomo citado por el (MARN. 2010). Donde obtuvieron resultados de tres pozos artesanales que arrojaban niveles de 0.044 mg/dl en el radio de 1,500m; ANDA, manifestó que la contaminación con plomo solo se ha detectado en pozos artesanales, sin afectar el manto freático (agua subterránea), pero hay riesgo debido a la escorrentía superficial. Esto es muy importante pues durante el proceso de muestreo del agua se obtuvo información de la procedencia de la misma la cual se ofrece a los animales de abasto e inclusive es consumida por las personas en la ganadería, en este caso en todas las ganaderías se obtiene agua de pozos que se extrae con bomba, dichos pozos de las Ganaderías 1, 2, 3, 4, 5 y 6; con profundidades de 3m, 4-6m, 6m, 33m, 13m, 14m respectivamente; destacando a la ganadería 5 que también usa agua del Río Sauce. Estos datos obtenidos con valores por encima de lo permitido y mayores a los citados por MARN. 2010. Permiten ver que el manto freático ya ha sido contaminado con plomo por la profundidad que tienen los pozos. Recordando a (Tomé. 2002), el agua es un recurso imprescindible; la calidad de esta agua es determinante para la obtención de una leche sana y de buena

calidad ya que interviene en aspectos claves del proceso de producción.

Además, el estudio de plomo y otros metales pesados en aguas de río y sus sedimentos constituyen un aporte de disposición de información de carácter ambiental y contribuye al diagnóstico de cada cuenca que por consiguiente permitirá la toma de decisiones de tipo gubernamental. El plomo como metal pesado constituye un serio problema ambiental por su toxicidad y sus repercusiones fisiológicas tanto en seres humanos como en animales. La investigación de metales pesados como el plomo en el agua permite conocer las rutas contaminantes y su interacción con otras sustancias contaminantes en el agua (Contreras, 2004).

#### 4.3. COMPARACION DE PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLOMO EN LECHE Y AGUA OBTENIDAS DENTRO Y FUERA DEL ÁREA DECLARADA COMO CONTAMINADA.

En cuanto Presencia y Ausencia de Plomo dentro del área delimitada contaminada y fuera de este lugar. Se evidencia que no influye en la presencia de plomo si la muestra es tomada dentro o fuera del área contaminada y siguiendo lo citado por (MARN, 2010) que declaró que el radio de contaminación con plomo era de 1,500m alrededor de la fábrica la que fue delimitada por medio de análisis de suelo y agua (A-31). En la (figura 2 y tabla 5), según la presente investigación esta área de contaminación se ha extendido afuera de este radio citado anteriormente pues es mucho más grande que el descrito por el MARN, teniendo esta nueva área encontrada 4100m. Ver (A-32). Proporcionando que la contaminación es igual dentro y fuera del área, por el análisis cuantitativo en las muestras de leche y agua.

#### 4.4. MEDICION DEL EFECTO EN EL PERIODO DE LACTACIÓN DE LAS VACAS EN PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLOMO.

La prueba estadística nos dice que el efecto de la presencia de plomo en las vacas de 3 periodos de lactación diferentes en las 6 ganaderías, no es significativo al 5%. Se aprecia una similitud en los contenidos de plomo en la leche de 3 edades, lo que es debido seguramente como lo reflejan los valores de muestras de leche y agua (tabla 1) por poseer cantidades semejantes en mg/l; que para el ganado bovino adulto representa dosis toxicas muy bajas según lo que ingieren, recordando a (Booth y McDonald, 1987), la toxicosis crónica se presenta si es ingerido durante un periodo de días, semanas o meses, la dosis oral crónica, vacuno adulto, 6-7mg acetato de plomo/Kg. por día durante 6-8 semanas (aunque puede enfermar con 6 mg/Kg./día durante 60 semanas cuando el plomo procede de pinturas); gracias a esto y sabiendo lo que mencionan también (Booth y McDonald, 1987) que solo el 1-2% del plomo ingerido se absorbe formando un compuesto insoluble, y por ello, sea la razón por la cual, las vacas no presentan una diferencia percibible, además de ser todas bovinos adultos por la metodología usada y el tipo de muestra (leche)

#### 4.5. COMPARACIÓN DE LA PRESENCIA DE RESIDUOS DE PLOMO CON LOS VALORES PERMISIBLES EN EL CODEX EN LECHE Y AGUA OBTENIDAS DENTRO Y FUERA DEL ÁREA DECLARADA COMO CONTAMINADA.

Los requisitos mínimos que debe cumplir el agua para que sea considerada potable, exige mantener en unos límites determinados el contenido en microorganismos, sólidos en suspensión, sales y elementos químicos, como metales o nitritos, según (Tomé. 2002), no obstante en las ganaderías que entraron en este estudio todas se abastecen de pozos artesanales, cuando debería de utilizarse agua potable de las redes públicas. La tabla 1 compara los valores permitidos con los no permitidos que se grafican en la (figura 1), en donde en la leche 17 valores medios son no permitidos y en el agua solamente son 12 valores medios no permitidos, resaltando lo que se observa en el grafico 6 (figura 6), la ganadería 1, aparece con niveles de plomo en cero, sin embargo no quiere decir que no contenga ninguna traza de plomo en agua, pues la sensibilidad ( $5 \times 10^{-3}$  ppm) del equipo usado no permite medir la cantidades por debajo de esta, de acuerdo al método descrito por la AOAC, (2000). Por otra parte la ganadería 1 es la que presenta el nivel medio más alto de plomo en la muestra de leche, véase el grafico 4 (ver anexo de la ganadería 1).

#### 4.6. MEDICIÓN DEL PH EN LAS MUESTRAS DE AGUA Y LECHE DE LAS 6 GANDERIAS.

Para este caso se hizo la medición respectiva para cada muestra de agua y leche como puede verse en (Tabla A 13 hasta la Tabla A 24). El pH de las muestras fue tomado con el propósito de asegurar que este no fuera alterar el análisis, utilizando para ello tiras reactivas para pH con escala de 0-14.

## 5. CONCLUSIONES.

- Existe presencia de plomo tanto en los sitios donde se ubican las 3 ganaderías dentro del radio de contaminación de 1500m y también en las 3 ganaderías fuera de esta área.
- En las 3 ganaderías dentro del área contaminada, la ganadería 1 es la que presenta mayor nivel medio de plomo en las muestras de leche. Por otra parte las 3 ganaderías fuera del área de contaminación, la ganadería 4 tiene las medias más altas en su leche.
- La leche de las 6 ganaderías muestreadas tienen presencia de plomo.
- Existe mayor presencia de plomo en las muestras de leche que en las de agua en los 6 sitios; puesto que se evidencia que de 18 valores medios de leche de los lugares muestreados; 16 fueron positivos con contenidos de plomo mientras que en el agua solo lo fueron 12 entendiéndose que las vacas que consumen esta agua; que también es utilizada para la sala de ordeño, limpieza de utensilios y consumo de las personas en las ganaderías; no adquieren el plomo únicamente del agua que consumen; por lo que se incluyen otras fuentes, como el pasto, el suelo y aire.
- La cuantificación del plomo en el Agua, que fue tomada de pozos, donde se extrae la misma por medio de bombas de succión, se encuentra con niveles altos de plomo hasta 33m de profundidad, por lo que puede verse que ya fue afectado el manto freático.

- Los residuos de plomo en muestras de leche y agua tomadas dentro del área contaminada y fuera de esta; revelan que no se ve influenciada la presencia, si se toma muestra dentro o fuera del radio delimitado por el MARN, de 1,500m; pues las muestras se encuentran contaminadas en proporciones semejantes, como lo muestra la figura 2.
- Existe presencia de plomo dentro del área de 1,500m y fuera de este radio, ya que se encontró este metal en las muestras de leche y agua en un radio 4,100m.
- La medición del efecto en los periodos de lactación no es significativa, debido a que no hay mayor diferencia en el contenido de plomo de la leche, en los diferentes periodos de lactación.
- El contenido de plomo en la leche de los diferentes periodos de lactación, no tiene mucha variación debido a que todas comen y beben agua del mismo lugar, donde pueden ingerir cantidades de plomo semejantes.
- los valores medios que se encontraron en la leche de las 6 ganaderías, dieron como resultado 17 valores medios no permitidos; mientras que en el agua son 12 valores medios no permitidos. Puesto que estos datos sobrepasan los valores limites aceptados para la Leche y el Agua de 0.002mg/l y 0.01mg/l respectivamente.
- Los resultados en las medias que tienen niveles en cero de plomo en Leche y Agua no quiere decir que estén libres de este elemento; esto es debido a que la sensibilidad del método que se utilizo no puede medirlos por ser cantidades trazas muy pequeñas.

- Las ganaderías que fueron analizadas, obtiene su agua de pozos perforados, por lo que no utilizan Agua que garantice ser potable como la de la red pública, que es la fuente de elección para todos los procesos de la ganadería y el abasto de los animales

## 6. RECOMENDACIONES.

- En futuras investigaciones se analice plomo, en el suelo y el pasto que consumen los animales en el área que se incluyo en este estudio.
- Que todas las ganaderías estudiadas en las que se encontraron niveles no permitidos de plomo; tanto en el agua como la leche, se monitoreen periódicamente.
- De los 6 sitios investigados se obtuvieron datos que 2 de estos utilizan la leche para elaborar otros productos derivados, y por la anterior debería capacitarse a los propietarios en algunas alternativas que minimicen el riesgo a la salud pública.
- Las entidades gubernamentales competentes como Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social deberán hacer estudios de trazabilidad y rastreabilidad. Para evitar que estos se consuman.
- Las ganaderías estudiadas, deberán tomar su agua de una fuente más confiable; como la de la red pública pero siempre garantizando que es apta para consumo, la fuente de pasto deberá ser traída fuera de la explotación, donde también sea apta para consumo del animal y evitar que se consuma el que crece en la ganadería.
- Las personas que operan en estas ganaderías deberán abandonar el lugar para mantener su salud y bienestar; así también las personas aledañas a estas zonas.



- La ganadería 5 utiliza agua del río sauce el cual posiblemente sea una fuente de contaminación, por lo cual debe ser analizado y estudiado, debido a que puede acarrear escorrentías de agua con plomo cuando llueve.
- La laguna de Chanmico debe de ser analizada y estudiada por las entidades competentes como Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social encontrarse muy cerca del área de contaminación, que también está en riesgo por las lluvias.

## 7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

1. Amiot, J. 1991. Ciencia y Tecnología De La Leche. Trad. RO. Almudi. Zaragoza, ES. Ed. Acribia, S. A. 547 p.
2. A.O.A.C., 2000. Métodos Oficiales Analíticos, Th 16 ed., Baltimore, US.
3. Araujo Chevéz, CI. 2010. Cuantificación de Plomo, Mercurio y Cadmio en Agua de Consumo Humano de Cinco Comunidades de El Salvador por Espectrofotométrica de Absorción Atómica. Tesis Lic. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 78 p.
4. Booth, N.H; McDonald, L.E. 1988. Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Zaragoza, ES. Ed. Acribia, S. A. 2 vols. 819p.
5. Codex, 1995. CODEX STANDARD FOR CONTAMINANTS AND TOXINS IN FOOD AND FEED. Codex stan 193-1995. 39p.
6. CONACYT, 2009. Acuerdo No. 407. NSO 13.07.01:08. Del Órgano Ejecutivo En el Ramo de Economía. Agua. Agua potable (segunda actualización). DIARIO OFICIAL, San Salvador, SV, JUN 12, pagina 43-61.
7. CONACYT, 2009. Acuerdo No. 407. NSO13, 49, O1:09. Del Órgano Ejecutivo En el Ramo de Economía. Las Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor. DIARIO OFICIAL, San Salvador, SV, MAR 11, pagina 39-53.

8. Contreras Pérez, J B; Mendoza, C. L.; Gómez, A. 2004. Determinación de metales pesados en Rió Haina. Santo Domingo, DO. Instituto Tecnológico de Santo Domingo. 71p. (En línea). Consultado 27 de diciembre de 2010. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/870/87029103.pdf>
9. Harrison, T. R 1989. Principios de Medicina Interna. Tomo I.11av. Ed. Nueva Editorial Interamericana, S. A. de C. V. México D. F. 1288 p.
10. Herrera Flores, K. I. M. 2009. Evaluación de la contaminación por plomo en suelos del cantón sitio del niño municipio de san Juan Opico departamento de la libertad. Tesis Lic. San Salvador, SV, Universidad de El Salvador. Nov. 79p.
11. Laínez, L. & G, RIVAS. 2010. Record: "No utilizan Bien Estándares de la EPA ", José Ofilio Guardián, directivo de Baterías de El Salvador, dice que el Máximo debería ser 1,200ppm y no 400ppm. Diario La prensa Grafica, San Salvador, SV, Sept, martes 28, pagina 28.
12. MARN, 2010. Estado de emergencia ambiental por plomo, Nueve colonias de San Juan Opico están comprendidas dentro del radio de 1500 afectados por la medida partiendo desde las inhalaciones de la fábrica de baterías, Diario la Prensa Grafica, San Salvador, SV, Agosto, Viernes 20, pagina 10.
13. Monroy M 2006. Buiatria. El arte de curar bovinos. GT. Editorial Universidad de San Carlos. 528p.

14. MOP. 1982. Monografía del Departamento y Municipios de La Libertad. Ciudad Delgado, SV. Edit. Instituto Geográfico Nacional Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán. 185 p.

15. Quezada Arrieta, O. R. 2005. NIVELES DE PLOMO EN MÚSCULO DE SÁBALO (*Prochilodus lineatus* y *P. nigricans*) PROVENIENTES DEL RÍO PILCOMAYO Y RÍO GRANDE. Tesis de Grado para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Ciencias Veterinarias, UAGRM. Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 47p.

16. Simetriss, 2010. Riesgos ocupacionales: intoxicación por plomo en sitio del niño, Diario Co-latino, San Salvador, SV, Sept, Martes 14, pagina 22.

17. Skoog, D; *et al.* 2000. Química Analítica. 7<sup>a</sup> ed. S.1, MX, Editorial MacGraw-Hill. 656p.

18. Tomé, JA; García Ocaña, EO; Terradillos Márquez, A. 2002. Manual de instalaciones para explotaciones lecheras. Sevilla, ES. Ed. JUNTA DE ANDA LUCIA. Consejera de Agricultura y de Pesca 246p.

19. Valdés Perezgasga, F; Cabrera Morelos, V M. 1999. LA CONTAMINACION POR METALES PESADOS EN TORREON, COAHUILA, MEXICO. Primera edición, MX, 50p.

## ANEXOS

A-1. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 1.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
L1	-0.056	-0.096	-0.086	-0.238	-0.076	0.021	26.51
L12	2.258	2.246	2.259	6.763	2.254	0.007	0.31
L2	0.229	0.214	0.128	0.571	0.19	0.055	28.78
L22	-1.117	-1.161	-1.119	-3.397	-1.133	0.025	2.21
L3	0.273	0.352	0.431	1.056	0.352	0.079	22.54
L32	1.149	1.109	1.131	3.389	1.13	0.02	1.77

A-2. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 2.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
L1	0.326	0.265	0.281	0.872	0.291	0.032	10.86
L12	0.241	0.266	0.278	0.785	0.262	0.019	7.14
L2	0.243	0.289	0.265	0.797	0.266	0.023	8.78
L22	0.284	0.242	0.239	0.765	0.255	0.025	9.79
L3	0.273	0.182	0.216	0.671	0.224	0.046	20.5
L32	0.137	0.216	0.165	0.518	0.173	0.04	23.11

A-3. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 3.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
L1	0.183	0.255	0.259	0.697	0.232	0.042	18.27
L12	0.375	0.345	0.398	1.118	0.373	0.027	7.2
L2	-0.513	-0.551	-0.569	-1.633	-0.554	0.029	5.24
L22	-0.583	-0.541	-0.572	-1.696	-0.565	0.022	3.84
L3	0.776	0.793	0.753	2.322	0.774	0.02	2.59
L32	0.829	0.786	0.78	2.395	0.798	0.027	3.34

A-4. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 4.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
L1	0.83	0.815	0.814	2.459	0.82	0.009	1.11
L12	0.774	0.777	0.755	2.306	0.768	0.012	1.56
L2	0.71	0.739	0.755	2.204	0.735	0.023	3.13
L22	0.695	0.697	0.717	2.109	0.703	0.012	1.71
L3	0.728	0.775	0.771	2.274	0.758	0.026	3.47
L32	0.755	0.747	0.808	2.31	0.77	0.033	4.35

A-5. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 5.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
L1	0.257	0.292	0.275	0.824	0.275	0.018	6.4
L12	0.208	0.211	0.166	0.585	0.195	0.025	12.88
L2	0.252	0.301	0.269	0.822	0.274	0.025	9.13
L22	0.213	0.196	0.213	0.622	0.208	0.01	4.75
L3	0.063	0.073	0.109	0.245	0.082	0.024	29.6
L32	0.061	0.018	0.036	0.115	0.038	0.022	55.96

A-6. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de leche con el método de absorción atómica. Ganadería 6.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
L1	0.221	0.262	0.328	0.811	0.27	0.054	19.97
L12	0.233	0.25	0.246	0.729	0.243	0.009	3.6
L2	0.265	0.302	0.333	0.9	0.3	0.034	11.29
L22	0.264	0.23	0.235	0.729	0.243	0.019	7.74
L3	0.245	0.227	0.222	0.694	0.232	0.012	5.21
L32	0.281	0.266	0.247	0.794	0.265	0.017	6.55

A-7. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 1.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
A1	-0.049	-0.026	-0.097	-0.172	-0.058	0.036	62.53
A2	-0.064	-0.052	-0.02	-0.136	-0.045	0.023	51.03
A3	-0.022	-0.027	-0.059	-0.108	-0.036	0.02	55.77

A-8. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 2.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
A1	0.035	0.014	0.02	0.069	0.023	0.011	47.06
A2	0.203	0.209	0.172	0.584	0.195	0.02	10.22
A3	0.694	0.873	0.98	2.547	0.849	0.144	16.96

A-9. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 3.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
A1	0,738	0,74	0,716	2,194	0,723	0,014	1,87
A2	0,704	0,727	0,747	2,178	0,726	0,022	2,97
A3	0,746	0,708	0,726	2,18	0,727	0,019	2,67

A-10. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 4.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
A1	0,699	0,731	0,718	2,148	0,716	0,016	2,27
A2	0,712	0,691	0,63	2,033	0,678	0,042	6,27
A3	0,678	0,712	0,684	2,074	0,691	0,018	2,55

A-11. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 5.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
A1	-0,203	-0,167	-0,124	-0,494	-0,165	0,039	23,79
A2	-0,278	-0,329	-0,308	-0,915	-0,305	0,026	8,48
A3	-0,424	-0,376	-0,329	-1,129	-0,376	0,047	12,53

A-12. Tabla de Datos para variable nivel de Plomo obtenidos de las repeticiones en muestras de Agua con el método de absorción atómica. Ganadería 6.

Muestras	R1	R2	R3	total	Media	SD	RSD
A1	0,108	0,094	0,048	0,25	0,083	0,032	37,99
A2	0,108	0,11	0,105	0,323	0,108	0,002	2,17
A3	0,056	0,066	0,094	0,216	0,072	0,019	26,94

A-13. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 1.

Muestra de Agua	pH del agua antes de acidificación con ácido nítrico	pH del agua después de acidificación con ácido nítrico
A1	7	2
A1 <sub>2</sub>	7	2
A2	7	2

A-14. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 2.

Muestra de Agua	pH del agua antes de acidificación con ácido nítrico	pH del agua después de acidificación con ácido nítrico
A1	7	2
A1 <sub>2</sub>	7	2
A2	7	2



A-15. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 3.

Muestra de Agua	pH del agua antes de acidificación con ácido nítrico	pH del agua después de acidificación con ácido nítrico
A1	7	2
A1 <sub>2</sub>	7	2
A2	7	2

A-16. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 4.

Muestra de Agua	pH del agua antes de acidificación con ácido nítrico	pH del agua después de acidificación con ácido nítrico
A1	7	2
A1 <sub>2</sub>	7	2
A2	6	3

A-17. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 5.

Muestra de Agua	pH del agua antes de acidificación con ácido nítrico	pH del agua después de acidificación con ácido nítrico
A1	7	2
A1 <sub>2</sub>	7	2
A2	7	2

A-18. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de agua antes de acidificación con ácido nítrico y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 6. .

Muestra de Agua	pH del agua antes de acidificación con ácido nítrico	pH del agua después de acidificación con ácido nítrico
A1	8	2
A1 <sub>2</sub>	8	2
A2	7	2

A-19. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 1.

Muestra de leche	pH de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N	pH de leche después de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N
L1	7	3
L1 <sub>2</sub>	7	3
L2	7	3
L2 <sub>2</sub>	7	3
L3	7	3
L3 <sub>2</sub>	7	3

A-20. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 2.

Muestra de leche	pH de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N	pH de leche después de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N
L1	7	3
L1 <sub>2</sub>	7	3
L2	7	3
L2 <sub>2</sub>	7	3
L3	7	3
L3 <sub>2</sub>	7	3

A-21. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 3.

Muestra de leche	pH de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N	pH de leche después de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N
L1	7	3
L1 <sub>2</sub>	7	3
L2	7	3
L2 <sub>2</sub>	7	3
L3	7	3
L3 <sub>2</sub>	7	3

A-22. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 4.

Muestra de leche	pH de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N	pH de leche después de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N
L1	7	3
L1 <sub>2</sub>	7	3
L2	7	3
L2 <sub>2</sub>	7	3
L3	7	3
L3 <sub>2</sub>	7	3

A-23. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 5.

Muestra de leche	pH de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N	pH de leche después de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N
L1	7	4
L1 <sub>2</sub>	7	3
L2	7	4
L2 <sub>2</sub>	7	3
L3	7	3
L3 <sub>2</sub>	7	3

A-24. Tabla de Datos para variable pH en las muestras de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N. Y variable pH de la muestra después de su acidificación. Ganadería 6.

Muestra de leche	pH de leche antes de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N	pH de leche después de acidificación con ácido clorhídrico a 0.1N
L1	7	3
L1 <sub>2</sub>	7	3
L2	7	3
L2 <sub>2</sub>	7	3
L3	7	3
L3 <sub>2</sub>	7	3

A 25. Figura de Ubicación de la fábrica de Baterías como eje del Radio de contaminación.



A 26. Figura de Ubicación de Ganadería 1.



A 27. Figura de Ubicación de Ganadería 2.



A 28. Figura de Ubicación de Ganadería 3.



A 29. Figura de Ubicación de Ganadería 4. Fuera del límite del Radio de contaminación.



A 30. Figura de Ubicación de Ganadería 5 y 6. Fuera del límite del Radio de contaminación.



A 31. Figura de Ubicación del Radio de contaminación de 1500 tomando como eje La Fábrica de baterías.

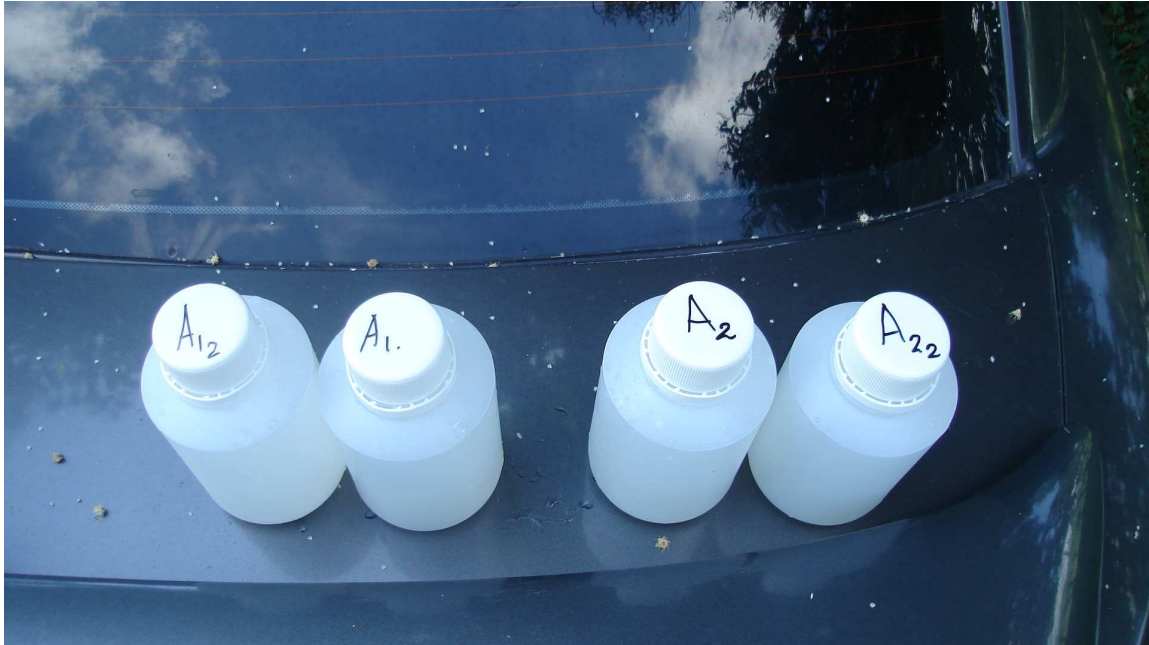


A 32. Figura de Radio de 4100M. Encontrado en el estudio tomando como eje la fábrica de baterías.

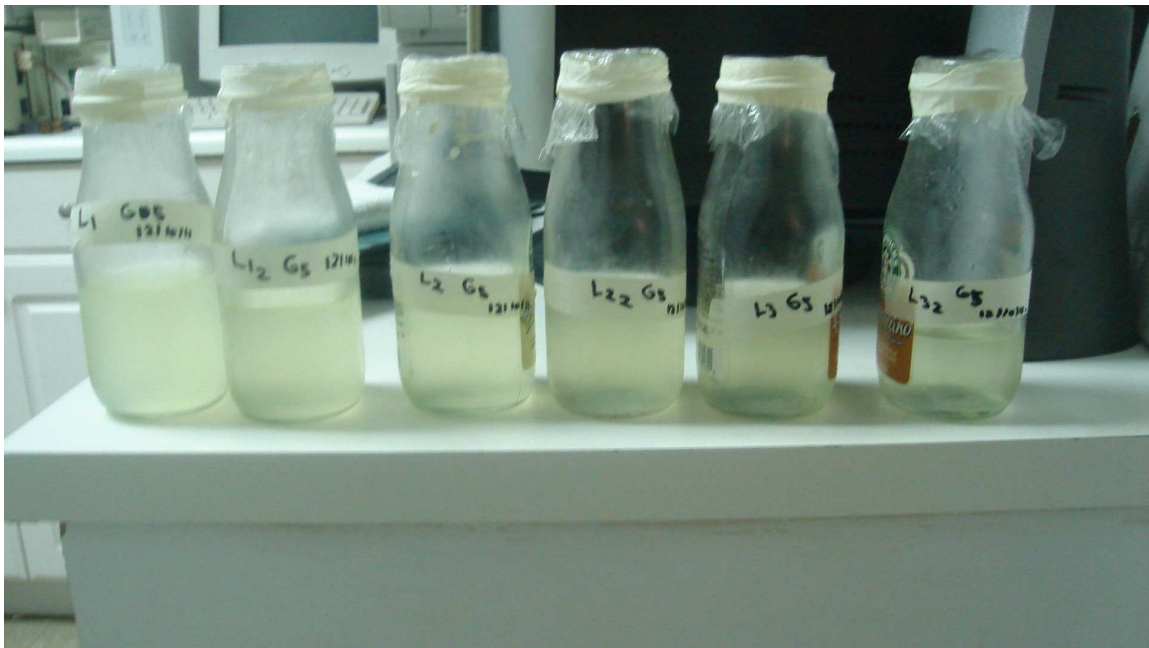




A 33. Figura de Recipientes de rosca blanca con muestra de agua



A 34. Figura de Frascos de vidrio conteniendo el suero de leche.



A 35. Figura de Auto clave con la que se esterilizaron los frascos.



A 36. Figura de Muestras de leche de una Ganadería.



A 37. Figura de Toma de muestra de leche.



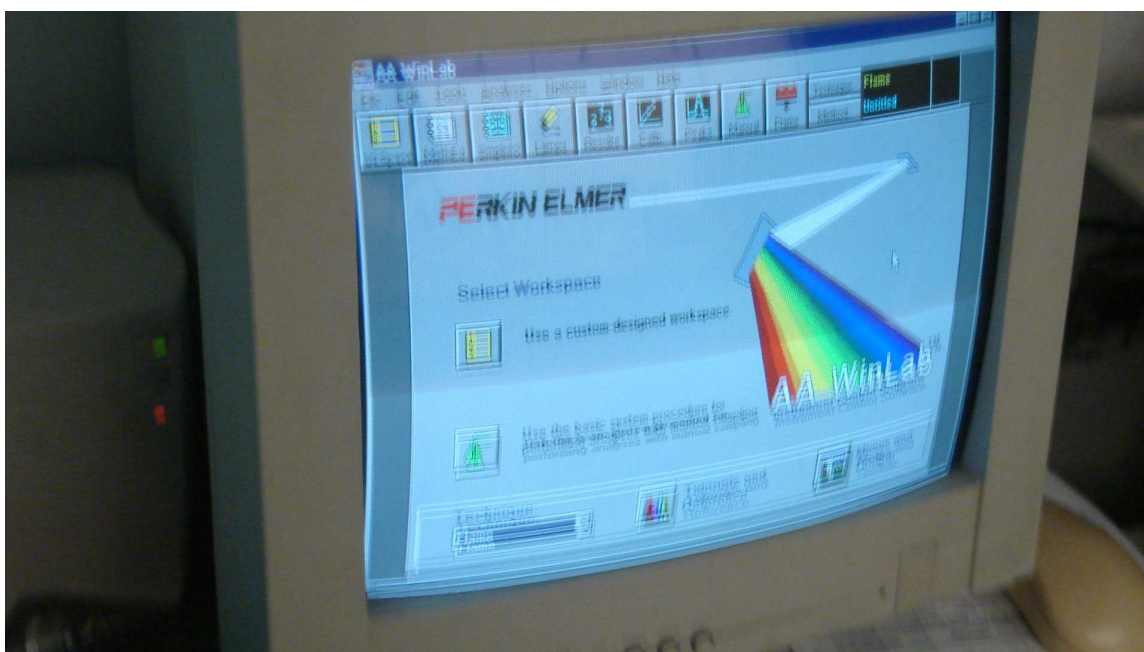
A 38. Figura de Forma de acidificar muestra de agua con ácido nítrico.



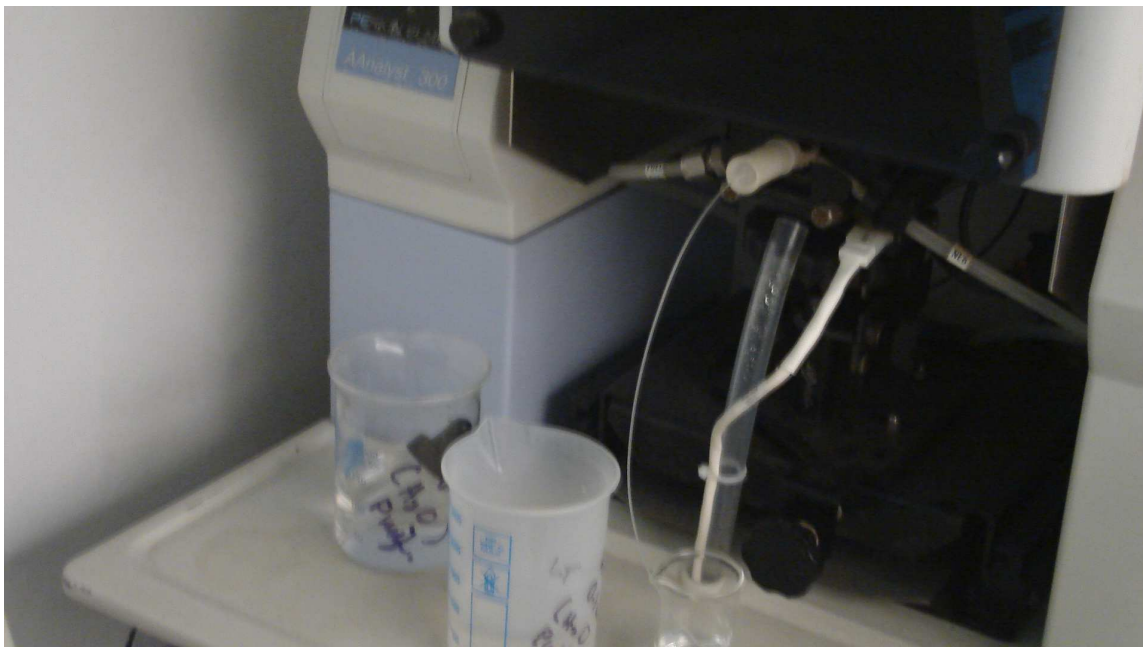
A 39. Figura de Equipo de absorción atómica con llama.



A 40. Figura de Software de absorción atómica Perkin Elmer



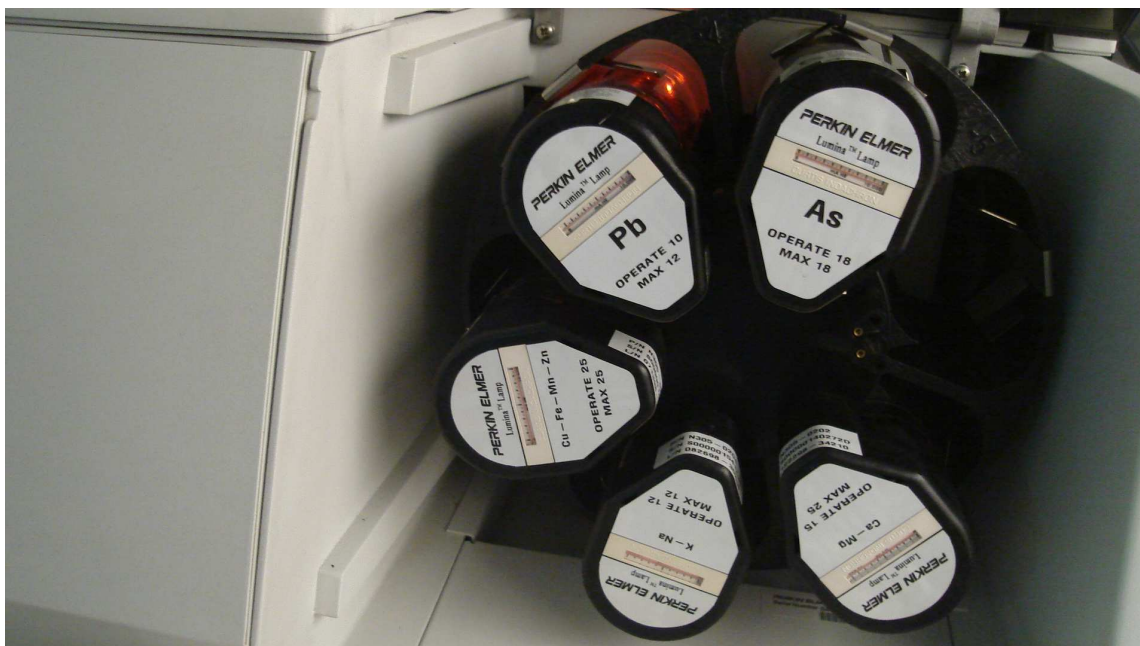
A 41. Figura de Capilar que succiona el blanco y drenaje de desecho del equipo.



A 42. Figura de Llama del equipo de absorción atómica.



A 43. Figura de Lámpara de plomo del equipo de absorción atómica



A 44. Figura de Curva de calibración para plomo.



A 45. Figura de Filtración de las muestras de leche



A 46. Figura de formato de encuesta para ganaderías estudiadas.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA

### RECOLECCION DE INFORMACION EN HACIENDAS GANADERAS

#### **Datos de la propiedad**

Nombre de la Empresa: \_\_\_\_\_

Propietario: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_

Cantón: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

Área total de la explotación: \_\_\_\_\_

Área dedicada a la ganadería: \_\_\_\_\_

Tipo de granja: \_\_\_\_\_

#### **Datos sobre el hato**

Número y clase de animales: \_\_\_\_\_

#### **Datos sobre la producción**

Vacas en producción: \_\_\_\_\_

Producción promedio diario: \_\_\_\_\_

Cantidad de ordeños: \_\_\_\_\_

Horas de ordeño: \_\_\_\_\_

Precio de venta de leche: \_\_\_\_\_



### **Sistema de alimentación**

Si el ganado va a pastoreo: \_\_\_\_\_

Especie forrajera usada: \_\_\_\_\_

Fuentes de abasto de agua para animales: \_\_\_\_\_

### **Programa sanitario**

Incidencia de enfermedades: \_\_\_\_\_

Vacunas aplicadas: \_\_\_\_\_

Frecuencia de vacunación: \_\_\_\_\_

Desparasitaciones externas:

Productos utilizados: \_\_\_\_\_

Desparasitaciones internas:

Productos usados: \_\_\_\_\_

Mortalidad: \_\_\_\_\_

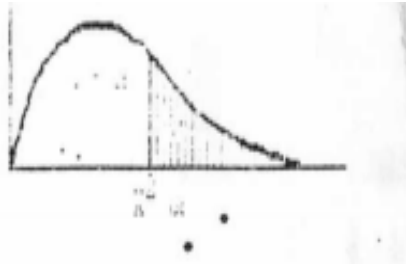
Terneros recién nacidos: \_\_\_\_\_

### **Recursos humanos**

Cantidad de personas dedicadas a la ganadería: \_\_\_\_\_

Número de mujeres: \_\_\_\_\_

A 47. Figura de Distribución de Chi cuadrado.



APENDICE 3. TABLA C  
DISTRIBUCION CHI-CUADRADA  
CON  $\nu$  GRADOS DE LIBERTAD

$\nu$	$\alpha=0.995$	$\alpha=0.99$	$\alpha=0.975$	$\alpha=0.95$	$\alpha=0.90$	$\alpha=0.75$	$\alpha=0.50$	$\alpha=0.25$	$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.025$	$\alpha=0.01$	$\alpha=0.005$	$\alpha=0.001$
1	.700	.0002	.0010	.0039	.0158	.102	.455	1.32	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	10.8
2	.0100	.0201	.0506	.103	.211	.375	1.39	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6	13.8
3	.0717	.115	.216	.352	.584	1.21	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.3	12.8	16.3
4	.207	.297	.484	.711	1.06	1.92	3.36	5.39	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9	18.5
5	.412	.554	.831	1.15	1.61	2.67	4.35	6.63	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7	20.5
6	.676	.872	1.24	1.64	2.20	3.45	5.35	7.84	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5	22.5
7	.989	1.24	1.69	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3	24.3
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.2	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0	26.1
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.4	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6	27.9
10	2.16	2.50	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.5	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2	29.6
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.3	13.7	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8	31.3
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.3	14.8	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3	32.0
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.3	16.0	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8	34.5
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.2	13.3	17.1	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	36.1
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.0	14.3	18.2	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	37.7
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.9	15.3	19.4	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	39.3
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.1	12.8	16.3	20.5	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	40.1
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.9	13.7	17.3	21.6	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	42.9
19	6.84	7.63	8.91	10.1	11.7	14.6	18.3	22.7	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	43.8
20	7.43	8.26	9.59	10.9	12.4	15.5	19.3	23.8	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	45.3
21	8.03	8.90	10.3	11.6	13.2	16.3	20.3	24.9	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	46.8
22	8.64	9.54	11.0	12.3	14.0	17.2	21.3	26.0	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	48.3
23	9.26	10.2	11.7	13.1	14.8	18.1	22.3	27.1	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	49.7
24	9.89	10.9	12.4	13.8	15.7	19.0	23.3	28.2	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	51.2
25	10.5	11.5	13.1	14.6	16.5	19.9	24.3	29.3	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	52.6
26	11.2	12.2	13.8	15.4	17.3	20.8	25.3	30.4	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	54.1
27	11.8	12.9	14.6	16.2	18.1	21.7	26.3	31.5	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	55.5
28	12.5	13.6	15.3	16.9	18.9	22.7	27.3	32.6	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	56.9
29	13.1	14.3	16.0	17.7	19.8	23.6	28.3	33.7	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	58.3
30	13.8	15.0	16.8	18.5	20.6	24.5	29.3	34.8	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	59.7
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	39.3	45.6	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	73.4
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	43.0	49.3	56.3	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	85.7
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	79.1	83.3	88.3	92.0	99.5
70	43.3	45.4	48.8	51.7	55.3	61.7	69.3	77.6	85.5	90.5	95.0	100	104	112
80	51.2	53.5	57.2	60.4	64.3	71.1	79.3	88.1	96.6	102	107	112	116	125
90	59.2	61.8	65.6	69.1	73.3	80.6	89.3	98.6	108	113	118	124	128	137
100	67.3	70.1	74.2	77.9	82.4	90.1	99.3	109	118	124	130	136	140	149