

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS
NATURALES**

TESIS:

**PRESENCIA DE METALES PESADOS EN LA LECHE DE CONSUMO
HUMANO EN EL VALLE DE CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

DOCTOR EN CIENCIAS

Presentada por:

M.Cs. LELIO ANTONIO SÁENZ VARGAS

Asesora:

Dra. CONSUELO BELANIA PLASENCIA ALVARADO

Cajamarca – Perú

2019

COPYRIGHT © 2019 by
LELIO ANTONIO SAENZ VARGAS
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS
NATURALES**

TESIS APROBADA:

**PRESENCIA DE METALES PESADOS EN LA LECHE DE CONSUMO
HUMANO EN EL VALLE DE CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

DOCTOR EN CIENCIAS

Presentada por:

M.Cs. LELIO ANTONIO SÁENZ VARGAS

JURADO EVALUADOR

Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado
Asesora

Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares
Jurado Evaluador

Dr. Jorge Piedra Flores
Jurado Evaluador

Dr. Marco Antonio Rivera Jacinto
Jurado Evaluador

Cajamarca – Perú

2019



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 050-2013-SUNEDUC/D

Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES

Siendo las *17*... horas, del día 18 de junio del año dos mil diecinueve, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por Dr. TEÓFILO SEVERINO TORREL PAJARES, Dr. JORGE PIEDRA FLORES, Dr. MARCO ANTONIO RIVERA JACINTO y en calidad de Asesora, la Dra. CONSUELO BELANIA PLASENCIA ALVARADO Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y el Reglamento del Programa de Doctorado de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la SUSTENTACIÓN de la tesis titulada: **PRESENCIA DE METALES PESADOS EN LA LECHE DE CONSUMO HUMANO EN EL VALLE DE CAJAMARCA**; presentada por el M.Cs. LELIO ANTONIO SÁENZ VARGAS

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó *APROBAR*..... con la calificación de *DI. S. C. I. S. E. S. (BUENA)*..... la mencionada Tesis; en tal virtud, el M.Cs. LELIO ANTONIO SÁENZ VARGAS, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **DOCTOR EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Mención **GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES**

Siendo las...*19*... horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado
Asesora


.....
Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares
Presidente Jurado Evaluador


.....
Dr. Jorge Piedra Flores
Jurado Evaluador


.....
Dr. Marco Antonio Rivera Jacinto
Jurado Evaluador

... A:

Mi esposa Marleni, por su apoyo constante para así alcanzar el logro de mis metas; a mis hijos Georgette, Yony, Támara, Walter, Doménico, Cristina, Nicolay, Laura, Ana Cecilia y José por su obediencia, cariño y comprensión que me motivaron a continuar y concluir con este extremo de mi vida, a Damaris, Maurizio, Rodrigo, Camila, Joshua, Valentino, Gael y Alessandro, Valeria, Doménica y Amelie, mis nietos; por las alegrías y sabiduría que nos brindan cada día.

A:

La memoria de mis apreciados y queridos padres Luis ⁽⁺⁾ y Francisco ⁽⁺⁾, Mercedes ⁽⁺⁾ y Pola, por haber sido siempre en mi vida, luz y guías en este mundo: mi gratitud eterna y que el Divino Hacedor los preserve hoy y en la eternidad. A mis hermanos Mónica, Engelbert, César, Luis, Carlos ⁽⁺⁾; Pedro, María y Gely por su confianza; los llevo en mi mente y mi corazón, razón para amarlos y quererlos todos los días que viva.

AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente divina de sabiduría que ilumina mi camino e irradia sus bendiciones, para el logro de mis objetivos y metas. Esta labor, que ha requerido de esfuerzo, dedicación y perseverancia por parte del autor, y la contribución, participación y cooperación desinteresada de muchas personas e instituciones, quienes han permitido su finalización.

Gracias a mis amigos muy en especial a la Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado de Uriol por aceptar ser mi asesora, y así realizar este estudio bajo su dirección con mucha dedicación, sabiduría y paciencia; guiándome con sus conocimientos e ideas, lo cual han sido aportes muy importantes que han permitido culminar con éxito esta investigación.

Agradecer a mis profesores y compañeros de posgrado por impartirme sus conocimientos y sabias enseñanzas y por compartir muchos momentos de estudio y camaradería.

Gracias al personal administrativo de la escuela de posgrado por brindarme su amistad y facilidades; así mismo, gracias a los señores miembros del Jurado Calificador por su tiempo y paciencia, in memoriam del Maestro Jiefar Díaz Navarro.

El autor

“Porque el Señor es el Espíritu; y donde está el Espíritu del Señor, allí hay libertad”

(San Pablo, 2 Co 5:17 VRV 1960)

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES	3
2.2. BASES TEÓRICAS	6
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	28
CAPÍTULO III	30
MATERIALES Y MÉTODO	30
3.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO	30
3.1.1. MATERIAL BIOLÓGICO	32
3.1.2. MATERIAL DE CAMPO	32
3.1.3. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO	32
3.1.4. MATERIAL DE ESCRITORIO	32
3.2. MÉTODO PARA TOMA DE MUESTRA:	32
CAPÍTULO IV	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
CAPÍTULO V	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS Y APÉNDICES	56
ANEXOS 57	
ANEXO 1. CERTIFICACIÓN DEL LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – LRA, PARA EL ESTUDIO REALIZADO DURANTE EL 2015-2016 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.	57
ANEXO 2. CERTIFICACIÓN DEL LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – LRA, PARA EL ESTUDIO REALIZADO DURANTE EL 2018-2021 EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA.	58
ANEXO 3: DIRECTORIO-DE-LABORATORIOS-DE-ENSAYO-REV.535-(09-ENER-2018)59	

ANEXO 4: MÉTODOS DE ENSAYO ACREDITADOS POR INACAL	60
ANEXO 5: REPORTE DE MÉTODOS POR EMPRESA - INACAL.....	61
ANEXO 6: REPORTE DE MÉTODOS POR EMPRESA - INACAL.....	62
ANEXO 7: INFORME DE ENSAYO NOVIEMBRE 2015 - LRA	63
ANEXO 8: INFORME DE ENSAYO JUNIO 2016 - LRA	70
ANEXO 9: PRUEBA T DE STUDENT PARA MUESTRA ÚNICA AS.....	73
ANEXO 10: PRUEBA DE STUDENT PARA MUESTRA ÚNICA CD.	74
ANEXO 11: PRUEBA T DE STUDENT PARA MUESTRA ÚNICA CU.	75
ANEXO 12: PRUEBA T DE STUDENT PARA MUESTRA ÚNICA PB	76
ANEXO 13: CODEX, UNIÓN EUROPEA, 2017, METAL PESADO PLOMO.....	77
APÉNDICES	78
APÉNDICE 1. PANEL FOTOGRÁFICO DE TRABAJO DE CAMPO Y GABINETE.....	78
APÉNDICE 2. TABLAS DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LECHE CRUDA EN 2 FUNDOS DE CAJAMARCA	83
APÉNDICE 3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE METALES PESADOS ANALIZADOS DE REFERENCIA ACADÉMICAS DEL AUTOR	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ubicación georeferenciadas de los Fundos en los establos Bella Unión y La Molina	30
Tabla 2.	Límites Máximos Permisibles-LMPs por metal pesado, concentración y norma internacional.....	39
Tabla 3.	Resultados del análisis de metales pesados en leche cruda bovina, en dos fundos del Valle de Cajamarca.	40
Tabla 4.	Valores promedio de la concentración de los metales pesados en leche cruda bovina, en los fundos Bella Unión y La Molina del Valle de Cajamarca, Perú 2015 - 2016.....	42
Tabla 5.	Resultados de análisis en 2 Fundos de Cajamarca	83
Tabla 6.	Resultados de análisis de metales pesados en leche cruda en 2 Fundos de Cajamarca	84
Tabla 7.	Ratios de resultados del análisis metales pesados de leche cruda de bovino, en 2 Fundos del valle de Cajamarca.....	85
Tabla 8.	Ratios resultados entre metales pesados y leche cruda de bovino, en 2 Fundos del valle de Cajamarca	85
Tabla 9.	Discusión de Resultados de Metales pesados analizados (As, Cd, Cu y Pb) de referencia académicas del autor	86
Tabla 10.	Discusión de Resultados Metales pesados analizados de referencia académicas del autor, en Arsénico	87
Tabla 11.	Discusión de Resultados de Metales pesados analizados de referencia académicas del autor, en Cadmio	88
Tabla 12.	Discusión de Resultados de Metales pesados analizados de referencia académicas del autor, en Cobre	89
Tabla 13.	Discusión de Resultados de Metales pesados analizados de referencia académicas del autor, en Plomo	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación del fundo Bella Unión en el valle de Cajamarca	31
Figura 2.	Ubicación del fundo La Molina en el valle de Cajamarca	31
Figura 3.	Flujo del proceso de análisis de metales en leche según fases en el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca.....	38
Figura 4.	Concentraciones de arsénico en mg/L comparadas con la Norma Técnica Ecuatoriana de las muestras de leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina.	43
Figura 5.	Concentraciones de cadmio en mg/L comparadas con la Norma Técnica Rumana de las muestras de leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina.....	45
Figura 6.	Concentraciones de cobre en mg/L comparadas con la Norma Técnica Rumana de las muestras de leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina.....	46
Figura 7.	Concentraciones de cadmio en mg/L comparadas con la Norma Técnica del Codex Alimentario de la Unión Europea de las muestras de leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina.	47
Figura 8.	Área administrativa del Laboratorio Regional del Agua Cajamarca, recepción de la Muestra.....	78
Figura 9.	Recojo de leche cruda luego del ordeño.....	78
Figura 10.	Equipo de espectrometría de emisión atómica	78
Figura 11.	Registro de muestra de leche cruda bovina	79
Figura 12.	Muestra de leche etiquetada lista para el Laboratorio	79
Figura 13.	Equipo de espectrofotometría de emisión atómica	79
Figura 14.	Secado y evaporación de muestra	80
Figura 15.	Calcinado en Mufla	80
Figura 16.	Equipo de Mufla.....	80
Figura 17.	Retirado de la Mufla.....	80
Figura 18.	Gasificación de muestra	81
Figura 19.	Vista alzada del material tratado en Mufla	81
Figura 20.	Digestación: Filtro con ácido	81
Figura 21.	Toma de muestras	82

Figura 22.	Atomización.....	82
Figura 23.	Resultados digitalizados	82

LISTA DE ABREVIACIONES

- °C: Grados Celcius.
- AGALEP: Asociación de Ganaderos del Perú.
- ANOVA: análisis de varianza.
- As: Arsénico.
- AWWA: American Water Works Association.
- CCA: Comisión del Codex Alimentarius.
- Cd: Cadmio.
- CIPF: Convención Internacional de Protección Fitosanitaria.
- CMA: Cumbre Mundial de la Alimentación.
- Cu: cobre.
- D.E.: desviación estándar.
- EAA: Espectrofotometría de absorción atómica.
- ECA: Estándar de Calidad Ambiental.
- ENSAN: Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional.
- EPA: Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency)
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- g/L: gramos por litro.
- ha.: hectárea.
- INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática-Perú.
- INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización-Ecuador.

- IPCS: Programa Internacional de Seguridad Química (International Program of Chemistry Safety)
- L: litro.
- LCM: límite de concentración mínimo.
- LMP: Límites máximos permisibles.
- LMR: Límite Máximo Residual.
- LRA: Laboratorio Regional del Agua.
- MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego
- NTE: Norma Técnica Ecuatoriana.
- NTP: Norma Técnica Peruana.
- NTR: Norma Técnica Rumana.
- OIE: Organización Mundial de Sanidad Animal.
- OMC: Organización Mundial del Comercio.
- OMS: Organización Mundial de la Salud.
- Pb: Plomo.
- pH: potencial de hidrogeniones.
- ppm: partes por billón.
- ppm: partes por millón.
- SEDACAJ: Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento S.A.
- Ug: microgramo.
- USA: Estados Unidos de América (Unit States of America)
- USAD: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Unit States Department of Agriculture)
- WHO: World Health Organization.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la presencia de metales pesados en la leche cruda bovina de consumo humano de dos fundos Bella Unión y La Molina del valle de Cajamarca; se analizaron 40 muestras (noviembre 2015 y junio 2016) que fueron tomadas de vacas adultas de la raza Holstein y Brown Swiss. Los análisis se ejecutaron en el Laboratorio Regional del agua de Cajamarca, a través de espectrofotometría de absorción atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) siguiendo la metodología EPA 200.07. En el primer fundo Bella Unión, el arsénico tuvo una media de 0,019 ppm, con 6 muestras que sobrepasaron los límites máximos permisibles (LMP) de la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE); el cadmio no exteriorizó resultados; el cobre presentó una media de 0,864 ppm y 18 muestras superaron los LMP de la Norma Técnica Rumana (NTR); el plomo mostró una media de 0,016 ppm, 4 muestras sobrepasaron los LMP del Codex Alimentario de la Unión Europea (CAUE). En el segundo fundo, La Molina el arsénico tuvo una media de 0,027 ppm y 9 muestras superaron los LMP-NTE; el cadmio exteriorizó una media de 0,013 ppm, 2 muestras sobrepasaron los LMP-NTR; el cobre presentó una media de 0,798 ppm, 3 muestras sobrepasaron los LMP-NTR; y respecto al plomo, mostró una media de 0,028 ppm, 3 muestras excedieron los LMP-CAUE. De acuerdo con los resultados estadísticos obtenidos, se concluye que la presencia de metales pesados en la leche cruda bovina de los fundos mencionados, en los años 2015 y 2016, no difieren significativamente respecto al arsénico, cadmio y plomo, lo que no ocurre con el cobre.

Palabras Clave: Leche cruda bovina, metales pesados.

ABSTRACT

The objective of the investigation was to determine the presence of heavy metals in raw bovine milk for human consumption of two farms Bella Unión and La Molina in the Cajamarca Valley; 40 samples were analyzed (November 2015 and June 2016) that were taken from adult cows of the Holstein and Brown Swiss breed. The analyzes were performed at the Cajamarca Regional Water Laboratory, through inductively coupled plasma atomic absorption spectrophotometry (ICP-OES) following EPA 200.07 methodology. In the first Bella Unión farm, the arsenic had an average of 0,019 ppm, with 6 samples that exceeded the maximum permissible limits (LMP) of the Ecuadorian Technical Standard (NTE); Cadmium showed not results; copper had an average of 0,864 ppm and 18 samples exceeded the LMP of the Romanian Technical Standard (NTR); lead showed an average of 0.016 ppm, 4 samples exceeded the LMP of the European Union Food Codex (CAUE). In the second fund, La Molina arsenic had an average of 0,027 ppm and 9 samples exceeded LMP-NTE; Cadmium showed an average of 0,013 ppm, 2 samples exceeded the LMP-NTR; copper had an average of 0,798 ppm, 3 samples exceeded the LMP-NTR; and with respect to lead, it showed an average of 0,028 ppm, 3 samples exceeded the LMP-CAUE. According to the statistical results obtained, it is concluded that the presence of heavy metals in raw bovine milk of the mentioned farms, in the years 2015 and 2016, does not differ significantly with respect to arsenic, cadmium and lead, which does not occur with the copper.

Keywords: Raw bovine milk, heavy metals.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La leche y los productos lácteos han sido reconocidos en todo el mundo por su influencia beneficiosa sobre la salud humana, es una fuente importante en proteínas, minerales, vitaminas y su calidad proteica; por tal razón, su composición es compleja, comprendiendo sustancias alimenticias orgánicas e inorgánicas, consistente en agua, grasa, carbohidratos, proteínas, sales minerales, gases, bacterias, enzimas y vitaminas, las que contribuyen a ser un alimento importante para la población, esta razón da la posibilidad de contar con metales pesados, lo cual sería un grave problema para la salud. Además, los bovinos que ingieren sus alimentos y consumen agua a las orillas de lagos y ríos contaminados con diversos desechos de actividades artesanales e industriales, presentan el riesgo de contener metales pesados como plomo, cadmio, mercurio y zinc, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2013).

En estudios realizados en establos ubicados en la zona noreste del estado de Nuevo León, México; determinaron que las concentraciones de metales pesados ingeridos por las vacas tienen influencia sobre las concentraciones de dichos elementos en la leche, además demostraron que una parte de estos elementos son emitidos en la leche, unidos a compuestos orgánicos, principalmente en las proteínas, mientras que otros se asocian a una baja porción de grasa (Rodríguez, 2003)

La presencia de metales pesados en alimentos en productos lácteos constituye un tema de actualidad debido a la contaminación de la cadena alimenticia involucrada y a los consiguientes daños que ocasionan a la salud pública. Hay que enfatizar que los riesgos

a la salud de la población infantil necesitan ser evaluados de una manera integral. La concentración de metales en alimentos, según el Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, debido a su uso extendido ha causado una extensa contaminación ambiental y problemas de salud en muchas partes del mundo, como es el caso del plomo que se acumula y afecta a diversos sistemas del cuerpo: nervioso, hematológico, gastrointestinal, cardiovascular y renal; Codex Alimentario y Seguridad Alimentaria, citado por Acción Internacional por la Salud (2003).

Frente a la situación descrita, se planteó el siguiente problema de investigación: ¿La leche cruda bovina de dos fundos en el valle de Cajamarca, durante los años 2015 y 2016 presentan concentración de metales pesados?

Así mismo, el Objetivo General planteado fue, determinar la presencia de metales pesados en la leche cruda bovina de consumo humano en dos fundos Bella Unión y La Molina del valle de Cajamarca entre los años 2015 al 2016, y los objetivos específicos fueron:

1. Determinar la concentración de metales pesados: arsénico, cadmio, plomo y cobre; en leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina, en el valle de Cajamarca.
2. Comparar las concentraciones de metales pesados en la leche cruda bovina de los dos fundos; con los valores establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana y Rumana; y del Codex Alimentario de la Unión Europea.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se evaluó la “Presencia de metales pesados en fundos lecheros de San Pedro y Entrerríos, en Antioquía, Colombia”, en la que valoró la presencia de metales pesados (arsénico-As, cadmio-Cd, plomo-Pb, mercurio-Hg y cobre-Cu) en leche fresca cruda y en leche de porongo de fundos destinados a la producción lechera de dichos lugares; comprobando la diferencia existente entre ellos (Londoño, 2013). La investigación fue de tipo experimental se realizó en 5 fundos lecheros en San Pedro y en 5 fundos lecheros en zonas de Entrerríos en Antioquía. Se comprobó la presencia de todos los metales en los fundos de Entrerríos, mientras que sólo se detectó As y Cu en algunos fundos de San Pedro. Los contenidos medios de metales pesados en la leche fresca cruda en Entrerríos fueron As: 0,523 ppm, Pb: 0,150 ppm, Cu 0,187 ppm, Cd: 0,210 ppm. las cantidades medias detectadas en San Pedro fueron As: 0,33 ppm y Cu: 0,153 ppm. Al considerar los niveles en metales pesados, y especialmente As y Cu, establecidos por La organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO/OMS, 1993), normas técnicas ecuatoriana y rumana, han permitido afirmar que en varios fundos de Entrerríos se han detectado cantidades problemáticas en estos metales. Todos los fundos en los que se detectaron cantidades más elevadas se habían fertilizado durante los últimos años y de forma continuada con aguas residuales (biosólidos o aguas residuales, provenientes de la planta de tratamiento urbano), lo que explica en parte la acumulación de elevadas de metales.

El Centro de Investigaciones Químicas y Tecnológicas, de Ecuador, determinaron la presencia de As y Hg en la leche que se comercializó y que fue obtenida del ganado vacuno existente al sur del Ecuador. La leche fue analizada mediante espectrofotometría de absorción atómica con generación de vapor de hidruros, previa digestión según normativa EPA y AWWA. Los resultados mostraron que, en el caso del arsénico, aunque estuvo presente, no sobrepasó en ningún caso el valor de 0,015 mg/kg que es el límite permitido por la NTE 0009:2008 (Ayala y Romero, 2013).

Se detectó Cd y Pb en leche de vaca comercializada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, reveló la presencia de Cd y Pb en leche ultra pasteurizada, pasteurizada y en polvo, comercializada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Las muestras fueron digeridas con ácido nítrico y peróxido de hidrógeno y la concentración del metal pesado se detectó mediante espectrofotometría de absorción atómica, en las leches líquidas y ultra pasteurizadas, no se evidencia la presencia de metales pesados. Pero, en leche en polvo, se detectó altas concentraciones de Pb ($5,450 \pm 2,474$ ppm) y Cd ($0,333 \pm 0,176$ ppm). Los valores de Pb están 272 veces por encima del valor máximo permitido para leche según el Codex Alimentarius y en el caso del Cd no existen valores máximos permisibles, por lo que se propuso la generación de una norma de valor máximo para Cd en leche para el Ecuador. La concentración de metales pesados en leche líquida no fue detectable, pero los valores para leche en polvo superan significativamente los límites máximos permisibles por las normas nacionales e internacionales, encontrando valores superiores a los hallados en otros países (Pernía, et al., 2015).

La Universidad Nacional de Colombia determinó los niveles de Pb y Cd en la leche procesada en la ciudad de Bogotá D.C, comprobando la variación en los niveles en la leche comercializada (procesada y/o cruda). Las muestras fueron aleatorias y anónimas

tomadas en los centros de ventas en Bogotá. Las conclusiones fueron que en el 6% de las muestras, los niveles de cadmio en leche líquida comercializada en la ciudad de Bogotá abarcan un 81% del total de las marcas distribuidas a nivel local y a un 94% de las procesadoras de leche. Se presentan niveles de Cd entre 13,86 y 19,90 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (0,014 y 0,019 mg/kg). Los niveles encontrados de Pb se encontraron en rango de 6,08 a 17,09 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (0,0061 y 0,017 mg/kg), sin exceder los niveles normados. Se evidenció que no existe riesgo toxicológico por el consumo de leche distribuida en la ciudad de Bogotá D.C. (Pinzón, 2015).

La Universidad Central del Ecuador, determinó la presencia de As en leche cruda producida en la Parroquia de Machachi; en función de 58 muestras en 29 ganaderías, durante el mes de Abril; aplicando el método de espectrofotómetro de absorción atómica con generador de hidruros; los resultados obtenidos se compararon con la norma Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN para agua; obteniendo como resultado que, si se encontró presencia de este metal, pero que no sobrepasó en ningún caso el LMP (0,02 mg/L); dando un promedio de presencia de 0,0003 mg/kg de leche en la primera semana y de 0,0001 mg/kg en la segunda semana con el 10% positivo para la primera semana y 3% para la segunda semana. La investigación llegó a las conclusiones siguientes: El 97% de muestras de leche colectada estaban libres de contaminación de As, no obstante, la diferencia de 3%, se encontraba dentro de los LMP (Badillo, 2016).

La Universidad Nacional del Centro en Huancayo, Perú, determinó la concentración de Pb en forraje y leche de vacuno en seis zonas del valle del Mantaro y analizó las posibles fuentes de contaminación para ello muestreó leche (500 mL). y forraje (500 g) en cada zona. Los análisis se hicieron aplicando el método de espectrofotometría de absorción atómica. La concentración de Pb en la leche de vacuno en las seis zonas fue <

0,02 mg/kg, por debajo de los límites máximos permisibles definidos para la leche según la FAO y OMS del Codex Alimentarius (Carrillo, 2013).

La presencia de la industria extractiva minera ha planteado la existencia de grandes problemas ambientales en Cajamarca, expresados en la calidad y cantidad de las aguas que discurren por el Valle Cajamarquino. Es evidente que esta industria no ha asumido responsabilidad sobre los efectos, pero es preciso señalar; que la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (SEDACAJ) detectó ya en 1998 la presencia de metales pesados en concentraciones mucho más elevadas que las permitidas por Ley del Estado peruano, como el cianuro en 8 ppm (40 veces sobre los niveles normales); el cromo VI en 375 ppm (7500 veces sobre los niveles normales); el hierro en 5 900 ppm (17 700 veces sobre los niveles normales); y el manganeso en 1 750 ppm (3 500 sobre los niveles normales) (Arana, 2015).

En este sentido, la determinación de los metales en los alimentos es de gran importancia ya que la deficiencia o el exceso de metales podrían promover varios trastornos clínicos, como cáncer en las vías respiratorias, trastorno de la piel, anemia, depresión del crecimiento, deterioro en el rendimiento reproductivo, insuficiencia cardíaca, trastornos gastrointestinales, fatiga, disminución de la inmunidad e incluso la muerte dependiendo de la exposición, el tiempo y el metal o metaloide. (Pinzón, 2015).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Metales pesados

Son aquellos elementos, cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua, y generalmente tóxicos o venenosos en concentraciones bajas (ECURED, 2015).

Los metales pesados se encuentran en los alimentos que comemos, el aire que respiramos, en los edificios, ropa, maquinaria, agua del grifo, en pastas dentales y utensilios de cocina entre otras muchas actividades. Algunos metales son necesarios ya que son minerales que nuestro cuerpo necesita. Pero la mayoría de los metales pesados son tóxicos y causan cáncer, problemas de tiroides, deficiencias en el aprendizaje, problemas neurológicos, desequilibrios hormonales y muchos otros problemas de salud. Estos metales más perjudiciales para la salud de las personas, en cantidades que exceden los límites permisibles (OMS, (2019).

2.2.1.1. Origen de los metales pesados

Origen natural: El contenido en elementos metálicos de un suelo libre de interferencias humanas, depende en primer lugar de la composición de la roca madre originaria y de los procesos erosivos sufridos por los materiales que conforman el mismo, una alta concentración de metales puede resultar en ciertos casos de su material geológico sin que haya sufrido una contaminación. La acción de los factores medioambientales sobre las rocas y los suelos derivados de ellas son los determinantes de las diferentes concentraciones basales de metales pesados en los sistemas fluviales (aguas, sedimentos y biota) (Ríos, 2013).

Origen antropogénico: Se entiende por contaminación de origen antropogénico a la intervención humana en el ciclo biogeoquímico de los metales pesados. Actualmente es difícil encontrar una actividad industrial o un producto manufacturado en los que no intervenga algún metal pesado. Los principales orígenes antropogénicos de metales pesados pueden ser agrupados de acuerdo a las principales actividades económicas que se realizan en las poblaciones locales que dependen e inciden directamente en la salud del

río: agropecuario (agrícola, ganadero, acuícola), industriales (extracción forestal, bancos de materiales) y doméstico) (Ríos, 2013).

2.2.1.2. Clases de metales pesados

Aluminio (Al): Altos niveles de aluminio afectan al sistema nervioso, el hígado y los riñones. Estudios han llegado a demostrar que una acumulación de aluminio puede causar hiperactividad en los niños y la enfermedad de Alzheimer y la demencia senil en personas mayores. Los alimentos y el agua pueden estar contaminados cuando se cocina con utensilios de aluminio. El aluminio también se puede encontrar en los desodorantes, los antiácidos y los blanqueadores de café, además en el agua proveniente de la actividad industrial y minera (ULPGC, 2001).

Mercurio (Hg): La toxicidad del mercurio se debe a las amalgamas dentales, pescados y mariscos de aguas contaminadas por la industria y la minería, fábricas productoras de papel y el agua corriente del grifo. El mercurio puede dañar al corazón, cerebro, pulmones, riñones, las glándulas suprarrenales, la hipófisis y las glándulas tiroideas (Jiménez, 2015)

Plomo (Pb): Altos niveles de plomo almacenado en los tejidos del cuerpo pueden ser letal. El plomo se encuentra en pinturas antiguas, tuberías de plomo, cerámicas recubiertas con plomo que están rotas o dañadas, tabaco, contaminación atmosférica y gases procedentes del tráfico, sartenes sin revestimiento, frutas, verduras y productos lácteos expuestos a humos tóxicos procedentes de la circulación de los vehículos, explotación minera e industrial. Los síntomas de envenenamiento por plomo incluyen problemas de comportamiento, enfermedades del corazón, presión arterial alta, anemia y daño al corazón y al cerebro. El plomo también desplaza al calcio en el cuerpo (Carrillo, 2013).

Arsénico (As): El arsénico se encuentra en las almejas, cerámica, insecticidas, y el papel para revestir paredes. Además, el exceso en su uso principalmente para lixiviar ciertos metales por la actividad minera, lo que en grandes dosis es mortal (Badillo, 2016).

Cadmio (Cd): El cadmio se encuentra en o cerca de zonas industriales, humo de los cigarrillos, yesos antiguos y en productos de caucho. El exceso de cadmio reemplaza al mineral zinc en los tejidos del cuerpo, afectando a los riñones y causando presión arterial alta (Pernía et al., 2015).

Los metales pesados tienen una característica esencial de que no son metabolizados por el cuerpo, éstos se acumulan en los tejidos humanos y de los animales por lo que los nutrientes esenciales no pueden ser absorbidos. Los metales pesados provocan inflamación crónica y deterioro del sistema inmune que puede conducir a enfermedades crónicas como la artritis y el cáncer. Los síntomas comunes de intoxicación por metales pesados incluyen depresión, dolores de cabeza, problemas digestivos, presión arterial alta, fatiga, dolor muscular, confusión mental, estreñimiento y desequilibrios hormonales. Entre las fuentes de exposición de los metales pesados, se cuenta el agua porque una descontaminación pobre del agua o el uso de tuberías de plomo puede hacer que estemos tomando metales pesados cada vez que usamos el agua para beber, cocinar, ducharnos, regar, etc. A ello se suma la acción de un mal e inadecuado manejo de los residuos de las industrias químicas o de la actividad minera que tiende a contaminar el ambiente continúa a sus actividades. El aire, en razón de que muchos de los contaminantes los incorporamos a nuestro organismo a través del aire que respiramos y por la piel, a esto se suma los alimentos, principalmente de los vegetales producidos con fertilizantes sintéticos, aguas contaminadas por la industria y la actividad minera y en zonas en las que el suelo está

contaminado con metales pesados, que a los animales y a formar parte de las hortalizas, frutas, cereales y legumbres y de ahí a nuestra cadena alimentaria (Londoño, 2013).

2.2.1.3. Efectos en la salud de los metales pesados

En un estudio dirigido en Mount Sinai School of Medicine en Nueva York, 24 julio 2008, en colaboración con la Comunidad Environmental Working Grupo, donde se involucran a nueve voluntarios (un grupo que consiste en personas que estuvieron expuestas ni a productos químicos en su ambiente de trabajo, ni vivían cerca de una instalación industrial). Los resultados fueron notables. Ellos descubrieron una media de 91 compuestos industriales, contaminantes y otras sustancias químicas en su sangre y orina y un total de 167 productos químicos. De los 167 productos químicos encontrados, 76 causan Cáncer en humanos o animales, 94 son tóxicos para el cerebro y sistema nervioso, y 79 causan defectos de nacimiento o desarrollo anormal. Aproximadamente un 75% de las nuevas enfermedades infecciosas humanas aparecidas en los últimos 10 años fueron causadas por bacterias, virus y otros patógenos que surgieron en animales y productos animales. Muchas de esas enfermedades humanas están relacionadas con la manipulación de animales domésticos y salvajes durante la producción de alimentos en los mercados y mataderos. Las enfermedades transmitidas por los alimentos son generalmente de carácter infeccioso o tóxico y son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas, como los metales pesados que penetran en el organismo a través del agua o los alimentos contaminados. La contaminación química se produce por la presencia de determinados productos químicos en los alimentos, que pueden resultar nocivos o tóxicos a corto, medio o largo plazo. Entre los grupos de contaminantes químicos, se destacan los contaminantes ambientales, que son aquellos que se encuentran en el medio ambiente y que pueden pasar a los alimentos, por ejemplo, los metales

pesados. Los metales pesados se emplean en la minería y son generados en la industria al fabricar abonos, pilas, fluorescentes, combustibles para el transporte, entre otros. Además, los metales pesados se acumulan en los vegetales y en el agua, siendo muy resistentes a su degradación, lo que dificulta su eliminación durante el procesado del alimento. Los metales pesados más importantes en cuestión de salud son el mercurio, el plomo, el cadmio, el níquel y el zinc. Algunos elementos intermedios como el arsénico y el aluminio, los cuales son muy relevantes desde el punto de vista toxicológico, se estudian habitualmente junto a los metales pesados. Los metales pesados presentes en los alimentos provienen de diversas fuentes, los más comunes son los que se encuentran en el suelo contaminado en el que se cultivan alimentos, producido por el uso de aguas contaminadas de la actividad agropecuaria el uso indiscriminado de fertilizantes químicos y plaguicidas utilizados en la agricultura, la utilización de materiales durante el ordeño a lo que se suma el agua y los alimentos que consumen los animales que afectan la calidad de la carne y la leche (Mount Sinai School of Medicine, 2008)

La presencia de metales pesados en los alimentos, particularmente la leche, resulta un tema muy importante para muchos organismos estatales, en razón a los efectos que se producen en la salud de la población, principalmente de la infantil, las madres embarazadas y la población de la tercera edad. Los metales pesados como el plomo, el cadmio y el mercurio causan daños neurológicos y renales. La presencia de metales pesados en los alimentos se debe principalmente a la contaminación del aire, del agua y del suelo (Izquierdo y Verástegui, 2016).

2.2.2. Leche

Es un producto de color blanco, con sabor dulce, libre de calostro y con pH cercano a la neutralidad, formado principalmente por agua (88%), más lípidos, azúcares

y proteínas, trazas como minerales, vitaminas, hormonas y enzimas que se les llama solidos totales (12%) (USDA, 2017). La calidad e inocuidad de la leche es de vital importancia para la población por ser esta un alimento básico en la dieta de la alimenticia. Entre los alimentos más consumidos se encuentran la leche y los derivados lácteos. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2013), la producción mundial fue de 780 millones de toneladas. En este sentido, la leche representa un alimento esencial, debido que contiene importantes nutrientes que contribuyen al crecimiento y desarrollo humano. No solo contiene proteínas de alto valor biológico sino también diversas vitaminas y minerales imprescindibles para la nutrición".

Según datos de la Federación Panamericana de Lechería, un vaso de leche (200 miligramos) aporta aproximadamente un 30% de la dosis diaria de calcio recomendado, sustento que ayuda a formar y mantener los huesos y dientes fuertes, además de cumplir su rol en la función nerviosa, en la contracción de los músculos y hasta el mantenimiento de la presión arterial normal (FEPALE, 2019).

Según el Panorama Económico Departamental elaborado por el INEI (2017), la producción de leche fresca se incrementó en los departamentos de Puno (9,5%), Arequipa (5,4%), Cajamarca (2,4%) y La Libertad (1,3%), los cuales representaron el 47,1% de la producción nacional. También, aumentó en Huancavelica (13,7%), Lambayeque (12,4%), Ancash (11,0%), Ica (9,7%), Piura (5,8%), Tumbes (5,7%), Apurímac (2,1%), Moquegua (1,7%), Junín (0,7%) y Ucayali (0,6%). Según AGALEP, (Asociación de Ganaderos del Perú, 2017), Cajamarca, Lima y Arequipa lideran la producción de leche fresca en el país, con más de 300,000 toneladas anuales cada una. (Agalep, 2017), siendo la producción total de leche cruda o fresca de 154,525 toneladas y a nivel nacional se consumen 2,7 millones de toneladas de leche de vaca al año, teniendo un déficit del 30%, situación que

amerita el incremento en este sector productivo. En el Perú se consume menos leche per cápita, entre 65 y 70 kilogramos (Kg) al año, niveles equivalente a la década de los 70 debido al déficit en su producción y el alza en su precio.

2.2.2.1. Propiedades físicas de la Leche

Densidad de la leche: está relacionada con la combinación de sus diferentes componentes: el agua (1,000 g/mL); la grasa (0,931g/mL); proteína (1,346g/mL); lactosa (1,666 g/mL) minerales (5,500 g/mL) y Sólidos no grasos (SNG. =1,616 g/mL). Por lo anterior la densidad de una leche entera sería aproximadamente de 1,032 g/mL, una leche descremada de 1.036 g/ml y una leche aguada tendría una densidad aproximada de 1,029 g/mL.

Concentración hidrogénica (pH): Las variaciones del pH dependen generalmente del estado sanitario de la glándula mamaria; de la cantidad de CO₂ disuelto en la leche. Fluctúan los valores en 6,4 -6.7.

Acidez: Generalmente una leche fresca posee una acidez de 0,140 – 0,180. (Llacsahuache, 2015) Los porcentajes mayores son indicadores de contaminación bacteriana y menores presencia medicamentosa.

Punto de congelación: Una de las características de la leche es el punto de congelación que, en general, es de -0.513 a -0.565°C.

Punto de ebullición: La temperatura de ebullición de la leche se inicia a los 100.17°C al nivel del mar.

Resumen de las propiedades físicas de la leche

- Densidad de la leche completa.....1,032 g/mL
- Densidad de la leche descremada..... 1,036 g/mL
- Densidad de la materia grasa..... 0,940 g/mL
- Calorías por litro..... 700 calorías

- pH..... 6,6 – 6,8 (Núñez 2014)
- Viscosidad absoluta..... 1,6 –2,15
- Índice de refracción.....1,35
- Punto de congelación (rango)..... -0,513 a -0,565°C.
- Calor específico..... 0.93 cal /g °C.

2.2.3. Seguridad, inocuidad y calidad alimentaria

2.2.3.1. Seguridad Alimentaria

Al referirnos a la seguridad alimentaria se hace referencia al uso de distintos recursos y estrategias dirigidas a asegurar la calidad de los alimentos, entendida la calidad lograr la certificación de que los alimentos que consume la población sean seguros y garanticen una adecuada salud. La seguridad alimentaria según la FAO (2011) significa, “cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a los alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida sana y activa”.

En concepto de la FAO, la seguridad alimentaria es lo más fundamental de las necesidades y de los derechos humanos. En la actualidad, el concepto se sustenta en cuatro fundamentos: disponibilidad, entendida como la disponibilidad física de los alimentos para todo el mundo, ello depende del nivel de producción y de las existencias estabilidad, acceso y uso hacia alimentos de calidad que garanticen un consumo equilibrado, como también la necesidad de garantizar la el acceso de toda la población para asegurar su desarrollo; estabilidad referida a que la disponibilidad a los alimentos seguros sea periódica, no puntual, por lo que se quiere de asegurar la disponibilidad de alimentos inocuos y que no exista un riesgo nutricional que afecta la salud de las personas; acceso y uso, en primer término se requiere garantizar el diseño de políticas destinadas a

alcanzar los objetivos de seguridad alimentaria, en función a los objetivos del milenio, consiguientemente el uso de los alimentos garantizando su calidad nutricional, en este sentido se evalúa la manera en que el cuerpo aprovecha los distintos nutrientes de los alimentos, para asegurar el desarrollo normal del individuo, por último se reclama estabilidad en los alimentos, es decir que la disponibilidad a los alimentos seguros, que no exista condiciones económicas y ambientales que limiten la producción de alimentos desterrando crisis de acceso a ellos (FAO, 2011).

Para garantizar el consumo de alimentos libres de contaminación, la Comisión del Codex Alimentarius (1997); el más Alto Organismo Internacional en materia de normas de alimentación. La Comisión es un organismo subsidiario de la FAO y de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Aun cuando existe el Codex Alimentarius, cuyo significado es, "Código de alimentación", que no es sino la compilación de todas las normas, Códigos de Comportamientos, Directrices, controles, normativas y sistemas de seguridad alimentaria que se han implantado en la mayoría de los países para garantizar el acceso a alimentos inocuos para proteger la salud de los consumidores, garantizar comportamientos correctos en el mercado internacional de los alimentos y coordinar todos los trabajos internacionales sobre normas alimentarias, existen la producción de alimentos que usan aguas contaminadas que tienden a afectar la salud de las personas (Comisión del Codex Alimentarius, 1997).

En el ámbito internacional, tanto la OMS como la FAO se encargan de que los distintos países firmante de estos tratados, adopten la supervisión y asesoramiento de controles que se aplican en cada una de las etapas de producción, dado a que según datos de la OMS indican que un 75% de las nuevas enfermedades infecciosas en personas detectadas en los últimos 10 años las causaron bacterias, virus y otros patógenos iniciados

en los animales y productos de origen animal, por lo que cada día existen nuevas normas que actualizan las existentes que se orientan a garantizar el consumo de alimentos de calidad inocuos que no afecten la salud de las personas. Al respecto, la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (1996) estableció que “Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias” (FAO, 1996).

Según la FAO (2016), la seguridad alimentaria es un derecho fundamental de las personas, de ella depende de que la persona pueda lograr un desarrollo adecuado y desplegar sus facultades físicas y mentales y constituirse en un actor del desarrollo, teniendo en cuenta la primera infancia, resultan definitivos para el desarrollo a plenitud de las capacidades y habilidades de las personas, es esta la etapa más crítica, pues es justo en ese momento cuando se está empezando a desarrollar la habilidad cognitiva que lo va a equipar para su posterior desempeño en la sociedad. Lo que no se haga por la infancia en esos primeros años, se traducirá más adelante en una desventaja frente al resto de sus congéneres. Asimismo, el estado de la seguridad alimentaria en el mundo se consolidaría incorporando unos 805 millones de habitantes que se encuentran en niveles precarios de alimentación, fundamentalmente los niños que se hallan en este bloque (FAO, 2016).

2.2.3.2. Inocuidad alimentaria

Metales pesados como el plomo, cadmio, mercurio, aluminio, entre otros; que cuando son estos metales son absorbidos en pequeñas cantidades existe la posibilidad de eliminarlos a través de la orina, jugos gástricos, etc. El incremento en la concentración de los metales pesados en los alimentos puede causar un efecto tóxico a quien los consume, la gravedad de este efecto dependerá de la naturaleza, cantidad y forma química de los metales, de la concentración del metal en el alimento y de la resistencia del organismo a

los efectos sinérgicos o antagónicos a otros contaminantes químicos. La importancia que en la actualidad ha cobrado el tema de inocuidad de alimentos, es respaldada por los alarmantes datos de EPA que se han documentado de que millones de personas en el mundo, están expuestas a agentes patógenos y sufren de enfermedades transmitidas por alimentos contaminados. Muchos de estos casos están ocurriendo fuera del hogar (más del 50%) y de estos un gran porcentaje está ocurriendo en el sitio de trabajo (FAO, 2000).

Tradicionalmente, la gestión de la inocuidad de los alimentos ha sido en gran parte competencia exclusiva del Estado. Los países han establecido organismos encargados de diversos aspectos de la inocuidad alimentaria, con el objetivo primordial de proteger la salud pública. Los organismos internacionales que se ocupan de diversos aspectos de la inocuidad alimentaria, en particular la Comisión del Codex Alimentarius, ayudan a los Estados miembros a tomar decisiones sobre una serie de cuestiones normativas, sus objetivos principales son proteger la salud pública y promover prácticas equitativas en el mercado de alimentos. Las normas del Codex pueden facilitar también el comercio internacional de alimentos mediante la promoción de reglamentaciones nacionales armonizadas. Los problemas más preocupantes relacionados con la inocuidad de los alimentos son:

- Los contaminantes químicos de los alimentos;
- La evaluación de nuevas tecnologías alimentarias, como los alimentos genéticamente modificados, y
- La creación en la mayoría de los países de sistemas sólidos que velen por la inocuidad de los alimentos y garanticen la seguridad de la cadena alimentaria mundial.

El concepto de inocuidad alimentaria se define como la práctica de asegurar que los alimentos no causan daño al consumidor (Codex-Alimentarius, 1997). Este concepto de inocuidad debe conferir un marco legal y un deber moral, así como un incentivo económico y los actores de las cadenas deben garantizar la inocuidad de los alimentos, porque si tratan de evadir sus responsabilidades no van a permanecer en el negocio por mucho tiempo. Por otra parte, el concepto de calidad está relacionado con atributos que influyen en el valor de un producto para el consumidor. Esta distinción entre inocuidad y calidad tiene influencia en el tipo de política pública y el contenido del sistema de control de los alimentos (FAO, 2011)

Al respecto, se advierte que, en los años siguientes, mucha de las personas contraerá una enfermedad transmitida por los alimentos o el agua contaminada por agentes físicos, biológicos y químicos. Esto resalta la importancia de asegurarse de que los alimentos que ingerimos no estén contaminados con bacterias, parásitos, virus, toxinas y productos químicos que puedan ser dañinos a la salud de las personas. La contaminación de los alimentos se puede producir en un cualquier momento de la producción, distribución y preparación. Todos los que intervienen en la cadena de producción, desde el productor hasta el consumidor, tienen un papel que desempeñar para garantizar que los alimentos que tomamos no causan enfermedades (FAO, 2016)

2.2.3.3. La inocuidad de la leche cruda de bovino

Hay que tener en cuenta, que la seguridad alimentaria es hoy en día el punto de máxima importancia en los procesos de fabricación y distribución de alimentos. Las instituciones estatales y las empresas privadas para lograr altos estándares de competitividad cada vez más están interesadas en la acreditación y el cumplimiento de normas de calidad que aseguren contar en el mercado con productos de calidad. Ello

involucra a los productores lecheros a nivel nacional. La importancia de contar con un producto libre de restricciones está sustentada en el cumplimiento de normativas, sobre todo en la aplicación de las prácticas de higiene y sanidad por parte del personal que manipula los lácteos, con material y equipo inocuo. Sin duda, se requiere continuar con el apoyo técnico para la mejora de estos procesos, ya que la producción artesanal de leche es un volumen importante de la producción y el consumo del país.

En función a cumplir con estándares de calidad que garanticen el consumo de leche cruda en condiciones aceptables, cumpliendo la normatividad internacional recomendada por la FAO/OMS, en el Perú mediante Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, se aprobó el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos, sustentado en el derecho fundamental de la persona a su protección de la salud y el deber del Estado de contribuir a su protección y defensa. En este contexto la normatividad expresada en el presente Reglamento tiene como objetivo establecer los requisitos que deben cumplir la leche y productos lácteos de origen bovino, destinados al consumo humano, con el fin de garantizar la vida y la salud de las personas, generando productos inocuos y prevenir prácticas que afectan la calidad de vida de las personas. Esta normatividad acepta las normas expresadas en el Codex Alimentarius, cuando existan algunas consideraciones que no están contempladas en el presente Reglamento. Uno de los principios establecidos en el Artículo 7, referidas a las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad, asume que:

“La leche y productos lácteos deben cumplir con los criterios establecidos para, metales pesados u otros contaminantes, establecidos en la normatividad sanitaria nacional vigente o, en su defecto, con lo referido en las normas del Codex Alimentarius; y, en lo

no previsto por estas, con lo señalado en las regulaciones federales de los Estados Unidos de América o, en su defecto, con lo establecido por la normatividad de la Unión Europea”

En función a garantizar la inocuidad de la leche cruda de bovino, se establece y recomienda que leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo; no debe contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes), y debe tener una composición y acidez normales. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos. No es posible obtener productos lácteos de buena calidad sino de leche cruda de buena calidad. En mérito a garantizar el consumo de leche cruda de calidad, la calidad higiénica de la leche tiene una importancia fundamental para la producción de una leche y productos lácteos que sean inocuos e idóneos el consumo humano. Para lograr esta calidad, se han de aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea. Los productores de leche a pequeña escala encuentran dificultades para producir productos higiénicos por causas como la comercialización, manipulación y procesamiento informal y no reglamentada de los productos lácteos; la falta de incentivos financieros para introducir mejoras en la calidad, y el nivel insuficiente de conocimientos y competencias en materia de prácticas de higiene (FAO, 2019)

La concentración de metales pesados en los alimentos, hoy se constituyen en interés especial muchos de los científicos debido a que la presencia de estos en el ambiente tiene efectos negativos sobre la salud del hombre, de los animales y de los cultivos agrícolas, son los responsables de muchas enfermedades que afectan la calidad de vida de las personas. Mubbasher y Otros, asumen que, “los metales pesados están en

los alimentos y provienen de diversas fuentes, las más importantes son: el suelo contaminado en el que se producen los alimentos para el hombre y los animales; los lodos residuales, los fertilizantes químicos y plaguicidas empleados en agricultura, el uso de materiales durante el ordeño, almacenamiento y transporte de la leche, así como la contaminación por metales pesados de los alimentos y el agua que ingieren los bovinos afectan la calidad de la leche”, como lo sostiene (Mubbasher et. al., 2003),

2.2.3.4. Calidad Alimentaria

La calidad se define en relación a quien, sintiendo una necesidad, adquiere el producto para satisfacer dicha necesidad. A fin de cuentas, el consumidor será el juez final de la calidad. Pero antes que llegue a él tienen lugar otras relaciones muy importantes oferta/demanda: la transformación y distribución realizada por el productor y fabricante, servicio de control de la calidad y sanción de los fraudes, organismos interprofesionales o privados. Podemos definir una serie de operaciones, que comenzarían en el agricultor e irían hasta el consumidor, en las que el trabajo de cada uno contribuye al resultado colectivo final: la calidad del producto. La calidad de un alimento o calidad alimentaria es una propiedad muy compleja y debemos distinguir diferentes componentes (Allueva Pinilla, 2019) s.

Calidad Higiénica. Es una exigencia de seguridad, en principio absoluto, el alimento no debe contener ningún elemento tóxico en dosis peligrosas para el consumidor; se debe tener en cuenta la importancia y la frecuencia de consumo de dicho alimento. La causa de la toxicidad puede ser de naturaleza química (metales pesados, nitratos) o bacteriológica (toxinas). La calidad higiénica está normalizada; la reglamentación fija, en general, los límites que en ningún momento se puede sobrepasar.

Es importante a dos niveles: a nivel puramente sensorial, cada consumidor espera de un alimento sensaciones gustativas, olfativas, táctiles, visuales y auditivas muy determinadas y a nivel psicológico, que interfiere continuamente con el nivel anterior; se conoce, por ejemplo, el efecto engañoso de un embalaje bonito y seductor. La calidad es un concepto que viene determinado por la conjunción de distintos factores relacionados todos ellos con la aceptabilidad del alimento y que puede definirse como: Las propiedades o algunos parámetros de tipo general definen la calidad de un alimento en función a su composición, estabilidad, pureza, estado, color, aroma. También llamados atributos de calidad, de modo adjetivado expresado como: puro, estable, aromático. En el quehacer práctico se indica la calidad referida a: Calidad nutritiva, sanitaria, tecnológica. Organoléptica y económica, con sus determinantes de: Color, olor, aroma, sabor, textura y ausencia de contaminantes, determinándose el efecto de la implementación de buenas prácticas ganaderas (BPG) en sistemas de producción bovino de leche sobre la calidad higiénico-sanitaria de predios ubicados en la subregión norte de Antioquia, Colombia. Y aplicando una encuesta que contenía aspectos fundamentales para la certificación en BPG; como también se identificó caracterización del sistema y su relación con los aspectos fundamentales con aplicación de análisis de clúster jerárquico, análisis de correspondencias múltiples de las variables fundamentales y el municipio y análisis de clúster jerárquico en componentes principales. Para verificar la relación entre la presencia o ausencia de certificación en BPG, con calidad de la leche, efectuando muestras mensuales de leche de porongo durante un año, para determinar el recuento de células somáticas (RCS) y unidades formadoras de colonia (UFC) y se realizaron análisis de varianza mediante modelos aditivos generalizados suavizados (Cerrón-Muñoz et.al., 2015).

2.2.4. Sistemas Internacionales de prevención y control sobre la Inocuidad Alimentaria

La globalización del comercio, los avances de la ciencia y de la tecnología, los tratados de libre comercio y el cambio en los patrones de consumo, ha generado nuevos desafíos para asegurar estándares de inocuidad y sanidad agropecuaria, obligando a los países en vías de desarrollo a cumplir las exigencias de regulación y cumplimiento de los sistemas institucionales y del sector industrial siendo hoy más complejas y estrictas (DNP-CONPES, 2005). Esto sugiere que cada país desarrolle un sistema efectivo de control de la inocuidad alimentaria o de los peligros potenciales existentes en el suministro de alimentos y de vigilancia de las enfermedades transmitidas por los mismos, basados en la ciencia (análisis de riesgo) y abarcando todos los eslabones de la cadena alimentaria como un todo continuo “de la granja a la mesa” (FAO/OMS, 2005).

En el cumplimiento de las normas para cautelar la inocuidad de los alimentos de origen agropecuario se han creado organismos internacionales que han establecido directrices de prevención y control de inocuidad en alimentos como la Comisión del Codex Alimentarius que es un organismo intergubernamental creado en los años sesenta del siglo pasado, con el objeto de proteger la salud de los consumidores y garantizar prácticas leales en el comercio de alimentos (FAO/OMS, 2005); la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) creado en mayo de 2003 y que está encargada de mejorar la sanidad animal en el mundo (OIE, 2011) y la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) que es un acuerdo fitosanitario internacional, establecido en 1952, que tiene como objetivo promover la protección a las plantas cultivadas y silvestres de prevenir la introducción y propagación de plagas (CIPF, 2016).

Estos organismos han establecido normas internacionales reconocidas por los países miembros y como:

a) **Normas Internacionales Oficiales:** Son las del Codex, OIE, CIPF y las europeas.

El Codex Alimentarius (o Código Alimentario) es un programa mixto de la FAO y la Organización Mundial de la Salud OMS, creado en 1963 y las principales normas sobre inocuidad se encuentran incluidas en los 13 volúmenes del Codex (FAO/OMS, 2006) y tienen mayor influencia en el sector industrial, comercialización y los consumidores.

Otras normas públicas que ha reconocido la Organización Mundial del Comercio (OMC) son las dictadas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) en 2011, con dos códigos de sanidad animal y zoonosis: Terrestre y Acuático y dos Manuales de las Pruebas de Diagnóstico: las Vacunas para los Animales para los Animales (Terrestre y acuático) (OIE, 2004).

Otras normas internacionales reconocidas por la Organización Mundial de Comercio (OMC) son las del tratado Multilateral de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) para la cooperación internacional que han elaborado disposiciones para la aplicación de medidas por parte de los gobiernos con objeto de proteger sus recursos vegetales de plagas perjudiciales (medidas fitosanitarias) que pueden introducirse mediante el comercio internacional (Hallman, 2011).

Se tienen en cuenta normas de la Unión Europea, establecidas desde el año 2000 (Comisión de comunidades europeas, 2000), bajo la responsabilidad de instituciones europeas que se crearon para el control de las inocuidades como la

Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria o el sistema de información Traces Trade Control and Expert System (Comisión de las Comunidades Europeas, 2002)

b) Normas Internacionales para inocuidad y calidad de leche y productos lácteos

El Codex Alimentarius promueve normas o códigos de prácticas de higiene para los alimentos y para la leche y productos lácteos, especialmente:

El Código de Prácticas de Higiene para la leche y los productos lácteos (Codex-Alimentarius, 1997) que busca aplicar las recomendaciones del Código Internacional Recomendado de Prácticas – Principios Generales de Higiene de los Alimentos al caso particular de la leche y los productos lácteos y se aplica a la producción, elaboración y manipulación de la leche y los productos lácteos y el Modelo de Certificado de Exportación para la leche y los productos lácteos (Codex Alimentarius, 2008).

Codex Alimentarius y la Unión Europea-CAyUE.

Norma técnica ecuatoriana-NTE, Chata (2015). Presencia de Metales Pesados (Hg, As, Pb y Cd) Leche en la Cuenca del río Coata, Puno.

Norma técnica de rumana-NTR. Rodríguez et al., (2005). Metales Pesados en Leche Cruda de Bovino. Concentración (mg/kg) base seca.

2.2.4.1. La presencia de metales pesados en alimentos

Particularmente en la leche, de amplio consumo por la población, constituye un tema de relevancia y de vital importancia, pues involucra la calidad de vida de las personas, al afectar los metales pesados la salud de las personas, por la contaminación que afecta a la cadena trófica y sus efectos en salud pública. Es necesario enfatizar que

los riesgos a la salud de la población infantil necesitan ser evaluados de una manera integral, considerando la exposición crónica de metales pesados en alimentos que por lo regular se presenta asintomática durante un tiempo prolongado de vida. Algunos metales, como el cobre y el zinc, son necesarios en niveles bajos para el funcionamiento normal de los organismos vivos, sin embargo, en concentraciones altas pueden ser muy tóxicos (Sabir et al., 2003).

Los metales no esenciales como el **plomo, cadmio**, mercurio, aluminio entre otros; cuando estos metales son absorbidos en pequeñas cantidades ya sea en los alimentos u otras fuentes, existe la posibilidad de eliminarlos a través de la orina y jugos gástricos. El consumo de estos metales pesados, que exceden los límites permisibles recomendados por la FAO/OMS puede causar un efecto tóxico en la salud humana, la gravedad de este efecto dependerá de la naturaleza, cantidad y forma química de los metales, de la concentración del metal en el alimento y de la resistencia del organismo a los efectos sinérgicos o antagónicos a otros contaminantes químicos, como se explica en (Muntean et al., 2004).

Se ha comprobado que la leche de bovinos que pastorean e ingieren agua a las orillas de lagos y ríos contaminados con desechos industriales y aguas negras que contienen metales pesados como plomo, cadmio, mercurio y zinc; en múltiples estudios que se han realizado se ha encontrado que la concentración de metales pesados ingeridos por las vacas tienen influencia sobre las concentraciones de dichos elementos en la leche cruda, además demostraron que una parte de estos elementos son excretados en la leche, unidos a compuestos orgánicos, principalmente en las proteínas, mientras que otros se asocian a una baja porción de grasa, según el artículo (Rodríguez, et al., 2004)

En razón a los efectos que ocasiona el consumo de leche inocua y con la presencia de metales pesados, la investigación se concentrará en poder realizar un estudio minucioso sobre la calidad de leche que se consume en la ciudad de Cajamarca y poder determinar sus características químicas y físicas además de los niveles de concentración de metales pesados y las autoridades competentes puedan determinar las acciones más específicas sobre los resultados de la presente investigación. La atmósfera terrestre recibe 22 toneladas de cadmio por día. El 90 por ciento proviene de la actividad humana; el resto, de los incendios forestales, los volcanes y el desgaste del suelo y las rocas. Las principales fuentes humanas de cadmio son los fertilizantes, el uso de combustibles fósiles y las industrias del hierro y del acero. El cadmio se obtiene como un subproducto de la industria del zinc. Es un buen conductor de la electricidad que sirve para fabricar componentes electrónicos. También se lo emplea para proteger de la corrosión a otros metales como los pernos del puente de Severn. Cuando se combina con otros elementos químicos, forma sustancias amarillas, rojas o anaranjadas que se usan para colorear plásticos, vidrios y cerámicas. Además, es útil para estabilizar plásticos, porque absorbe la luz ultravioleta que los degrada. El 80 por ciento de la industria del cadmio se dedica a la fabricación de baterías recargables que duran más, toleran un mayor rango de temperatura y se recargan más rápido que otras baterías. Las baterías de níquel-cadmio tienen numerosas aplicaciones hogareñas (teléfonos inalámbricos, controles remotos, juguetes) e industriales (iluminación de emergencia, vehículos eléctricos, fuentes de energía de trenes y aviones). En la década de 1960 se comenzó a tomar precauciones para disminuir la liberación de cadmio al ambiente. En los años siguientes disminuyó la cantidad de cadmio en el agua, el suelo y la atmósfera. También se redujo el consumo involuntario a través de los alimentos. A las fábricas que trabajan con cadmio se les recomienda aplicar estrictas reglas de higiene industrial para disminuir al máximo la

contaminación del ambiente. Además, los trabajadores deberían ser sometidos a exámenes médicos periódicos para prevenir riesgos. Donde se cumplen estas medidas, el cadmio ya no constituye un peligro para la salud humana (Alzogaray, 2009).

2.3. Definición de términos básicos

Calidad Alimentaria. Es el enunciado de las características que determinan que una cosa sea lo que es en relación con la finalidad de su utilización; y un nivel de excelencia o una forma de distinción con respecto a las cosas similares. En materia de alimentos, la calidad es ante todo la ausencia de defectos y de falsificación. (FAO, 2004).

Calidad de la leche. - Se entiende por leche de calidad a la proveniente del ordeño de vacas sanas, bien alimentadas, libre de olores, sedimentos, sustancias extrañas y que reúne las siguientes características: cantidad y calidad apropiada de los componentes sólidos (grasa, proteína, lactosa y minerales); con un mínimo de carga microbiana; libre de bacterias causantes de enfermedades (brucelosis, tuberculosis, patógenos de mastitis), y toxinas (sustancias tóxicas) producidas por bacterias u hongos; libre de residuos químicos e inhibidores; con un mínimo de células somáticas. (Ferraro, 2006).

Codex Alimentarius. - Es la compilación de todas las normas, Códigos de Comportamientos, Directrices y Recomendaciones del más alto organismo internacional en materia de normas de alimentación. La Comisión es un organismo subsidiario de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Codex-Alimentarius, 1997).

Inocuidad alimentaria. - Todas las medidas encaminadas a garantizar que los alimentos no causarán daño al consumidor si se preparan y/o ingieren según el uso al que están destinados. (WHO, 2010).

Leche. – es el producto normal de la secreción de la glándula mamaria, color blanco, con sabor dulce, libre de calostro y con pH cercano a la neutralidad, formado principalmente por agua (88%), más lípidos, azúcares y proteínas, trazas como minerales, vitaminas, hormonas y enzimas que se les llama sólidos totales (12%). (USDA., 2017).

Límite máximo permisible. (LMP). - es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión que, al ser excedida, causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. Decreto Supremo N° 037-2008-PCM, publicado el 14 de mayo de 2008, en el Diario Oficial del Estado “El Peruano”

Metales Pesados. - Son aquellos elementos, cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua, y generalmente tóxicos o venenosos en concentraciones bajas (ECURED, 2015).

Seguridad Alimentaria. – cuando a nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando todas las personas, en todo momento acceso físico, social y económico a los alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida sana y activa (FAO, 2011).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Localización del estudio

La presente investigación se llevó a cabo en dos fundos lecheros en Cajamarca: el fundo Bella Unión ubicado en las coordenadas geográficas, 7°09'53.9"S 78°28'51.9"W y el fundo La Molina en las coordenadas geográficas, 7°07'56.5"S 78°30'52.2"W. Se elaboró una ficha para registrar los datos de cada fundo con identificación y registro individual de los animales de estudio.

Los materiales usados fueron: leche cruda bovina, tubos plásticos rotulados, guantes, baldes, cooler, hipoclorito de sodio, paños húmedos, alcohol, equipo de plasma de acoplamiento inductivo - espectrofotómetro de emisión óptico (ICP – OES), balanza analítica, balanza de precisión, horno mufla, refrigeradora, campana extractora de gases, computadora, material de escritorio, cámara fotográfica, cámara filmadora.

En las figuras 1 y 2 se detalla la ubicación geográfica de los dos fundos donde se aplicó el estudio. Fuente google maps, [10-11-2018].

A continuación, se muestran en la Tabla 2, se muestran las coordenadas geográficas para la identificación de los fundos y el número de muestras recolectadas durante los meses de noviembre 2015 y junio 2016.

Tabla 1. Ubicación georeferenciadas de los Fundos en los establos Bella Unión y La Molina

N° O.	Fundo	Coordenadas georeferenciadas	Cantidad de Muestras
1°	Bella Unión	7°09'53.9"S 78°28'51.9"W	20
	La Molina	7°07'56.5"S 78°30'52.2"W	20

Fuente: google maps, [10-11-2018]).

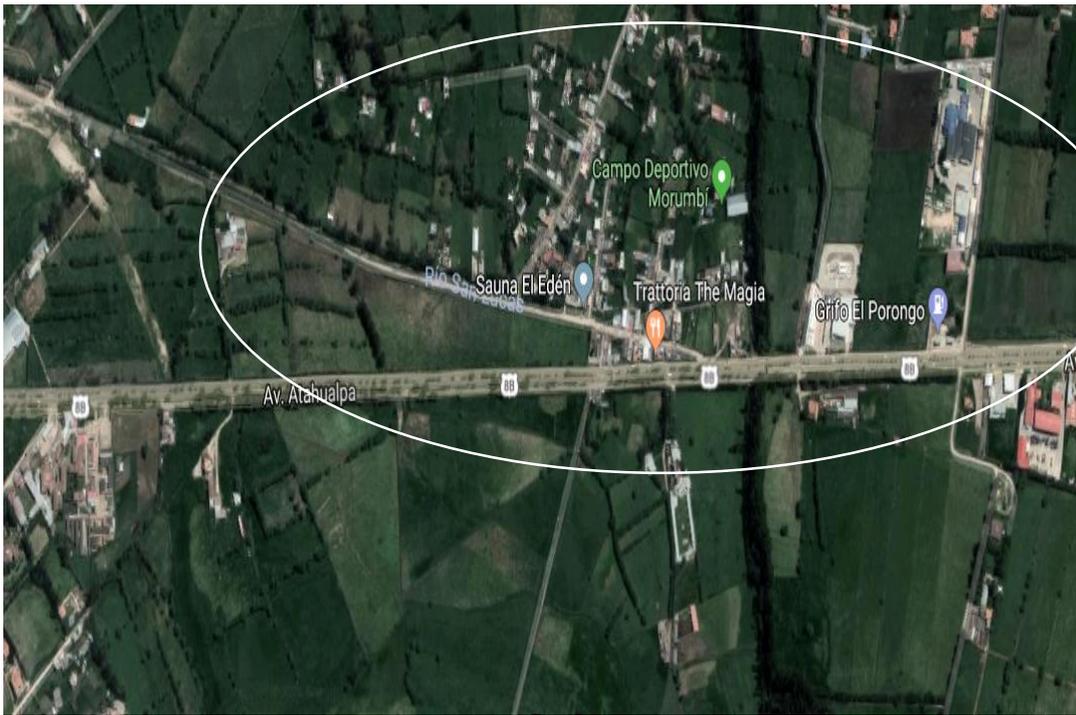


Figura 1. Ubicación del fundo Bella Unión en el valle de Cajamarca
Fuente google maps, [10-11-2018]



Figura 2. Ubicación del fundo La Molina en el valle de Cajamarca
Fuente google maps, [10-11-2018]

3.1.1. Material biológico

Muestras de leche cruda bovina para consumo humano.

3.1.2. Material de campo

Fichas de observación, cajas térmicas. Frascos de polietileno (250 mL) estériles con tapa rosca, plumones indelebles, varillas agitadoras, tubos plásticos rotulados (250 mL) estériles con tapa rosca, guantes, baldes, cloro, paños húmedos y alcohol.

Equipos:

Cámara fotográfica, cámara filmadora, bicicleta y casco.

3.1.3. Materiales y equipos de laboratorio

Material de vidrio

Tubos de ensayo estériles, tapones de caucho estériles, pipetas estériles, matraces y gradilla.

Equipos

Equipo de ICP – OES, balanza analítica, balanza de precisión, horno mufla, refrigeradora y campana extractora de gases.

3.1.4. Material de escritorio

PC, USB, impresora, cámara fotográfica, papel bond A4-80 g. y lapiceros.

3.2. Método para toma de muestra:

3.2.1. Procedimiento de selección de vacas

Se seleccionaron al azar 2 muestras por cada fundo estudiado, todos ellos adultos, que llevaban más de dos años en los fundos de la raza Holstein y Brown Swiss.

3.2.2. Recolección de las muestras de leche

Se seleccionaron al azar, 4 vacas adultas de la raza Holstein y Brown Swiss, 2 por cada fundo estudiado. De cada vaca se obtuvo 10 muestras de leche cruda, con un total de 40 muestras; las que se recolectaron previa desinfección de la ubre y de los pezones de las vacas seleccionadas, se colectaron 250 mL de leche de dos pezones diferentes. La leche fue almacenada en tubos plásticos esterilizados, los que se rotularon y conservaron en un cooler a temperatura ambiente, para ser llevados inmediatamente al Laboratorio, donde se realizó el análisis respectivo. Este proceso se inició en noviembre del 2015, y se repitió el muestreo en junio de 2016.

La determinación de los metales pesados arsénico, cadmio, cobre y plomo y en las muestras de leche cruda bovina, fueron realizadas en el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca (LRA de Cajamarca), a través de espectrofotometría de absorción atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).

3.2.3. Periodo de muestreo

Se inició en noviembre del 2015, y se repitió el muestreo en junio de 2016, totalizando 40 muestras.

Digestión de la muestra:

3.2.4. Procedimientos analíticos

Para la determinación de los metales pesados (As, Pb, Cd y Cu) presentes en las muestras de leche, éstas se analizaron en el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca, mediante espectrofotometría de absorción atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). (Informe de ensayo N° IE 1115229, de 25 noviembre de 2015 e Informe de ensayo N° IE 0616235, de 01 julio 2016, Anexo 7 y 8).

En la Figura 4, se presenta el proceso de análisis de metales en leche con sus 3 fases:

1. Primera Fase:

1. Pesado de crisol,
2. Pesado de Leche,
3. luego el uso de estufa para la leche a 100°C en un promedio entre 3 a 4 horas,
4. finalmente el pesado del crisol adicionado el de la muestra, lo que nos da como resultado de esta diferencia el peso seco de la muestra en Kg.

2. Segunda fase:

5. A continuación se lleva la muestra a la Mufla a una temperatura de 450°C en un tiempo de 16 horas,
6. A continuación se aplica 2mL de ácido nítrico con una concentración de 2 normal,
7. Luego, se ha secar en bloque digestor entre 90° – 95°C en un tiempo de 2 horas,
8. Finalmente, se lleva a Mufla a 450°C por 1 hora. En esta fase se obtiene las cenizas de la nuestra.

3. Tercera fase:

9. Al resultado de la fase anterior se aplica 5mL de ácido nítrico con una concentración de 2 normal, adicionando 20mL de ácido nítrico en una concentración de 0.1 normal;
10. Luego, filtra en tamiz N° 40,
11. Al anterior resultado se debe aforar en Fiola (matraz aforado), teniendo como resultado el volumen en L; esta fase permite, la liberación de metales;
12. Obteniéndose finalmente, la lectura de espectrofotometría de absorción atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES).

El Procedimiento de espectrofotometría de absorción atómica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), para metales pesados:

- Digestión:**
1. Preparar dos erlenmeyer de 125 mL, marcados como blanco, dos con estándar de control de 1 mg/L y los necesarios para las muestras y duplicados requeridos,
 2. Agitar vigorosamente las muestras para homogenizarlas,
 3. Se toma, con la probeta de 50 mL, alícuotas de 50 mL tanto de los blancos como los estándares de control y las diferentes muestras y duplicados. Se enjuaga la probeta entre cada alícuota, al menos dos veces con agua ultrapura y una con agua acidulada,
 4. A cada erlenmeyer se adiciona 5 mL de HN03 ultrapuro, 65% mas 1 mL de peróxido de hidrógeno al 30% y se agita suavemente,
 5. El proceso de digestión se realiza utilizando calentamiento suave en las planchas. Esto equivale aproximadamente, si se tiene escala de 1 a 10, a un nivel entre 6 y 7; en caso de no tener escala, mover el botón aproximadamente entre un 60 y 70% antes de la posición máxima. Calentar durante aproximadamente dos horas, o hasta que se observe que solo queda alrededor de 5 mL de solución. Se debe tener precaución de no dejar secar la solución, ya que se puede perder parte de algunos metales. Deje enfriar y lave las paredes del erlenmeyer con un poco de agua acidulada,
 6. Colocar los embudos de polipropileno en los soportes, con el papel de filtro, de manera que el vástago quede dentro de los balones aforados de 50 mL. Se transfiere cuantitativamente las soluciones digeridas en los erlenmeyer, a los balones correspondientes, enjuagando varias veces, con agua acidulada. Finalmente se completa a volumen con el agua acidulada,

7. Se agitan las soluciones con el fin de homogenizarlas y se transfieren a frascos de polipropileno identificados con el código de las muestras, estándares o el blanco correspondiente,

8 Las soluciones quedan listas para el análisis en el espectrofotómetro de emisión por plasma,

9. En caso de que la lectura no se vaya a realizar inmediatamente, se recomienda guardar las soluciones en el cuarto frío.

Análisis de las muestras:

1. Consulte el instructivo del Espectrofotómetro de Emisión por Plasma. Siguiendo el instructivo adecuadamente, se tendrán definidos las curvas de calibración, estándares, las muestras y blancos y la secuencia para el análisis,

2. Para la preparación de los estándares, se sigue el procedimiento explicado en el numeral nueve de este documento,

3. La digestión de las muestras enteras para análisis de metales, se efectúan siguiendo las instrucciones dadas en la digestión,

4. Introduzca la curva de calibración de acuerdo al instructivo,

5. Realice las lecturas de las muestras aspirando cada una de ella en el orden anotado en el software. Debido a los varios órdenes de magnitud que maneja el equipo, normalmente todas las muestras entrarán en el rango de lectura. En el caso fortuito de que se sobrepasara el rango de concentración, sería necesario diluir la muestra. Anote de nuevo la muestra con el factor de dilución correspondiente. Toda la información queda registrada en el equipo, e incluso los valores de las muestras diluidas quedan debidamente calculados.

6. Análisis estándar de control cada 10 muestras aproximadamente, o a su juicio de acuerdo al número de muestras que se esté analizando,
7. Aspire agua acidulada después de cada lectura para eliminar efectos de memoria,
8. Una vez terminado el análisis, lave por unos minutos con agua acidulada y agua pura,
9. Apague el equipo siguiendo los pasos dados en el Instructivo.

En la Figura 3, se presenta el flujo del proceso de análisis de metales en leche con sus 3 fases, la primera fue la determinación del peso seco de la muestra, mediante el secado en estufa; la segunda de obtención de cenizas, mediante la aplicación de mufla y digestión; y finalmente la liberación de metales.

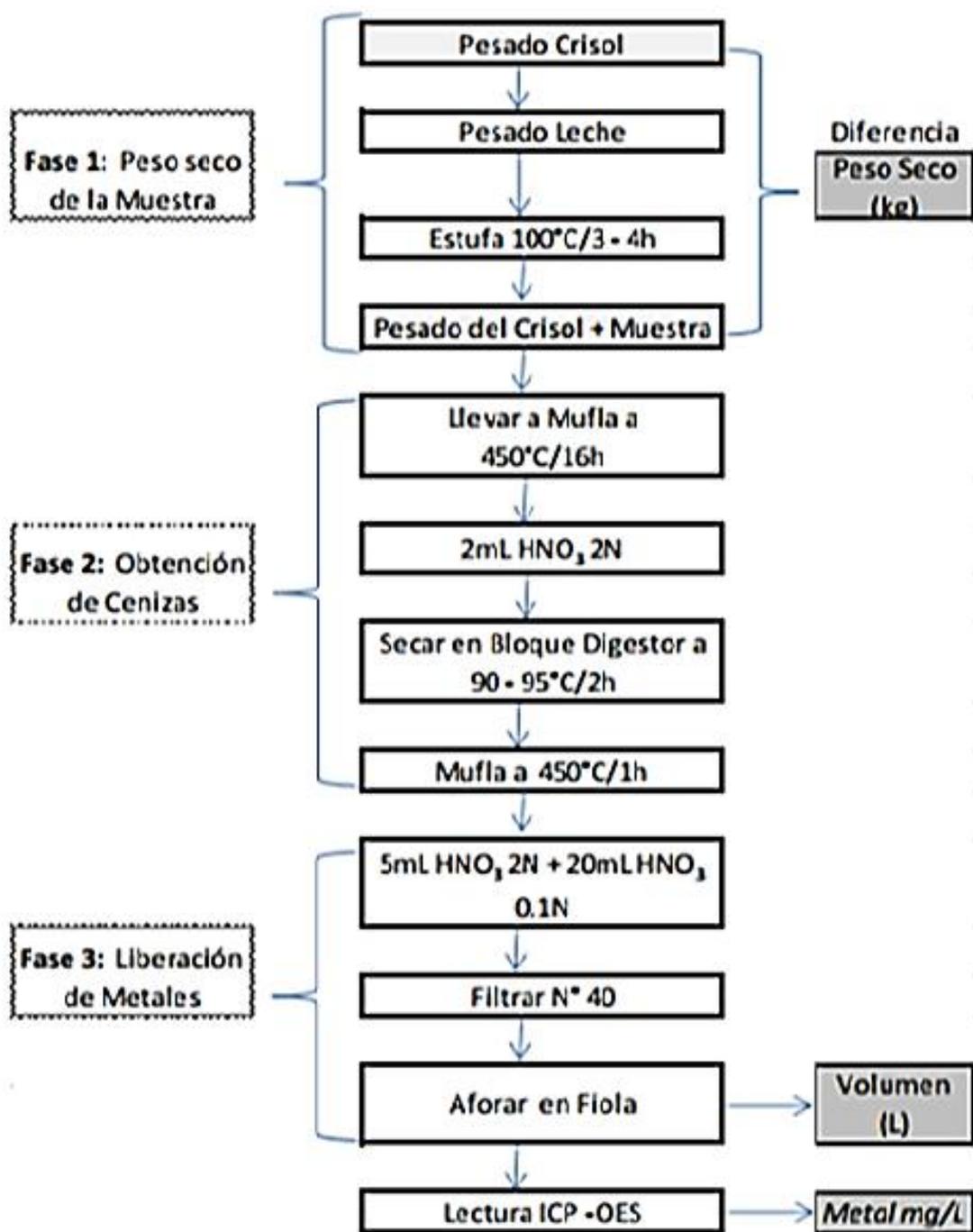


Figura 3. Flujo del proceso de análisis de metales en leche según fases en el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca.

Finalmente, los datos fueron procesados estadísticamente, se aplicó la prueba t de Student para muestra única con dos grupos, sobre los valores de las medias poblacionales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los Límites Máximos Permisibles-LMPs, por metal pesado, su concentración (mg/L) y normas internacionales, adaptado de Chata (2015) y Rodríguez et al., (2005). Información que ha servido para hacer comparaciones de las concentraciones de arsénico, cadmio, cobre y plomo; durante los años 2015 mes de noviembre y, 2016 en junio.

Es importante, destacar que, en Perú, no existe una norma que regule y estandarice las concentraciones de metales pesados en la leche cruda, por lo que se ha recurrido a normas internacionales, como la ecuatoriana, rumana y el Codex Alimentario de la Unión Europea.

Tabla 2. Límites Máximos Permisibles-LMPs por metal pesado, concentración y norma internacional

Metal Pesado	Concentración mg/L	Norma, País
Arsénico (As)	0,015	Norma Técnica Ecuatoriana - NTE
Cadmio (Cd)	0,010	Norma Técnica Rumana - NTR
Cobre (Cu)	0,500	Norma Técnica Rumana - NTR
Plomo (Pb)	0,020	Codex Alimentario de la Unión Europea - CAUE

Fuente: Adaptado de Chata (2015), y Rodríguez et al., (2005).

Asimismo, en la Tabla 3, se muestran las comparaciones de las concentraciones de metales pesados en la leche de los fundos, en Bella Unión se encontraron concentraciones elevadas en seis muestras, para el arsénico, se llegaron a cifras superiores a 0,015 mg/L, que es la concentración referida por la Norma Técnica Ecuatoriana.

Tabla 3. Resultados del análisis de metales pesados en leche cruda bovina, en dos fundos del Valle de Cajamarca.

N°	Fundo 1: Bella Unión				N°	Fundo 2: La Molina			
Orden	As g/L	Cd g/L	Cu g/L	Pb mg/L	Orden	As mg/L	Cd mg/L	Cu mg/L	Pb mg/L
1	<0,008	<0,004	0,915	0,029	21	<0,008	<0,004	0,780	<0,012
2	<0,008	<0,004	0,820	<0,012	22	<0,008	<0,004	1,147	<0,012
3	0,072	<0,004	1,179	<0,012	23	0,072	<0,004	0,979	<0,012
4	<0,008	<0,004	0,816	<0,012	24	<0,008	<0,004	0,812	<0,012
5	<0,008	<0,004	1,073	<0,012	25	<0,008	<0,004	0,779	<0,012
6	<0,008	<0,004	0,895	<0,012	26	<0,008	<0,004	0,670	<0,012
7	<0,008	<0,004	1,356	<0,012	27	0,020	<0,004	1,132	<0,012
8	<0,008	<0,004	0,815	<0,012	28	0,021	<0,004	0,932	<0,012
9	<0,008	<0,004	1,258	<0,012	29	<0,008	<0,004	0,658	0,053
10	<0,008	<0,004	0,795	<0,012	30	<0,008	<0,004	0,812	<0,012
11	<0,008	<0,004	0,849	<0,012	31	<0,008	<0,004	0,779	<0,012
12	<0,008	<0,004	0,852	<0,012	32	<0,008	<0,004	0,722	<0,012
13	<0,008	<0,004	0,839	<0,012	33	<0,008	<0,004	0,669	<0,012
14	<0,008	<0,004	0,599	<0,012	34	<0,008	<0,004	0,493	<0,012
15	0,045	<0,004	0,405	0,020	35	0,148	0,152	1,584	0,160
16	0,024	<0,004	1,366	<0,012	36	0,024	0,202	0,828	0,145
17	0,012	<0,004	0,772	0,024	37	0,028	<0,004	0,567	0,020
18	0,066	<0,004	0,417	0,025	38	0,025	<0,004	0,490	<0,012
19	0,026	<0,004	0,759	0,051	39	0,025	<0,004	0,490	<0,012
20	0,017	<0,004	0,503	<0,012	40	0,043	<0,004	0,628	<0,012

Fuente: Laboratorio Regional del Agua Cajamarca.

Además, las cifras alcanzadas en cadmio no superaron los 0,010 mg/L, de la Norma Técnica Rumana; respecto a los valores alcanzados por el cobre, 18 muestras sobrepasaron los 0,5 mg/L de la Norma Técnica Rumana, finalmente, el plomo presentó 4 resultados que superaron el LMP del Codex Alimentario de la Unión Europea.

En el fundo La Molina, los resultados fueron elevados en los 4 metales analizados, el arsénico con 9 muestras superó LMP de la Norma Técnica Ecuatoriana, respecto al cadmio 2 resultados sobrepasaron al LMP de la Norma Técnica Rumana, en relación con el cobre, 17 resultados estuvieron sobre el LMP de la Norma Técnica Rumana, finalizando con el plomo con 3 valores que superaron el LMP del Codex Alimentario de la Unión Europea.

En la Tabla 4, se presenta los valores promedio de la concentración de metales pesados en leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina del Valle de Cajamarca, de los resultados obtenidos con respecto al arsénico, según la Norma Técnica Ecuatoriana (0,015 mg/L) se reporta que, un total de 15 muestras superaron el LMP, de las cuales 6 fueron del fundo Bella Unión y 9 de La Molina; la concentración media de arsénico, entre los dos fundos fue, de 1,4 veces más en La Molina que en Bella Unión; y éste valor tuvo 1,8 veces más de concentración respecto del LMP de la Norma Técnica Ecuatoriana.

Tabla 4. Valores promedio de la concentración de los metales pesados en leche cruda bovina, en los fundos Bella Unión y La Molina del Valle de Cajamarca, Perú 2015 - 2016.

Metal Pesado mg/L	Límite Máximo Permisible LMP mg/L	Fundo de Muestreo	Media	Desviación Estándar	Valores Extremos		Valor de la Potencia
					Mínimo	Máximo	
Arsénico	0,015	Bella Unión	0,019	0,020	0,017	0,072	P > 0,005
		La Molina	0,027	0,038	0,020	0,148	
Cadmio	0,010	Bella Unión	0,000	0,000	0,000	0,000	P > 0,005
		La Molina	0,177	0,054	0,152	0,202	
Cobre	0,500	Bella Unión	0,864	0,275	0,503	1,366	P < 0,005
		La Molina	0,798	0,264	0,567	1,584	
Plomo	0,020	Bella Unión	0,032	0,010	0,024	0,051	P > 0,005
		La Molina	0,119	0,043	0,053	0,160	

Fuente: Laboratorio Regional del Agua Cajamarca.

Los resultados obtenidos, se contrastan con las investigaciones realizadas por Londoño (2013), sobre el estudio de metales pesados en la leche cruda bovina en Colombia; ello debido a que en los fundos estudiados las cantidades elevadas que se encontraron, pueden deberse a la fertilización de la pastura, durante los últimos años y en forma continuada con el riego de aguas residuales (biosólidos), lo que podría explicar la acumulación de elevadas concentraciones de estos metales, capaces de generar riesgos por translocación para la cadena trófica. Comparativamente, el resultado de Antioquia en Colombia, respecto al valor medio del arsénico fue, 15,8 veces superior en la leche del distrito de Entrerriós; en relación con el distrito de San Pedro; y este valor supera en 34,9 veces al LMP de la Norma Técnica Ecuatoriana. En ese sentido, en esta investigación los resultados fueron diferentes por cuanto, la concentración de metales fue mucho menor al compararse con los límites máximos permisibles de la Norma Técnica Ecuatoriana, hecho que se puede apreciar en la Fig. 4.

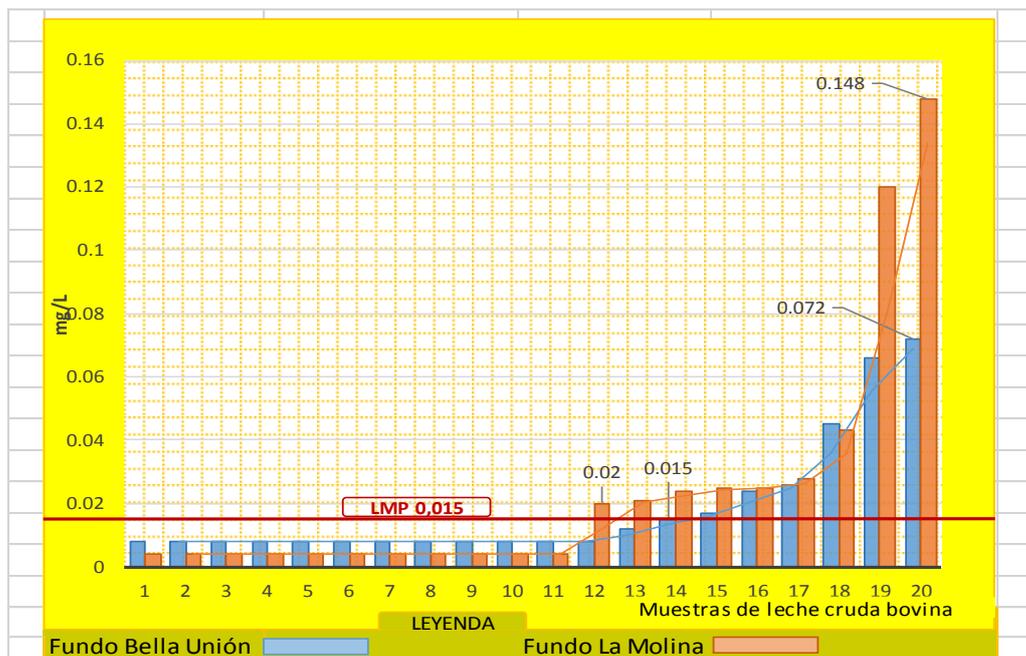


Figura 4. Concentraciones de arsénico en mg/L comparadas con la Norma Técnica Ecuatoriana de las muestras de leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina.

En ese sentido, los resultados obtenidos en Cajamarca (Perú), respecto al valor medio del arsénico que se halló en Entrerrios es 11,2 veces superior a los encontrados en el fundo La Molina en Cajamarca y supera al LMP de la Norma Técnica Ecuatoriana en 19,4 veces.

Además, los resultados obtenidos, se han sometido a la prueba t de Student para muestra única con dos grupos, es decir fundos Bella Unión y La Molina, sobre valores de las medias poblacionales; comparado con un valor aceptado, en este caso para arsénico, el LMP de la Norma Técnica Ecuatoriana (0,015 mg/L) el que no difiere significativamente de los valores del presente estudio, dónde: (la Media es =0,023; el Error Estándar es: SE=0,005; la prueba t de Student es: $t(39) = 1,648$; el nivel de significación es: $p > 0,05$; la potencia del estadístico es: $r = 0,20$); y finalmente la potencia expresada en valor porcentual es $r = 4\%$ que resulta pequeña y su efecto explica el 4% de la varianza total, esto debido al tamaño de la muestra estudiada. (Serra, 2014).

Así mismo, los resultados que se muestra en la tabla 4 con respecto al cadmio en leche del fundo La Molina, dos muestras sobrepasaron el LMP (0,010 mg/L) de la Norma Técnica Rumana; esta concentración estuvo 17,7 veces sobre la Norma Técnica Rumana, Londoño (2013). Comparando el resultado de Antioquia (Colombia) con los obtenidos en Cajamarca, en el fundo La Molina (Perú), el valor medio de cadmio superó en 1,2 veces el resultado encontrado en Colombia.

Los resultados obtenidos se han sometido a la prueba de t de Student, en este caso para cadmio, el LMP de la Norma Técnica Rumana (0,010 mg/L) el que no difiere significativamente de los valores del presente estudio, dónde la Media es =0,013; el Error Estándar es: SE=0,006; la prueba t de Student es $t(39) = 0,434$; el nivel de significación es: $p > 0,05$; la potencia del estadístico es $r = 0,11$; y finalmente la potencia expresada en valor porcentual es $r = 1\%$ que resulta pequeña y su efecto explica el 1% de la varianza total, (Serra, 2014). Entendiendo que la potencia de una prueba estadística es la probabilidad de que la hipótesis nula sea rechazada cuando la hipótesis alternativa es verdadera.

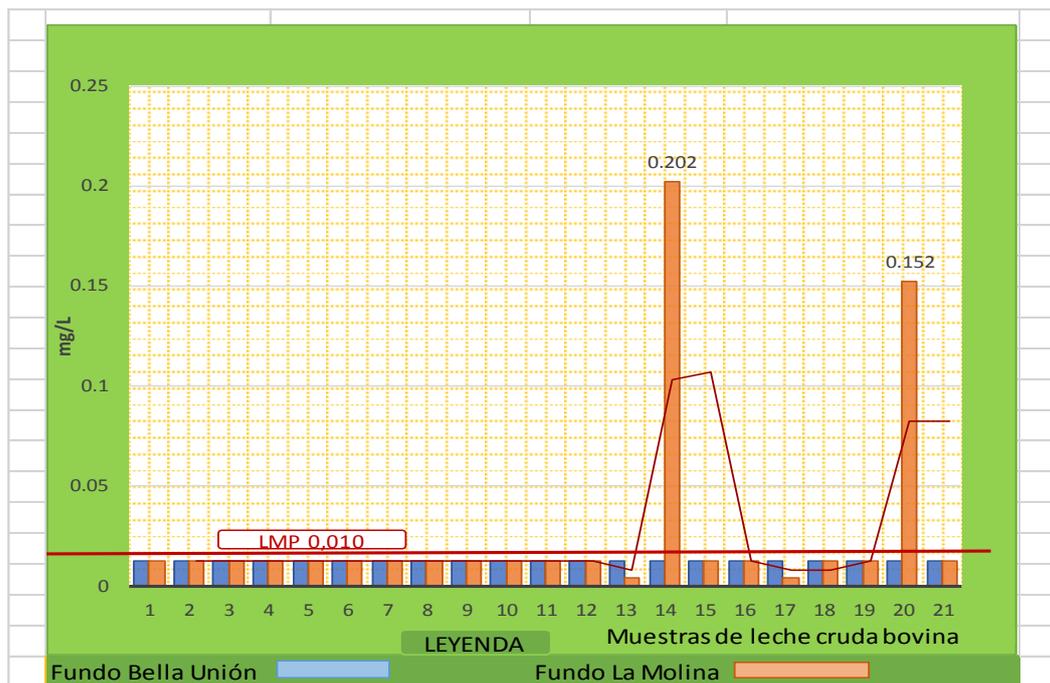


Figura 5. Concentraciones de cadmio en mg/L comparadas con la Norma Técnica Rumana de las muestras de leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina.

Igualmente, en relación a la Tabla 4, se presenta los valores promedio de la concentración del cobre, en los 2 fundos de Cajamarca; y respecto al LMP de la Norma Técnica Rumana se tiene un total de 35 muestras que superaron esta concentración, de las cuales 18 fueron del fundo Bella Unión y 17 a La Molina; la concentración media del metal entre los 2 fundos fue de 1,1 veces de Bella Unión sobre La Molina, estando este 1,7 veces sobre el LMP de la Norma Técnica Rumana, resultados que se contrastaron con los obtenidos por Londoño (2013) en Colombia; debido a que en los fundos investigados, se detectaron cantidades elevadas de concentración de metales pesados, debido a la fertilización en forma continuada y también con el riego con aguas residuales. Comparando las concentraciones de cobre de Entrerrios (Colombia) con los obtenidos en Bella Unión fue 0,9 veces superior los de Cajamarca Perú, respecto a Colombia y supera 4,6 veces en términos del LMP de la Norma Técnica Rumana.

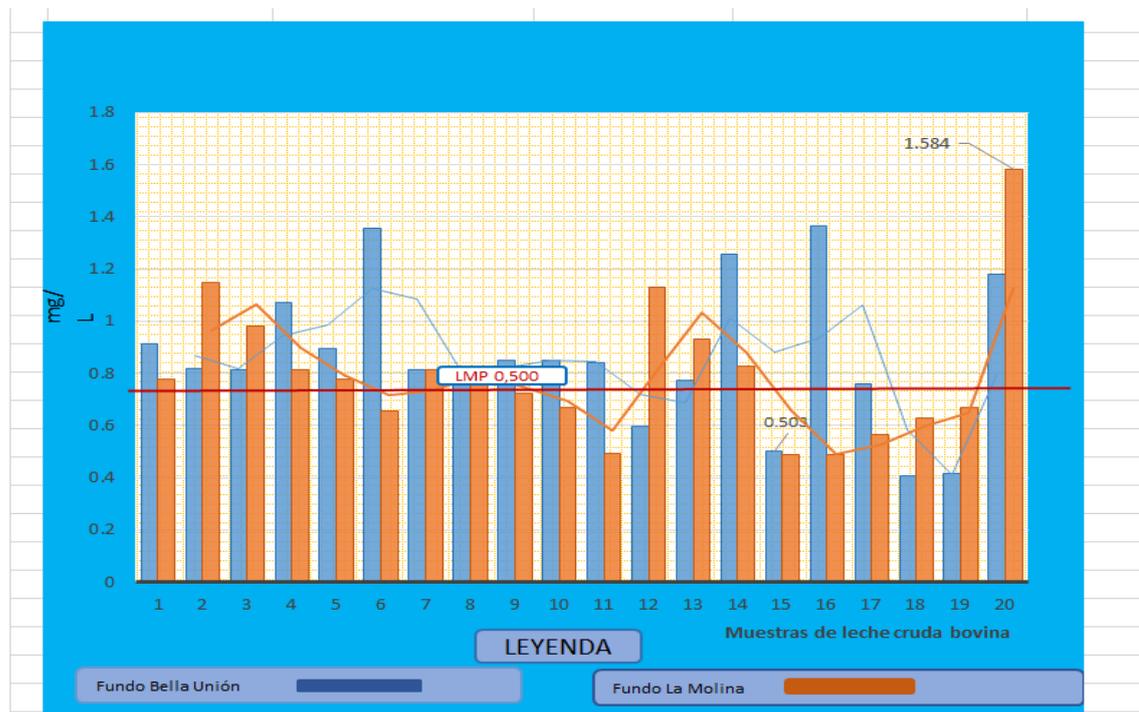


Figura 6. Concentraciones de cobre en mg/L comparadas con la Norma Técnica Rumana de las muestras de leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina.

Según la prueba estadística de t de Student comparado con un valor aceptado, en este caso el LMP de la Norma Técnica Rumana para cobre (0,500 mg/L), no difiere significativamente de las concentraciones encontradas en el presente estudio, dónde la Media es =0,831; el Error Estándar es: SE=0,042; la prueba t de Student es $t(39) = 7,795$; el nivel de significación es: $p < 0,05$; la potencia del estadístico es: $r = 0,28$; y finalmente la potencia expresada en valor porcentual es: $r = 8\%$ que resulta pequeña y su efecto explica el 8% de la varianza total. (Serra, 2014).

Finalmente, en la tabla 4, con respecto al plomo se presentan los valores promedio de ese metal, asimismo, 07 muestras de leche, de las cuales 3 muestras del fundo La Molina y 4 de Bella Unión superaron el LMP de la Norma Técnica del Codex Alimentario de la Unión Europea, en conclusión; para Cajamarca, la concentración del plomo del fundo La Molina supera 4 veces el de Bella Unión, por otro lado, el plomo encontrado en fundo

Bella Unión fue 6 veces más sobre la Norma Técnica del Codex Alimentario de la Unión Europea.

Respecto al plomo y al contrastar los resultados del presente estudio, en el fundo La Molina fue menor en 1,3 veces de los encontrados en Entreríos-Colombia, como también supera en 1,3 veces en términos de la Norma Técnica del Codex Alimentario de la Unión Europea.

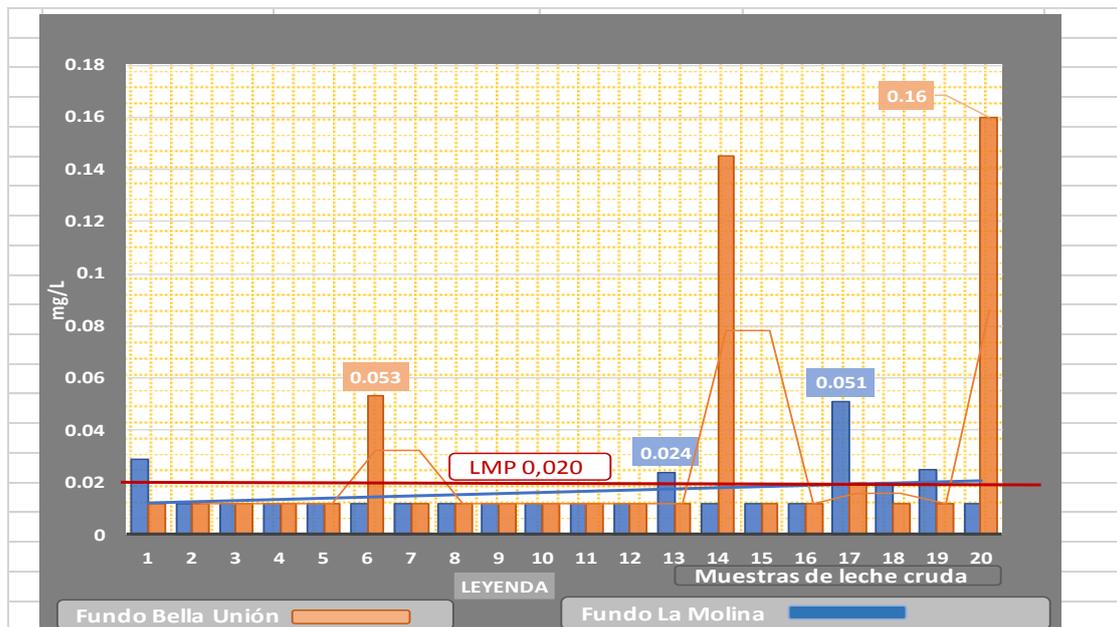


Figura 7. Concentraciones de cadmio en mg/L comparadas con la Norma Técnica del Codex Alimentario de la Unión Europea de las muestras de leche cruda bovina de los fundos Bella Unión y La Molina.

Según el LMP de la Norma Técnica del Códex Alimentario de la Unión Europea para plomo (0,020 mg/L) difieren significativamente de las concentraciones encontradas en el presente estudio, y respecto a la prueba t de Student es: $t(39) = 0,494$; el nivel de significación es: $p > 0,05$; la potencia del estadístico es: $r = 0,11$; y finalmente la potencia expresada en valor porcentual es: $r = 1\%$ que resulta pequeña y su efecto explica el 1% de la varianza total, (Serra, 2014).

Al término de la investigación, se propone que el monitoreo y la evaluación de la leche cruda bovina, debe ser realizada permanentemente y además inopinado, puesto que esta materia prima, sirve de insumo para muchas industrias y especialmente en el consumo directo.

De esta forma, la leche debe ser procesada bajo estricto registro sanitario e inspeccionadas por Organismos Gubernamentales Nacionales y Subnacionales, en todas las cuencas lecheras del Valle de Cajamarca y del país.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

1. Se determinó la presencia de metales pesados en la leche cruda bovina en los fundos Bella Unión y La Molina del valle de Cajamarca entre los años 2015 al 2016.
2. La concentración media de metales pesados, analizados en la leche cruda bovina en el fundo de Bella Unión, fueron para arsénico 0,019 mg/L; cadmio 0,000 mg/L; cobre 0,864 mg/L y plomo 0,032 mg/L. Las concentraciones medias evaluadas en el fundo de La Molina fueron As: 0,027 mg/L, Pb: 0,119, Cu: 0,798 mg/L, Cd: 0,177 mg/L.
3. De los 2 fundos estudiados, el más afectado por la presencia elevada de arsénico, cadmio, cobre y plomo, fue el fundo La Molina.
4. La concentración de los metales pesados estudiados en los 2 fundos no difiere significativamente, respecto a los límites máximos permitidos, para: arsénico, respecto a la Norma Técnica Ecuatoriana; cadmio en relación a la Norma Técnica Rumana y plomo frente a la Norma Técnica del Codex Alimentario de la Unión Europea.
5. Estadísticamente, la concentración del cobre en la lecha de los fundos Bella Unión y La Molina, si difiere significativamente respecto de la Norma Técnica Rumana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agalep. (08 de Junio de 2017). Leche fresca: Cajamarca, Lima y Arequipa lideran producción en el país. Recuperado el 15 de 01 de 2019, de <https://andina.pe/agencia/noticia-leche-fresca-cajamarca-lima-y-arequipa-lideran-produccion-el-pais-670091.aspx>
- Allueva, A. (11 de 04 de 2019). El concepto de calidad y los útiles estadísticos básicos para el control en la industria agroalimentaria. <http://cederul.unizar.es/revista/num01/pag29.htm>.
- Alzogaray, R. A. (15 de 08 de 2009). [doi:https://www.sertox.com.ar/modules.php?name=News&file=article&sid=2042](https://www.sertox.com.ar/modules.php?name=News&file=article&sid=2042)
- Arana, M. (01 de 01 de 2015). Impactos Ambientales de La gran minería en Cajamarca – Perú. Grupo de Formación e Intervención para El Desarrollo Sostenible. Recuperado el 20 de 11 de 2018, de http://www.grufides.org/articulos/articulo_28.htm.
- Ayala, J., & Romero, H. (13 de 07 de 2013). Presencia de metales pesados (arsénico y mercurio) en leche de vaca al sur del Ecuador. (U. P. Salesiana, Ed.) La Granja, Revista de Ciencias de la Vida, 17(1), 36-43. Recuperado el 20 de 01 de 2018
- Badillo, D. (2016). Determinación de la presencia de arsénico en leche cruda producida en la parroquia de Machachi. . Quito, Ecuador: Universidad Central Ecuador.
- Carrillo, R. (2013). Concentración de plomo en forraje y leche de vacuno en seis zonas del valle del Mantaro. Huancayo: Universidad Nacional de Centro del Perú.

- Cerrón-Muñoz, M., Ramírez Arias, J., Bolívar-Vergara, D., Bedoya, G., & Palacio, L. (01 de 11 de 2015). (L. R. Development., Ed.) Calidad Higiénica, revisado 05 julio 2019, doi:<http://www.lrrd.org/lrrd27/11/cero27216.html>
- Chata, A. (2015). Presencia de Metales Pesados (Hg, As, Pb y Cd) En Agua y Leche En la Cuenca del Rio Coata. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- CIPF. (2016). Recuperado el 16 de 10 de 2018, de Tratamiento de irradiación contra *Cylas formicarius elegantulus*:
https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2016/06/PT_12_2011_Es_2016-06-17_PostCPM11_InkAm.pdf
- Codex-Alimentarius. (1997). Textos Básicos. Recuperado el 29 de 03 de 2018, de http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits_es/others/docs/CAC-RCP1-1969.PDF
- Comisión de las Comunidades Europeas. (02 de 02 de 2002).
doi:file:///D:/docencia%202019/sobre%20el%20recurso%20al%20principio%20de%20precaución.PDF
- DNP-CONPES. (2005). Recuperado el 19 de 11 de 2017, de "Metas y estrategias de colombia para el logro":
http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2005/Conpes_0091_2005.pdf
- Ecured. (2015). Metales Pesados. Recuperado el 03 de 01 de 2019, de www.ecured.cu_screen_capture_2015-01-05_07-31-48.png
- FAO. (2004). Conferencia regional de la FAO para Europa. Recuperado el 16 de 03 de 2019, de <http://www.fao.org/3/j1875s/j1875s.htm>

- FAO. (2011). Leche y Productos Lácteos. Recuperado el 21 de 12 de 2017, de <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>
- FAO. (febrero de 2011). Seguridad Alimentaria y Nutricional - Conceptos Básicos. Recuperado el 15 de 04 de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- FAO. (26 de Noviembre de 2013). La leche y los productos lácteos pueden mejorar la nutrición de los pobres del mundo. Recuperado el 02 de 03 de 2019, de <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>, revisado el 02-03-2019.
- FAO. (2016). El Estado Mundial de la Agricultura y Alimentación: Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-i6030s.pdf>
- FAO. (s.f.). Alimentos Sanos y Seguros. Recuperado el 18 de 08 de 2017, de 2016: <http://www.fao.org/3/am401s/am401s05.pdf>
- FAO. (2000). Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Recuperado el 21 de 06 de 2017, de Manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y Caribe: <http://www.fao.org/docrep/v5290s/v5290s00.htm>
- FAO. (26 de 11 de 2013). La leche y los productos lácteos pueden mejorar la nutrición de los pobres del mundo. Recuperado el 2 de 3 de 2019, de <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>
- FAO/OMS. (1993). Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición - 57). Organizada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 5 de 3 de 2019, de Disponible

desde Internet e: <http://www.fao.org/3/v4700s/v4700s00.htm> [con acceso el 5 de marzo de 2019]

FAO/OMS. (2005). Sistemas nacionales de inocuidad de alimentos en las américas y el caribe: análisis de la situación. Recuperado el 29 de 05 de 2018, de <http://www.fao.org/3/A0394S19.htm>

Ferraro, D. (2006). Recuperado el 13 de 01 de 2019, de Concepto de calidad de leche. Su importancia para la calidad del producto final y para la salud del consumidor, aprocal: http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/calidad_de_leche.htm.pdf

Hallman, G. (2011). Recuperado el 17 de 01 de 2019, de Phytosanitary Applications of Irradiation: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1541-4337.2010.00144.x>

INEI. (06 de Febrero de 2017). Recuperado el 13 de 02 de 2019, de <http://www.perulactea.com/2017/02/06/inei-produccion-de-leche-fresca-aumento-en-14-departamentos/>

Izquierdo R., J. L., & Verástegui H., , S. (s.f.).

Llacsahuache, N. (01 de 05 de 2015). Determinación del pH, y acidez titulable de la leche fresca, recuperado el 05 de 07 de 2019

Londoño. (2013). Presencia de metales pesados en hatos lecheros de los municipios de San Pedro y Entrerrios, (tesis doctoral). Antioquía, Colombia: Universidad de León.

- Londoño, L. (2013). Presencia de metales pesados en hatos lecheros de los municipios de San Pedro y Entrerrios (Tesis Doctoral). León, España.: Universidad de León.
- Muntean N., R. L. (2004). Heavy metal's content in some food products. Institute of Public Health Cluj Napoca, Romania. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj Napoca. Romania: University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj Napoca.
- OIE. (2004). Recuperado el 19 de 10 de 2018, de Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres (mamíferos, aves y abejas):
<http://www.oie.int/doc/ged/d6508.pdf>
- OIE. (2011). Organización mundial de sanidad animal, Quinto plan estratégico: 2011-2015 Recuperado el 07 de 09 de 2018, de <https://www.oie.int/doc /ged/ D11405 .PDF>
- OMS. (02 de 03 de 2019). Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas - Plomo. . Obtenido de https://www.who.int/ ipcs/assessment/ pu blic _health/lead/es/
- Pernía & Mero, Mariuxi & Bravo, Kenya & Ramírez, Nelson & López, David & Muñoz Jorge & Egas, Fidel. (2015). Detección de cadmio y plomo en leche de vaca comercializada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales. Guayaquil -Ecuador.
- Pinzón, C. (2015). Determinación de los niveles de plomo y cadmio en la leche procesada en la ciudad de Bogotá D.C. Bogotá - Colombia.
- Ríos Perales, N. (2013). Estudio químico de sedimentos de la represa de Gallito Ciego como contribución al estudio de calidad ambiental del reservorio Tesis de Licenciatura. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Rodríguez, H. (2003). Determinación de presencia y concentración de metales pesados en leche bronca. Tesis de Licenciatura. . León, México. : Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Rodríguez, H., Sánchez, E., Rodríguez, M., Vidales, J. , Acuña, K., Martínez, G, & Rodríguez, J. (2004). Metales pesados en leche cruda de bovino. Universidad Autónoma de Nuevo León, 1-5.
- Sabir, M. W. (2003). Effect of the environment on the quality of meat in Bagh district, Azad Kashmir. Pakistan Journal of Nutrition. Kashmir: Vol 2 N° 2. Obtenido de Effect of the environment on the quality of meat in Bagh district, Azad Kashmir. Pakistan Journal of Nutrition.
- Serra, P. (2014). Prueba t de Student para muestra única [videgrabación]. Recuperado el 25 de 02 de 2019, de Valencia: Universitat de València de España:
<https://www.youtube.com/channel/uc2ebsuca51eeo5devncwg3>.
- ULPGC. (2001). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Manual de intervención en educación para la salud para educadores sociales . España: Editor: José R. Calvo Fernández, Las Palmas.
- USDA. (2017). Released November 9, 2017, by the National Agricultural Statistics Service (NASS), Agricultural Statistics Board, United States Department of Agriculture (USDA). Recuperado el 14 de 03 de 2019, de https://www.nass.usda.gov/Publications/Todays_Reports/reports/crop1117.pdf
- WHO. (2010). International Programme on Chemical Safety. Recuperado el 02 de 03 de 2019, de https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/en/

ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXOS

ANEXO 1. Certificación del laboratorio regional del agua – LRA, para el estudio realizado durante el 2015-2016 en la ciudad de Cajamarca.



LE-Acreditados_Directorio-de-Laboratorios-de-Ensayo-Rev.535-(09-ener-2018).pdf

ANEXO 2. Certificación del laboratorio regional del agua – LRA, para el estudio realizado durante el 2018-2021 en la ciudad de Cajamarca.



**GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA -
Laboratorio Regional del Agua**

Laboratorio de Ensayo

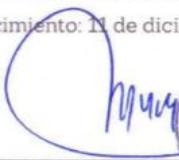
En su sede ubicada en: Jr. Luis Alberto Sánchez s/n Urb. El Bosque, distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-17F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 12 de diciembre de 2017
Fecha de Vencimiento: 11 de diciembre de 2021




MÓNICA NÚÑEZ CABAÑA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 0608-2017-INACAL/DA
Contrato N° : 042-2017-INACAL-DA
Registro N° : LE-084

Fecha de emisión: 15 de marzo de 2018

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

ANEXO 3: Directorio-de-Laboratorios-de-Ensayo-Rev.535-(09-ener-2018)



DIRECTORIO DE LABORATORIOS ACREDITADOS

Nº	Empresa	Dirección	Nº cédula de Notificación	Periodo de Vigencia	Registro N°	Teléfono	E-mail/ Web
47	LABORATORIO CERTIPEZ E.I.R.L. (Ver Alcance Otorgado)	Oficina Administrativa: Calle Arequipa Nro. 943 Dpto. A-02, Piura - Piura. Laboratorio: Programa de Vivienda Buenos Aires 2da Etapa Parcelación Semi-rústica Mz. F Lote 10A-1 Nuevo Chimbote - Santa - Ancash	0154.2014/SNA-INDECOPI	2014-04-13 al 2018-04-13	LE - 058	043-313923	laboratoriocertipez@gmail.com
48	LABORATORIO LOUIS PASTEUR S.R.LTDA. (Ver Alcance Otorgado)	Av. Tullumayo N° 768-2do Piso-Cusco	0219-2015-INACAL/DA	2014-11-24 al 2018-11-24	LE - 042	(5184) 234727	rpachec2@yahoo.com laboratoriolouispasteur@yahoo.es
49	LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA (Ver Alcance Otorgado)	Jr. Luis Alberto Sanchez s/n Urb. El Bosque - Cajamarca - Cajamarca - Cajamarca	0608-2017-INACAL/DA	2017-12-12 al 2021-12-11	LE-084	076 -599000 Anexo 1140	laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe laboratoriodelagua@hotmail.com www.regioncajamarca.gob.pe www.laboratoriodelagua.com.pe

<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/crtacre/#>

ANEXO 4: Métodos de ensayo acreditados por INACAL



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://aplicaciones.inacal.gob.pe/crtacre/#>. The page header includes the text "SISTEMAS DE INFORMACION EN LINEA". On the left side, there is a navigation menu with three options: "Reporte de métodos por empresa", "Reporte de productos por norma o tipo de ensayo", and "Reporte de métodos por producto". Below the menu is the INACAL logo, which consists of a stylized red 'E' inside a circular frame, with the text "INACAL Instituto Nacional de Calidad Acreditación" underneath.

MÉTODOS DE ENSAYO ACREDITADOS POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL.

INACAL incorpora a sus servicios en línea la Consulta de Métodos de Ensayo acreditados por la Dirección de Acreditación (DAC); así como los productos a los cuales se aplican dichos métodos.

Este servicio permite que el público en general pueda realizar consultas en forma gratuita sobre los métodos de ensayo acreditados de una manera directa y eficiente, permitiéndole ahorrar tiempo al efectuar la misma consulta en nuestras oficinas.

La opción "Reporte de métodos por empresa" permite visualizar un listado de los métodos de ensayo acreditados ingresando el nombre de la empresa, y la Sede por empresa.

En la opción "Reporte de productos por norma o tipos de ensayo" permite visualizar un listado de productos por empresa, incluyendo los métodos que aplica, pero el criterio de búsqueda es por el código de la norma (Ejm. NTP 204.009) o el tipo de ensayo o determinación analítica (Ejm. Acidez).

La última opción "Reporte de métodos por producto" visualiza un listado de métodos de ensayo por empresa, a partir de la selección del producto.

Para hacer efectiva la búsqueda al finalizar cada requerimiento, según lo indicado anteriormente, deberá hacer "click" en el botón control "OK".

OBSERVACION: LAS COMAS, ESPACIOS, ACENTOS, MAYUCULA, MINUSCULA SERAN TOMADAS EN CUENTA AL MOMENTO DE REALIZAR LAS CONSULTAS POR TIPO DE ENSAYO Y/O NORMA O REFERENCIA

<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/crtacre/#>

ANEXO 5: Reporte de métodos por empresa - INACAL

SISTEMAS DE INFORMACION EN LINEA

REPORTE DE METODOS POR EMPRESA

Empresa:
 Sede:

Laboratorio : LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
 Campo de Prueba : QUIMICAS

N°	Tipo Ensayo	Norma Referencia	Año	Título
1	ANIONES (FLUORURO, CLORURO, NITRITO, BROMURO, SULFATO, NITRATO, FOSFATO, N-NO2, N-NO3, P-PO4, N-NO2+N-NO3)	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO)	2017	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
				Producto(s): <input type="text" value="AGUA NATURAL"/> <input type="text" value="AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO"/> <input type="text" value="AGUA RESIDUAL"/>
Determinación de metales y elementos traza en agua y residuos mediante espectrometría de emisión atómica-plasma de acoplamiento inductivo Determinación de metales y elementos traza en agua y residuos mediante espectrometría de emisión atómica-plasma de acoplamiento inductivo				
4	METALES DISUELTOS Y TOTALES POR ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (VALIDADO)	2014	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry



<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/crtacre/#>

<https://www.google.com/search?q=traductor&oq=traductor&aqs=chrome..69i57j69i61j69i65.16951j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

ANEXO 6: Reporte de métodos por empresa - INACAL



DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN

3 de 5

ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO

		Producto(s):		AGUA NATURAL
		Producto(s):		AGUA RESIDUAL
10	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (D.Q.O.)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed.	2017	Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
		Producto(s):		AGUA NATURAL
		Producto(s):		AGUA RESIDUAL
11	METALES TOTALES POR ICP-OES (Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Ca, Cr, Co, Ce, Cu, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Hg, Mo, Ni, P, K, Se, Si, Ag, Na, Sr, Tl, Sn, Ti, V, Zn)	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (VALIDADO)	2017	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Determinación de metales y elementos traza en agua y residuos mediante espectrometría de emisión atómica-plasma de acoplamiento inductivo Determinación de metales y elementos traza en agua y residuos mediante espectrometría de emisión atómica-plasma de acoplamiento inductivo				

<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/crtacre/#>

<https://www.google.com/search?q=traductor&oq=traductor&aqs=chrome..69i57j69i61j69i65.16951j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

ANEXO 7: Informe de ensayo noviembre 2015 - LRA

	LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
INFORME DE ENSAYO N° IE 1115229	
Razón Social del Cliente:	Persona Natural
Dirección:	Jr. Luis Alberto Sánchez S/N
Ciudad:	Cajamarca/Cajamarca
Atención:	Lic. Sergio Sánchez Ibañez/ Lelio Saenz
Presente:	
<p>Anexo al presente me permito remitir a usted el informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de Leche(s). De acuerdo con las cadenas de custodia N° CC.229, 230, 232, 235, 239, 240, 242-15, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 03, 04, 05, 06, 09, 10 y 11 de Noviembre de 2015, para la determinación de parámetros Químicos. El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo y resultados de laboratorio, hoja de control de calidad y observaciones generales.</p> <p>Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.</p>	
Atentamente	
 GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA Bigo, Juan V. Diaz Saenz RESPONSABLE	
Cajamarca, 25 de Noviembre de 2015.	



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N°

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Empresa/Institución	Persona Natural		
N° RUC	-	Teléfono	
Dirección	Jr. Luis Alberto Sánchez S/N		
Persona de contacto	Lic. Sergio Sánchez Ibañez/ Lelio Saenz	DNI	26719863
Correo Electrónico	eliossrenz@gmail.com	Celular	953994777
Ciudad/Provincia/Distrito	Cajamarca/Cajamarca		

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo	03, 04, 05, 06, 09, 10 y 11.11.15	Hora:	14:24 a 17:07
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestra	28 Muestras	N° Frascos x muestra	28
Ensayos solicitados	Químicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.		
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el cliente, Jose Carlos Duran Zelada.		

(*) DATOS DE CAMPO

Parámetro de Campo	Unidad	Fecha y Hora						
		-	-	-	-	-	-	-
(1) Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	-	-	-	-	-	-	-
(2) Conductividad eléctrica (CE)	µS/cm	-	-	-	-	-	-	-
(3) Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/L	-	-	-	-	-	-	-
(4) Temperatura (T)	°C	-	-	-	-	-	-	-
(5) Dureza Libre (CL)	mg/L	-	-	-	-	-	-	-
(6) Turbidez	NTU	-	-	-	-	-	-	-

Nota: No se realizaron parámetro de campo.

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	CO - 002	Cadena de Custodia	CC-228, 230, 232, 235, 239, 240, 242-15
N° Orden de Trabajo	1115(229, 230,232,235,239,240,242)		
Fecha y Hora de Recepción	03.11.15 10:00	Inicio de Ensayo	04.11.15 15:30
Fecha Término de Ensayo	17.11.15 16:00	Reporte Resultado	25.11.15 09:30
Condiciones Ambientales de Trabajo			
Temperatura ambiental (°C)	20	Humedad Relativa (%)	50
Presión atmosférica (mmHg)	554		



Cajamarca, 25 de Noviembre de 2015.

INFORME DE ENSAYO N° IE1115240

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS						
Código Cliente			X1TSD	X5TSD	Y1TSD	Y6TSD	-	-	-
Código Laboratorio			1115240-1	1115240-2	1115240-3	1115240-4	-	-	-
Matriz			Leche	Leche	Leche	Leche	-	-	-
Descripción			Leche	Leche	Leche	Leche	-	-	-
Localización de la Muestra			Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados						
Aluminio (Al)	mg/kg	0.085	7.378	18.753	17.960	13.162	-	-	-
Arsénico (As)	mg/kg	0.008	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.004	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/kg	0.045	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/kg	0.004	0.199	0.028	0.006	< LCM	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/kg	0.012	0.849	0.852	0.779	0.722	-	-	-
Níquel (Ni)	mg/kg	0.008	0.008	0.016	0.032	< LCM	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/kg	0.012	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.024	2.998	4.047	4.606	4.526	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/kg	0.016	35.97	18.57	27.51	29.44	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag,Al,Ar,B, Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Mn,Mg,Mo, Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Se, Si,Sr, Ti,Tl,U,V,Zn)	mg/L	EPA 200.7(Validado). Rev 4.4. 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BF: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estándar relativa
 LDM: Límite de detección del Método, LCM: Límite de cuantificación de los métodos, ECA: Estándar de calidad ambiental
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Cajamarca, 25 de Noviembre de 2015.

INFORME DE ENSAYO N° IE1115240

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS						
Código Cliente			X1TSD	X5TSD	Y1TSD	Y6TSD	-	-	-
Código Laboratorio			1115240-1	1115240-2	1115240-3	1115240-4	-	-	-
Matriz			Leche	Leche	Leche	Leche	-	-	-
Descripción			Leche	Leche	Leche	Leche	-	-	-
Localización de la Muestra			Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados						
Aluminio (Al)	mg/kg	0.085	7.378	18.753	17.960	13.162	-	-	-
Arsénico (As)	mg/kg	0.008	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.004	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/kg	0.045	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/kg	0.004	0.199	0.028	0.006	< LCM	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/kg	0.012	0.849	0.852	0.779	0.722	-	-	-
Níquel (Ni)	mg/kg	0.008	0.008	0.016	0.032	< LCM	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/kg	0.012	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.024	2.998	4.047	4.606	4.526	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/kg	0.016	35.97	18.57	27.51	29.44	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag,Al,Ar,B, Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Mn,Mg,Mo, Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Se, Si,Sr, Ti,Tl,U,V,Zn)	mg/L	EPA 200.7(Validado). Rev 4.4. 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estándar relativa
 LDM: Límite de detección del Método, LCM: Límite de cuantificación de los métodos, ECA: Estándar de calidad ambiental
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Cajamarca, 25 de Noviembre de 2015.



INFORME DE ENSAYO N° IE0616235

Razón Social del Cliente: **Lic. Lelio Saenz**
Dirección: -
Ciudad: **Cajamarca/Cajamarca**
Atención: -

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de Leche(s).
De acuerdo con las cadenas de custodias N° CC.235, 239, 244, 253, 256, 258 -15, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 07, 08, 09, 14, 15 y 16 de Junio de 2016, para la determinación de parámetros Químicos.
El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo y resultados de laboratorio y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DE AGUA

Bigo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
CSP 1561

Cajamarca, 01 de Julio de 2016.

INFORME DE ENSAYO N° IE0616235

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS						
Código Cliente	Y2THD		-	-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0616233-10		-	-	-	-	-	-	-
Matriz	Leche		-	-	-	-	-	-	-
Descripción	Leche		-	-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Tres Molinos		-	-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados						
Aluminio (Al)	mg/kg	0.085	3.015	-	-	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/kg	0.008	0.026	-	-	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.004	<LCM	-	-	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/kg	0.045	<LCM	-	-	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/kg	0.004	0.219	-	-	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/kg	0.012	0.530	-	-	-	-	-	-
Níquel (Ni)	mg/kg	0.008	<LCM	-	-	-	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/kg	0.012	<LCM	-	-	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.024	5.275	-	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/kg	0.016	32.15	-	-	-	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag,Al,Ar,B, Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Mn,Mg,Mo, Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Se, Si,Sr, Ti,Tl,U,V,Zn)	mg/L	EPA 200.7(Validado) Rev 4.4. 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MPL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estándar relativa
 LDM: Límite de detección del Método, LCM: Límite de cuantificación de los métodos, ECA: Estándar de calidad ambiental
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmendaduras.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda contestación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Cajamarca, 01 de Julio de 2016.

INFORME DE ENSAYO N° IE0616235

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS						
Código Cliente	Y2THD		-	-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0616258-11		-	-	-	-	-	-	-
Matriz	Leche		-	-	-	-	-	-	-
Descripción	Leche		-	-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Tres Molinos		-	-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados						
Aluminio (Al)	mg/kg	0.085	13.51	-	-	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/kg	0.008	0.025	-	-	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.004	<LCM	-	-	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/kg	0.045	<LCM	-	-	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/kg	0.004	0.312	-	-	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/kg	0.012	0.490	-	-	-	-	-	-
Níquel (Ni)	mg/kg	0.008	<LCM	-	-	-	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/kg	0.012	<LCM	-	-	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.024	5.063	-	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/kg	0.016	29.04	-	-	-	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag, Al, V, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Mn, Mg, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sr, Tl, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA 200.7 (Validado) Rev. 4-4-1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estándar relativa
 LDM: Límite de detección del Método, LCM: Límite de cuantificación del métodos, ECA: Estándar de calidad ambiental
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM de Laboratorio establecido.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida solo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Cajamarca, 01 de Julio de 2016.

ANEXO 8: Informe de ensayo junio 2016 - LRA

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE0616235

Razón Social del Cliente: **Lic. Lello Saenz**
Dirección: **-**
Ciudad: **Cajamarca/Cajamarca**
Atención: **-**

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de Leche(s). De acuerdo con las cadenas de custodias N° CC.235, 239, 244, 253, 255, 258 -15, se recibieron las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 07, 08, 09, 14, 15 y 16 de Junio de 2016, para la determinación de parámetros Químicos. El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo y resultados de laboratorio y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente


GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
Bigo. Juan V. Diaz Saenz
Responsable CAP 104

Cajamarca, 01 de Julio de 2016.

La validez de los resultados es aplicable sólo a las muestras analizadas

Cód. RTD-8-15-06 Fecha de Emisión 26/08/2014 Rev. N°04 Página 1 de 8

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA - ASSEGURA LA CREDIBILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
JELIUS ALBERTO TANCIBENI LIMA EL REPOQUE, CAJAMARCA - PERU
Calle: Capatzencalegari, s. s. cajamarca.gov.pe TEL: 053 2 4222 2222 FAX: 053 2 4222 2222



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE0616235

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Empresa/Institución	Lic. Lelio Saenz	Teléfono	
N° RUC	10267198638	DNI	-
Dirección	-	Celular	953994777
Persona de contacto	-		
Correo Electrónico	eliosaenz@sewa@gmail.com		
Ciudad/Provincia/Distrito	Cajamarca/Cajamarca		

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo	07, 08, 09, 14, 15 y 16	Hora	14:24 a 17:07
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestra	12 Muestras	N° Frascos x muestra	12
Ensayos solicitados	Químicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y presentación.		
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el cliente por el usuario.		

(*) DATOS DE CAMPO

Parámetro de Campo	Unidad	Fecha y Hora						
(*) Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	-	-	-	-	-	-	-
(*) Conductividad eléctrica (CE)	µS/cm	-	-	-	-	-	-	-
(*) Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/l	-	-	-	-	-	-	-
(*) Temperatura (T)	°C	-	-	-	-	-	-	-
(*) Cloro Libre (CL)	mg/l	-	-	-	-	-	-	-
(*) Turbidez	NTU	-	-	-	-	-	-	-

Nota: No se realizaron parámetro de campo.

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	CO - 232	Cadena de Custodia	CC-235, 236, 244, 253, 256, 258-15
N° Orden de Trabajo	0616(235, 236, 244, 253, 256, 258)		
Fecha y Hora de Recepción	07.06.16 10:00	Inicio de Ensayo	07.06.16 15:30
Fecha Término de Ensayo	27.05.16 16:00	Reporte Resultado	28.05.16 09:30
Condiciones Ambientales de Trabajo			
Temperatura ambiental (°C)	20	Humedad Relativa (%)	50
Presión atmosférica (mmHg)	554		



Cajamarca, 01 de Julio de 2016.

Cód. RT-5 00-01 Fecha de Emisión: 26/06/2014 Rev. Nº 04

Página: 2 de 8

INFORME DE ENSAYO N° IE0616235

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	Y2THD		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0616258-12		-	-	-	-	-	-
Matriz	Leche		-	-	-	-	-	-
Descripción	Leche		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Tres Molinos		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Aluminio (Al)	mg/kg	0.085	0.990	-	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/kg	0.008	0.043	-	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/kg	0.004	<LCM	-	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/kg	0.045	<LCM	-	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/kg	0.004	0.362	-	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/kg	0.012	0.628	-	-	-	-	-
Níquel (Ni)	mg/kg	0.008	0.014	-	-	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/kg	0.012	<LCM	-	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/kg	0.024	5.056	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/kg	0.016	26.23	-	-	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag,Al,Ar,B, Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Mn,Mg,Mo, Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Se, Si,Sr, Ti,TiU,V,Zn)	mg/L	EPA 200.7(Validado) Rev 4.4. 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MF: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estándar relativa
 LDM: Límite de detección del Método, LCM: Límite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2005.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Cajamarca, 01 de Julio de 2016.

ANEXO 9: Prueba T de Student para muestra única As.

Serra, 2014

```
T-TEST
  /TESTVAL=0.015
  /MISSING=ANALYSIS
  /VARIABLES=As
  /CRITERIA=CI(.95).
```

Prueba T

Notas		
Salida creada		25-FEB-2019 09:48:17
Comentarios		
Entrada	Datos	G:\2018\LSV\TESIS.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	40
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se trata como valores perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas para cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos o fuera de rango para cualquier variable del análisis.
Sintaxis		T-TEST /TESTVAL=0.015 /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=As /CRITERIA=CI(.95).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.00
	Tiempo transcurrido	00:00:00.04

[ConjuntoDatos1] G:\2018\LSV\TESIS.sav

Estadísticas de muestra única

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
As	40	.02288	.030222	.004778

Prueba de muestra única

	Valor de prueba = 0.015					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
As	1.648	39	.107	.007875	-.00179	.01754

RESULTADOS

El Límite Máximo Permissible (LMP) de Arsénico (As) aceptado según la bibliografía (LMP=0.015 PPM) **no difiere significativamente** del realizado por la muestra del presente estudio.

(M=0.023, SE=0.005, t(39)=1.648, p>.05, r=0.20)

r= 0.20

r= 4%

M= Media

SE= Estándar Error

t = prueba T

() = Grados de Libertad

P = nivel de significación

r = potencia

$$r = \frac{t^2}{t^2 + df}$$

r=.10(pequeña): el efecto explica el 1% de la varianza total.

r=.30(media): el efecto explica el 9% de la varianza total.

r=.50(grande): el efecto explica el 25% de la varianza total.

ANEXO 10: Prueba de Student para muestra única Cd.

Serra, 2014.

```
T-TEST
  /TESTVAL=0.01
  /MISSING=ANALYSIS
  /VARIABLES=Cd
  /CRITERIA=CI(.95).
```

Prueba T

Notas		
Salida creada		25-FEB-2019 10:24:32
Comentarios		
Entrada	Datos	G:\2018\LS\VTESIS.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	40
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se trata como valores perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas para cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos o fuera de rango para cualquier variable del análisis.
Sintaxis		T-TEST /TESTVAL=0.01 /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=Cd /CRITERIA=CI(.95).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.02
	Tiempo transcurrido	00:00:00.04

Estadísticas de muestra única

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Cd	40	.01265	.038602	.006104

Prueba de muestra única

	Valor de prueba = 0.01					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cd	.434	39	.667	.002650	-.00970	.01500

RESULTADOS

El Límite Máximo Permissible (LMP) de Cadmio (Cd) aceptado según la bibliografía (LMP=0.010 PPM) **no difiere significativamente** del realizado por la muestra del presente estudio.

(M=0.013, SE=0.006, t(39)=0.434, p>.05, r=0.1)

r= 0.1

r= 1%

$$r = \frac{t^2}{t^2 + df}$$

M= Media

SE= Estándar Error

t = prueba T

() = Grados de Libertad

P = nivel de significación

r = potencia

r=.10(pequeña): el efecto explica el 1% de la varianza total.

r=.30(media): el efecto explica el 9% de la varianza total.

r=.50(grande): el efecto explica el 25% de la varianza total.

ANEXO 11: Prueba T de Student para muestra única Cu.

Serra, 2014.

```
T-TEST
  /TESTVAL=0.5
  /MISSING=ANALYSIS
  /VARIABLES=Cu
  /CRITERIA=CI(.95).
```

Prueba T

Notas		
Salida creada		25-FEB-2019 10:33:13
Comentarios		
Entrada	Datos	G:\2018\LS\VTESIS.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	40
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se trata como valores perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas para cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos o fuera de rango para cualquier variable del análisis.
Sintaxis		T-TEST /TESTVAL=0.5 /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=Cu /CRITERIA=CI(.95).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.00
	Tiempo transcurrido	00:00:00.00

Estadísticas de muestra única

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Cu	40	.83085	.268456	.042447

Prueba de muestra única

	Valor de prueba = 0.5					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cu	7.795	39	.000	.330850	.24499	.41671

RESULTADOS

El Límite Máximo Permissible (LMP) de Cobre (Cu) aceptado según la bibliografía (LMP=0.500 PPM) **Si difiere significativamente** del realizado por la muestra del presente estudio.

(M=0.831, SE=0.0424, t(39)=7.795, p<.05, r=0.28)

r= 0.28

r= 8% $r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$

M= Media

SE= Estándar Error

t = prueba T

() = Grados de Libertad

P = nivel de significación

r = potencia

r=.10(pequeña): el efecto explica el 1% de la varianza total.

r=.30(media): el efecto explica el 9% de la varianza total.

r=.50(grande): el efecto explica el 25% de la varianza total.

ANEXO 12: Prueba T de Student para muestra única Pb

Serra, 2014.

```
T-TEST
  /TESTVAL=0.02
  /MISSING=ANALYSIS
  /VARIABLES=Pb
  /CRITERIA=CI(.95).
```

Prueba T

Notas		
Salida creada		25-FEB-2019 10:37:49
Comentarios		
Entrada	Datos	G:\2018\LSV\TESIS.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	40
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se trata como valores perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas para cada análisis se basan en los casos sin datos perdidos o fuera de rango para cualquier variable del análisis.
Sintaxis		T-TEST /TESTVAL=0.02 /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=Pb /CRITERIA=CI(.95).
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.02
	Tiempo transcurrido	00:00:00.02

Estadísticas de muestra única

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Pb	40	.02248	.031678	.005009

Prueba de muestra única

	Valor de prueba = 0.02					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Pb	.494	39	.624	.002475	-.00766	.01261

RESULTADOS

El Límite Máximo Permissible (LMP) de Plomo (Pb) aceptado según la bibliografía (LMP=0.020 PPM) **no difiere significativamente** realizado por la muestra del presente estudio.

(M=0.023, SE=0.050, t(39)=0.494, p>.05, r=0.1)

r= 0.1

r= 1% $r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$

M= Media

SE= Estándar Error

t = prueba T

() = Grados de Libertad

P = nivel de significación

r = potencia

r=.10(pequeña): el efecto explica el 1% de la varianza total.

r=.30(media): el efecto explica el 9% de la varianza total.

r=.50(grande): el efecto explica el 25% de la varianza total.

ANEXO 13: Codex, Unión Europea, 2017, Metal pesado PLOMO

METALES PESADOS

Revisión Marzo 2017

UNION EUROPEA. CONTENIDOS MAXIMOS EN METALES PESADOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

PLOMO (Pb)

PRODUCTO	Contenido máximo (mg / Kg peso fresco)
1.1 Leche cruda (2), leche tratada térmicamente y leche para la fabricación de productos lácteos	0,020

APÉNDICES

APÉNDICE 1. Panel fotográfico de trabajo de Campo y Gabinete.

Trabajo con personal de planta de fundos - en el tema “metales pesados en leche cruda de bovino” proceso de muestras en laboratorio regional del agua Cajamarca

Figura 8. Área administrativa del Laboratorio Regional del Agua Cajamarca, recepción de la Muestra



Figura 9. Recajo de leche cruda luego del ordeño



Figura 10. Equipo de espectrometría de emisión atómica



Trabajo con personal de planta de fundos: Bella Unión y La Molina en “Metales Pesados en leche cruda de bovino” recolección y conservación de muestras



Figura 11. Registro de muestra de leche cruda bovina

Figura 12. Muestra de leche etiquetada lista para el Laboratorio



Figura 13. Equipo de espectrofotometría de emisión



atómica

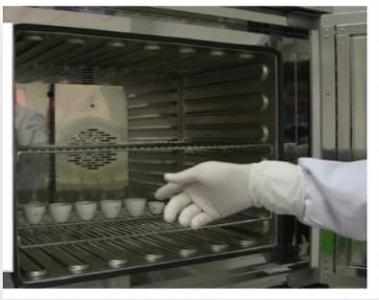


Figura 14. Secado y evaporación de muestra



Figura 15. Calcinado en Mufla



Figura 16. Equipo de Mufla



Figura 17. Retirado de la Mufla



Figura 18. Gasificación de muestra



Figura 19. Vista alzada del material tratado en Mufla



Figura 20. Digestación: Filtro con ácido



Figura 21. Toma de muestras



Figura 22. Atomización



Figura 23. Resultados digitalizados

APÉNDICE 2. Tablas de resultados de análisis de leche cruda en 2 Fundos de Cajamarca

Tabla 5. Resultados de análisis en 2 Fundos de Cajamarca

TABLA 3					TABLA 4				
N° DE MUESTRA*	FUNDO 1 BELLA UNIÓN				N° DE MUESTRA	FUNDO 2 LA MOLINA			
	ARSÉNICO	CADMIO	COBRE	PLOMO		ARSÉNICO	CADMIO	COBRE	PLOMO
1	<LCM	<LCM	1.073	<LCM	3	<LCM	0.004	1.132	<LCM
2	<LCM	<LCM	1.179	<LCM	4	<LCM	0.004	1.147	<LCM
6	<LCM	<LCM	1.258	<LCM	7	<LCM	<LCM	1.584	<LCM
9	<LCM	<LCM	1.356	<LCM	8	<LCM	<LCM	0,49	<LCM
10	<LCM	<LCM	1.366	<LCM	11	<LCM	<LCM	0,490	<LCM
13	<LCM	<LCM	0,405	<LCM	19	<LCM	<LCM	0,493	<LCM
14	<LCM	<LCM	0,417	<LCM	20	<LCM	<LCM	0.567	<LCM
18	<LCM	<LCM	0.503	<LCM	23	<LCM	<LCM	0.628	<LCM
21	<LCM	<LCM	0.599	<LCM	24	<LCM	<LCM	0.658	<LCM
22	<LCM	<LCM	0.759	<LCM	27	<LCM	<LCM	0.669	<LCM
25	<LCM	<LCM	0.772	<LCM	28	<LCM	<LCM	0.670	<LCM
26	<LCM	<LCM	0.795	<LCM	15	0.020	<LCM	0.722	<LCM
32	0,012	<LCM	0.815	<LCM	16	0.021	<LCM	0.779	<LCM
17	0,015	<LCM	0.816	<LCM	34	0.024	<LCM	0.779	<LCM
36	0.017	<LCM	0.820	<LCM	38	0.025	<LCM	0.780	<LCM
30	0.024	<LCM	0.839	0,020	39	0.025	<LCM	0.812	<LCM
35	0.026	<LCM	0.849	0,024	37	0.028	<LCM	0.812	0,020
29	0.045	<LCM	0.852	0,025	40	0.043	<LCM	0.828	0,053
33	0.066	<LCM	0.895	0,029	12	0.120	0.152	0.932	0.145
5	0.072	<LCM	0.915	0,051	31	0.148	0.202	0.979	0.16
# M Sob LMP	6	0	18	4	# M Sob LMP	9	2	17	3
Med M Sob LMP	0.042	0	0.915	0.032	Med M Sob LMP	0.050	0.177	0.852	0.119
Lim. Sup. Alc. M	0.072	0	1.366	0.051	Lim. Sup. Alc. M	0.148	0.202	1.584	0.160
Lim. Inf. Alc. M	0.017	0	0.503	0.024	Lim. Inf. Alc. M	0.020	0.152	0.567	0.053
# M Sup. LMP	6 > LMP As	0 > LMP Cd	18 > LMP Cu	4 > LMP Pb	# M Sup. LMP	9 > LMP As	2 > LMP Cd	17 > LMP Cu	3 > LMP Pb
LCM	0,008 _s	0,004 _e	0,012 _γ	0,012 _g	LCM	0,008 _s	0,004 _e	0,012 _γ	0,012 _g
LMP	0,015 PPM ₁	0,010 PPM ₂	0,5PPM ₃	0,020PPM ₄	LMP	0,015 PPM ₁	0,010 PPM ₂	0,5PPM ₃	0,020PPM ₄

* El número de muestra se desordenó al hacer el ordenamiento de sus valores de muestras que superaron los LMP, por cada metal.

Tabla 6. Resultados de análisis de metales pesados en leche cruda en 2 Fundos de Cajamarca

N° DE MUESTRA*	FUNDO 1 BELLA UNIÓN				N° DE MUESTRA*	FUNDO 2 LA MOLINA			
	As	Cd	Cu	Pb		As	Cd	Cu	Pb
1	<LCM	<LCM	1.073	<LCM	3	<LCM	0.004	1.132	<LCM
2	<LCM	<LCM	1.179	<LCM	4	<LCM	0.004	1.147	<LCM
6	<LCM	<LCM	1.258	<LCM	7	<LCM	<LCM	1.584	<LCM
9	<LCM	<LCM	1.356	<LCM	8	<LCM	<LCM	0.490	<LCM
10	<LCM	<LCM	1.366	<LCM	11	<LCM	<LCM	0.490	<LCM
13	<LCM	<LCM	0.405	<LCM	19	<LCM	<LCM	0,493	<LCM
14	<LCM	<LCM	0.417	<LCM	20	<LCM	<LCM	0.567	<LCM
18	<LCM	<LCM	0.503	<LCM	23	<LCM	<LCM	0.628	<LCM
21	<LCM	<LCM	0.599	<LCM	24	<LCM	<LCM	0.658	<LCM
22	<LCM	<LCM	0.759	<LCM	27	<LCM	<LCM	0.669	<LCM
25	<LCM	<LCM	0.772	<LCM	28	<LCM	<LCM	0.670	<LCM
26	<LCM	<LCM	0.795	<LCM	15	0.020	<LCM	0.722	<LCM
32	0,012	<LCM	0.815	<LCM	16	0.021	<LCM	0.779	<LCM
17	0,015	<LCM	0.816	<LCM	34	0.024	<LCM	0.779	<LCM
36	0.017	<LCM	0.820	<LCM	38	0.025	<LCM	0.780	<LCM
30	0.024	<LCM	0.839	0,020	39	0.025	<LCM	0.812	<LCM
35	0.026	<LCM	0.849	0.024	37	0.028	<LCM	0.812	0,020
29	0.045	<LCM	0.852	0.025	40	0.043	<LCM	0.828	0.053
33	0.066	<LCM	0.895	0.029	12	0.120	0.152	0.932	0.145
5	0.072	<LCM	0.915	0.051	31	0.148	0.202	0.979	0.16

1 LMP Arsénico 2 LMP Cadmio 3 LMP Cobre 4 LMP Plomo 5 LCM Arsénico 6 LCM Cadmio 7 LCM Cobre 8 LCM Plomo

* El número de muestra se desordenó al hacer el ordenamiento de sus valores de muestras que superaron los LMP, por cada metal.

M=muestra									
LCM=Límite de cuantificación del método									
LMP=Límite máximo permisible									

Tabla 7. Ratios de resultados del análisis metales pesados de leche cruda de bovino, en 2 Fundos del valle de Cajamarca

# M Sob LMP	6	0	18	4	# M Sob LMP	9	2	17	3
Med M Sob LMP	0.042	0	0.864	0.032	Med M Sob LMP	0.050	0.177	0.814	0.119
Lim. Sup. Alc. M	0.072	0	1.366	0.051	Lim. Sup. Alc. M	0.148	0.202	1.584	0.160
Lim. Inf. Alc. M	0.017	0	0.503	0.024	Lim. Inf. Alc. M	0.020	0.152	0.567	0.053
# M Sup. LMP	6 > LMP As	0 > LMP Cd	18 > LMP Cu	4 > LMP Pb	# M Sup. LMP	9 > LMP As	2 > LMP Cd	17 > LMP Cu	3 > LMP Pb
LCM	0,008 ₅	0,004 ₆	0,012 ₇	0,012 ₈	LCM	0,008 ₅	0,004 ₆	0,012 ₇	0,012 ₈
LMP	0,015 PPM ₁	0,010 PPM ₂	0,5PPM ₃	0,020PPM ₄	LMP	0,015 PPM ₁	0,010 PPM ₂	0,5PPM ₃	0,020PPM ₄
₁ LMP Arsénico ₂ LMP Cadmio ₃ LMP Cobre ₄ LMP Plomo ₅ LCM Arsénico ₆ LCM Cadmio ₇ LCM Cobre ₈ LCM Plomo * El número de muestra se desordenó al hacer el ordenamiento de sus valores de muestras que superaron los LMP, por cada metal.									
M=muestra									
LCM=Límite de cuantificación del método									
LMP=Límite máximo permisible									

Tabla 8. Ratios resultados entre metales pesados y leche cruda de bovino, en 2 Fundos del valle de Cajamarca

# M Sob LMP	15	2	35	7	59
Med M Sob LMP	1.2	0	1.1	3.7	LM>BU[As,&Pb]/BU>LM[Cu]
Lim. Sup. Alc. M	2.1	0	1.2	3.1	LM>BU[As,Cu&Pb]
Lim. Inf. Alc. M	1.2	0	1.1	2.2	LM>BU[As,Cu&Pb]
# M Sup. LMP	15 > LMP As	2 > LMP Cd	35 > LMP Cu	7 > LMP Pb	59 > LMP [As,Cu&Pb]
LCM	0,008 ₅	0,004 ₆	0,012 ₇	0,012 ₈	TOTAL
LMP	0,015 PPM ₁	0,010 PPM ₂	0,5PPM ₃	0,020PPM ₄	
	₁ LMP Arsénico	₂ LMP Cadmio	₃ LMP Cobre	₄ LMP Plomo	
	₅ LCM Arsénico	₆ LCM Cadmio	₇ LCM Cobre	₈ LCM Plomo	
M=muestra					
LCM=Límite de cuantificación del método					
LMP=Límite máximo permisible					

APÉNDICE 3. Discusión de Resultados de Metales pesados analizados de referencia académicas del autor

Tabla 9. Discusión de Resultados de Metales pesados analizados (As, Cd, Cu y Pb) de referencia académicas del autor

			Sáenz (2019)							Londoño (2013)						
De Tabla N° 01 TD_LAS2019			Bella Unión				La Molina			Entrerriños				San Pedro		
Metal	LMP	Norma Técnica	Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM
As	0,015mg/kg *	Ecuatoriana-NTE	2	0,017	0,019	0,072	0,020	0,027	0,148	5	s.d.	0,523	s.d.	s.d.	0,033	s.d.
Cd	0,010mg/kg *	Rumana-NTR	2	0,000	0,000	0,000	0,152	0,177	0,202	5	s.d.	0,210	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Cu	0,5mg/kg **	Rumana-NTR	2	0,503	0,864	1,366	0,567	0,798	1,584	5	s.d.	0,187	s.d.	s.d.	0,153	s.d.
Pb	0,020mg/kg *	Codex y UE	2	0,024	0,032	0,051	0,053	0,119	0,160	5	s.d.	0,150	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
			Ayala y Romero (2013)							Badillo (2016)						
			Arenillas							Machachi						
As	0,015mg/kg *	Ecuatoriana-NTE	s.d.	N.S.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	0,001	s.d.	0,002	s.d.	s.d.	s.d.
Cd	0,010mg/kg *	Rumana-NTR	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Cu	0,5mg/kg **	Rumana-NTR	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Pb	0,020mg/kg *	Codex y UE	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
			Pernia y Col (2015)							Pinzón (2015)						
			Guayaquil							Bogota						
As	0,015mg/kg *	Ecuatoriana-NTE	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Cd	0,010mg/kg *	Rumana-NTR	s.d.	0,176	s.d.	0,333	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	0,014	s.d.	0,019	s.d.	s.d.	s.d.
Cu	0,5mg/kg **	Rumana-NTR	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Pb	0,020mg/kg *	Codex y UE	s.d.	2,474	s.d.	5,450	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	0,0061	s.d.	0,017	s.d.	s.d.	s.d.
			Carrillo (2013)							Chata (2015)						
			Muquiyaayo		Sincos	Orcotuna	El mantaro	Matahuasi	Hualaoyo	Coata						
As	0,015mg/kg *	Ecuatoriana-NTE	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	0,015	s.d.	0,0151	s.d.	s.d.	s.d.
Cd	0,010mg/kg *	Rumana-NTR	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	0,010	s.d.	0,011	s.d.	s.d.	s.d.
Cu	0,5mg/kg **	Rumana-NTR	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Pb	0,020mg/kg *	Codex y UE	s.d.	0,51	0,15	0,08	0,07	0,06	0,25	s.d.	0,020	s.d.	0,021	s.d.	s.d.	s.d.
			Valor Absoluto													
* Chata (2015)																
** Rodriguez (2005)																
N.S. No sobrepasó																
S.d Sin dato																

Tabla 10. Discusión de Resultados Metales pesados analizados de referencia académicas del autor, en Arsénico

De Tabla N° 01 TD_LAS2019			Sáenz (2019)							Londoño (2013)						
Metal	LMP	Norma Técnica	Bella Unión				La Molina			Entrerriós				San Pedro		
			Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM
As	0,015mg/kg	Ecuatoriana-NTE	2	0,017	0,019	0,072	0,020	0,027	0,148	5	s.d.	0,523	s.d.	s.d.	0,033	s.d.
Badillo (2016)																
As	0,015mg/kg *	Ecuatoriana-NTE								s.d.	0,001	s.d.	0,002	s.d.	s.d.	s.d.
Chata (2015)																
As	0,015mg/kg *	Ecuatoriana-NTE								s.d.	0,015	s.d.	0,0151	s.d.	s.d.	s.d.
* Chata (2015)																
** Rodriguez (2005)																
N.S. No sobrepasó																
S.d Sin dato																
DISCUTE CAJAMARCA ENTRE FUNDOS BELLA UNIÓN Y LA MOLINA (PER)									DISCUTE ANTIOQUIA ENTRE FUNDOS ENTRE RIOS SAN PEDRO (COL)							
			MED.CAJ.	1.4	LM/BU media sobre					MED.BOG.	15.8	ER/SP media sobre				
			Ecuatoriana-NTE	1.8	LM/NTE media sobre					Ecuatoriana-NTE	34.9	ER/NTE media sobre				
COMENTA PUNO (PER)									COMENTA MACHACHI (ECU)							
DISCUTE: CAJAMARCA (PER), ANTIOQUIA (COL) Y COMENTA: PUNO (PER) MACHACHI (ECU)																
DISCUTE ENTRE AUTORES: SÁENZ, LONDOÑO, CHATA&BAILLO																
			MED.BOG./ MED.CAJ.	11.2	ER/LM media sobre											
			MED.BOG./ MED.CAJ.	Ecuatoriana-NTE	19.4	ER/LM media sobre										

Tabla 11. Discusión de Resultados de Metales pesados analizados de referencia académicas del autor, en Cadmio

De Tabla N° 01			Sáenz (2019)						Londoño (2013)							
			Bella Unión			La Molina			Enterríos			San Pedro				
Metal	LMP	Norma Técnica	Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM
Cd	0,010mg/kg *	Rumana-NTR	2	0	0	0	0,152	0,177	0,202	5	s.d.	0,210	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Pernia y Col (2015)									Pinzón (2015)							
Guayaquil									Bogota							
Cd	0,010mg/kg *	Rumana-NTR	s.d.	0,176	s.d.	0,333	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	0,014	s.d.	0,019	s.d.	s.d.	s.d.
Chata (2015)									Coata							
Cd	0,010mg/kg *	Rumana-NTR								s.d.	0,010	s.d.	0,011	s.d.	s.d.	s.d.
* Chata (2015)																
** Rodriguez (2005)																
N.S. No sobrepasó																
S.d Sin dato																
DISCUTE CAJAMARCA ENTRE FUNDOS BELLA UNIÓN Y LA MOLINA (PER)									DISCUTE ANTIOQUIA ENTRE FUNDOS ENTRE RIOS SAN PEDRO (COL)							
MED.CAJ.				0	LM/BU media					MED.BOG.			0.0	ER/SP media sobre		
Rumana-NTR				17.7	LM/NTR media sobre					Rumana-NTE			21.0	ER/NTE media sobre		
COMENTA PUNO (PER)																
COMENTA GUAYAQUIL (ECU)										COMENTA BOGOTÁ (COL)						
DISCUTE: CAJAMARCA (PER), ANTIOQUIA (COL) Y COMENTA: PUNO(PER) GUAYAQUIL (ECU) Y BOGOTÁ (COL)																
DISCUTE ENTRE AUTORES: SÁENZ, LONDOÑO, CHATA, PERNÍA&PINZÓN																
									MED.BOG., MED.CAJ.			0.0	ER/LM media sobre			
									MED.BOG./ MED.CAJ.			Rumana-NTE	1.2	ER/LM media sobre		

Tabla 12. Discusión de Resultados de Metales pesados analizados de referencia académicas del autor, en Cobre

De Tabla N° 01 TD_LAS2019			Sáenz (2019)							Londoño (2013)						
			Bella Unión			La Molina				Entrerriós			San Pedro			
Metal	LMP	Norma Técnica	Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM
Cu	0,5mg/kg **	Rumana-NTR	2	0,503	0.864	1,366	0,567	0.798	1,584	5	s.d.	0.187	s.d.	s.d.	0.153	s.d.
* Chata (2015)																
** Rodriguez (2005)																
N.S. No sobrepasó																
S.d Sin dato																
			contenido medio (Media) PPM				contenido medio (Media) PPM						contenido medio (Media) PPM			
DISCUTE CAJAMARCA ENTRE FUNDOS BELLA UNIÓN Y LA MOLINA (PER)										DISCUTE ANTIOQUIA ENTRE FUNDOS ENTRE RIOS SAN PEDRO (COL)						
		MED.CAJ.	1.1	BU/LM media sobre								MED.BOG.	1.2	ER/SP media sobre		
		Rumana-NTR	1.7	BU/NTR media sobre								Rumana-NTR	0.4	ER/NTR debajo		
DISCUTE: CAJAMARCA (PER), ANTIOQUIA (COL)																
									4.6							
DISCUTE ENTRE AUTORES: SÁENZ&LONDOÑO																
							MED.CAJ./	MED.BOG.	0.9	BU/ER media sobre						
			MED.CAJ./	MED.BOG.	Rumana-NTE				4.6	ER/LM media sobre						

Tabla 13. Discusión de Resultados de Metales pesados analizados de referencia académicas del autor, en Plomo

De Tabla N° 01 TD_LAS2019			Sáenz (2019)						Londoño (2013)							
			Bella Unión			La Molina			Enterríos			San Pedro				
Metal	LMP	Norma Técnica	Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	Animales p/c fundo	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM	contenido mínimo PPM	contenido medio (Media) PPM	contenido máximo PPM
Pb	0,020mg/kg *	Codex y UE	2	0,024	0.032	0,051	0,053	0.119	0,160	5	s.d.	0.150	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
Pernia y Col (2015)						Pinzón (2015)										
			Guayaquil			Bogota										
Pb	0,020mg/kg *	Codex y UE	s.d.	2,474	s.d.	5,450	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	0,0061	s.d.	0,017	s.d.	s.d.	s.d.
Carrillo (2013)						Chata (2015)										
			Muquiyauyo	Sincos	Orcotuna	El mantaro	Matahuasi	Hualaoyo	Coata							
Pb	0,020mg/kg *	Codex y UE	s.d.	0,51	0,15	0,08	0,07	0,06	0,25	s.d.	0,020	s.d.	0,021	s.d.	s.d.	s.d.
* Chata (2015)			Valor Absoluto													
** Rodriguez (2005)																
N.S. No sobrepasó																
S.d Sin dato																
DISCUTE CAJAMARCA ENTRE FUNDOS BELLA UNIÓN Y LA MOLINA (PER)									DISCUTE ANTIOQUIA ENTRE FUNDOS ENTRE RIOS SAN PEDRO (COL)							
			MED.CAJ.			4 LM/BU media			MED.BOG.			0 ER/SP media				
			Codex y UE			6.0 LM/NTR media sobre			Codex y UE			7.5 ER/NTR media sobre				
COMENTA PUNO (PER)									COMENTA JUNIN(PER)							
COMENTA GUAYAQUIL (ECU)									COMENTA BOGOTÁ (COL)							
			DISCUTE: CAJAMARCA (PER), ANTIOQUIA (COL) Y COMENTA: PUNO Y JUNÍN (PER) GUAYAQUIL (ECU) Y BOGOTÁ (COL)													
			DISCUTE ENTRE AUTORES: SÁENZ, LONDOÑO, CHATA, CARRILLO, PERNÍA&PINZÓN													
						MED.BOG. MED.CAJ.										
						MED.BOG./ MED.CAJ.			1.3 ER/LM media sobre							
			MED.BOG./ MED.CAJ.			Rumana-NTE			1.3 ER/LM media sobre							