

**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA**



**CALIDAD DE AGUA UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN DE
REFRESCOS NATURALES COMERCIALIZADOS EN LOS
DISTRITOS 1,2,3,4 y 5 DE LA CIUDAD DE COBIJA.**

Tesis de grado para optar al grado de Licenciado en Biología

Presentado por: Univ. Rosmery Mochairo Aguada

Asesor: Lic. Juan Carlos Surco Almendras

**COBIJA – PANDO – BOLIVIA
2017**

HOJA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue revisada y aprobada por:

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMAS
Presidente	Dr. Benjamín Oliveira Carrillo	_____
Tribunal 1	Dra. Nancy Acuña Álvarez	_____
Tribunal 2	Ing. Gabriela Ancasi Espejo	_____
Asesor	Lic. Juan Carlos Surco Almendras	_____

Cobija, 5 de Diciembre de 2017

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres: José (+) y Tania, a mis hermanos: Raimés y Ruddy, quienes han sido el impulso para continuar y llegar a culminar esta etapa de mis estudios.

También a mi esposo Julio y a mis hijos: Joseph y Jasserh quienes me dieron fuerza y voluntad para concluir el presente trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mis sinceros agradecimientos a:

- Dios por haberme dado vida, salud, y guía por guardarme de todo peligro en el transcurso de esta investigación y en el camino de toda mi vida.
- Mis padres José Mochairo (+) y Tania Aguada por haberme educado, enseñado e inculcado el estudio desde niña, sin su ayuda no habría podido llegar a este momento tan importante de mi vida.
- Mis hermanos: Raimés y Ruddy por su apoyo moral durante mis estudios y en la fase de elaboración del trabajo de tesis.
- Mi asesor Lic. Juan Carlos Surco A., por sus acertadas orientaciones en el desarrollo de la presente investigación
- Los miembros del tribunal, Dra. Nancy Acuña Álvarez y Gabriela Ancasi E., por sus valiosas sugerencias en la revisión del trabajo.
- Los docentes de la carrera de Biología, por haber impartido sus conocimientos con paciencia durante el proceso de enseñanza.
- Mis compañeros de la universidad: por las muchas experiencias vividas durante los años que hemos compartido juntos.

ÍNDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos	3
1.3. Hipótesis	3
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
2.1. Agua y salud	4
2.2. Contaminación del agua	6
2.3. Calidad del agua	6
2.4. Importancia de la calidad del agua	7
2.5. Criterios de calidad de agua	8
2.5.1. Principales indicadores físicos - químicos del agua	8
2.5.2. Indicadores de microorganismos del agua	9
2.5.3. Microorganismos Indicadores de Calidad de Agua	9
2.6. Refrescos Naturales	11
2.6.1. Inocuidad Microbiológica de los refrescos naturales	11
2.6.2. Enfermedades producidas por la contaminación del agua	12
2.7. Manejo y cuidado del agua para consumo humano	14
2.7.1. Aspectos microbiológicos	14
2.7.2. Desinfección	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19

3.1. Ubicación	19
3.2. Población y muestra	19
3.2. Materiales.	20
3.3. Metodología empleada	21
3.3.1. Recolección de muestras	21
3.3.2. Análisis de laboratorio	24
3.3.2.1 Metodología para el análisis fisicoquímico	24
3.3.2.2 Metodología para el análisis microbiológico	26
3.4. Análisis estadístico (t de Student)	26
4. RESULTADOS	27
4.1. Características físico químicas del agua empleada	27
4.1.1. Potencial de hidrogeniones (pH)	29
4.1.2. Conductividad	30
4.1.3. Salinidad	31
4.1.4. Sólidos disueltos	31
4.1.5. Sólidos en suspensión	32
4.1.6. Sólidos totales	33
4.1.7. Turbidez	34
4.1.8. Cloruros	35
4.1.9. Carbonatos	36
4.1.10. Bicarbonatos	36
4.1.11. Sodio	36
4.1.12. Potasio	37
4.2. Características microbiológicas	38
4.2.1. Coliformes totales	39
4.2.2. Coliformes fecales	40
4.2.3. Hongos y levaduras	41
4.3. Características microbiológicas de las muestras de refrescos	42
4.3.1. Coliformes totales	44
4.3.2. Coliformes fecales	45
4.3.3. Hongos y levaduras	46

5. DISCUSIÓN	47
5.1. Características físico-químicas de aguas	47
5.2. Características microbiológicas del agua empleada	49
5.3. Características microbiológicas de los refrescos	50
6. CONCLUSIONES	52
7. RECOMENDACIONES	53
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXO	57

LISTA DE TABLAS

N°	Título	Pág.
1.	Enfermedades causadas por contaminación fecal	13
2.	Enfermedades causadas por protozoos presentes en el agua	13
3.	Datos de análisis fisicoquímico	27
4.	Potencial de hidrogeniones en aguas utilizadas	29
5.	Conductividad en aguas utilizadas	30
6.	Sólidos disueltos	31
7.	Sólidos en suspensión	32
8.	Sólidos totales	33
9.	Turbidez de aguas utilizadas	34
10.	Contenido de cloruros	35
11.	Contenido de sodio	36
12.	Contenido de Potasio	37
13.	Análisis microbiológico de agua	38
14.	Contenido de coliformes totales en aguas	40
15.	Contenido de coliformes fecales en aguas	41
16.	Contenido de hongos y levaduras en aguas	42
17.	Análisis microbiológico de refresco	43
18.	Contenido de coliformes totales en refrescos	44
19.	Contenido de coliformes fecales en refrescos	45
20.	Contenido de hongos y levaduras en refrescos	46

LISTA DE FIGURAS

N° Título	Pág.
1. Potencial de hidrogeniones en aguas utilizadas	29
2. Conductividad en aguas utilizadas	30
3. Sólidos disueltos	31
4. Sólidos en suspensión	32
5. Sólidos totales	33
6. Turbidez de aguas utilizadas	34
7. Contenido de cloruros	35
8. Contenido de sodio	37
9. Contenido de Potasio	38
10. Contenido de coliformes totales en aguas	40
11. Contenido de coliformes fecales en aguas	41
12. Contenido de hongos y levaduras en aguas	42
13. Contenido de coliformes totales en refrescos	44
14. Contenido de coliformes fecales en refrescos	45
15. Contenido de hongos y levaduras en refrescos	46

RESUMEN

La presente investigación titulada: Calidad de agua utilizada en la elaboración de refrescos naturales comercializados en los distritos 1,2,3,4 y 5 de la ciudad de Cobija, tuvo como objetivos específicos: a) realizar un diagnóstico de las condiciones físico químicas de las aguas empleadas, b) determinar las características microbiológicas y la presencia o ausencia de coliformes, hongos y levaduras, c) comparar e Interpretar los resultados obtenidos con los límites establecidos por las Norma Boliviana (NB) 512. La investigación se realizó en el municipio de Cobija, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando. Considerando que en número son 25. Los principales resultados son: en el pH todas las muestras son marcadamente ácidas y están por debajo de la norma NB-512. Parámetros como conductividad, salinidad, sólidos disueltos y en suspensión, cloruros, bicarbonatos, sodio y potasio estuvieron enmarcados en las normas. Respecto a las características microbiológicas el 68% no registró la presencia de coliformes totales mientras que el 33% presentó de 3,6 a 460 NMP por cada 100 ml y solo el 4% presentó un número indeterminado, aunque la norma establece la ausencia total de coliformes totales, los refrescos deberían cumplir las normas establecidas en cuanto a contenido de coliformes totales, fecales, hongos y levaduras; los resultados indican que solo un 22,7%, 18,2% y 0% de las muestras no presentan coliformes totales, coliformes fecales y hongos/levaduras respectivamente.

Palabras claves: calidad físico química y microbiológica agua, preparo de refrescos.

ABSTRACT

The present investigation entitled: Quality of water used in the elaboration of natural soft drinks marketed in districts 1,2,3,4 and 5 of the city of Cobija, had the following specific objectives: a) to make a diagnosis of the physical and chemical conditions of the waters used in the production of natural, b) determine the microbiological characteristics and the presence or absence of coliforms, fungi and yeasts, c) compare and interpret the results obtained in the physicochemical and microbiological analyzes performed on soft drinks; the Bolivian Standard (NB) 512. The investigation was carried out in districts 1,2,3,4 and 5 of the city of Cobija, municipality, province Nicolás Suárez of the Pando department. The analysis of the water samples was carried out in the ÁBN-UAP water and food laboratory. Considering that the number is 25, the sample will be composed of all the sales of natural soft drinks, ie the sample will be equal to the population by the reduced number of them, for the characteristics of the soft drinks were taken 22 seats as samples. The main results are: in the pH hydrogen ion potential all the samples are markedly acidic and are below the parameters established by the NB-512 standard. Regarding the microbiological characteristics, 68% did not register the presence of total coliforms, while 33% presented 3.6 to 460 MPN per 100 ml and only 4% presented an indeterminate number, coliforms, faecal, fungi and yeasts; the results indicate that only 22.7%, 18.2% and 0% of the samples do not present total coliforms, fecal coliforms and fungi / yeasts respectively.

Keywords: physical chemical and microbiological water quality, prepared soft drink.

1. INTRODUCCIÓN

Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre los más comunes malestares y la mayoría de los casos se presentan en los países en desarrollo (OMS, 2006). Se ha estimado que para el año 2010, más de 2 billones de personas fueron afectadas por la escasez del agua en unos 40 países, de estos 1,1 billón no tuvo suficiente agua para tomar (CEPIS/OPS, 2010).

Diversos estudios nacionales e internacionales determinaron que la incidencia de gastroenteritis e intoxicaciones de origen bacteriano transmitidas por alimentos, fueron causadas por refrescos elaborados en la calle con agua y frutas contaminadas principalmente con bacterias coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*. También existe una estrecha relación con los malos hábitos higiénicos de las personas; ya que la mayoría de estos fueron manipulados con manos sucias y elaborados con materiales contaminados y mal lavados FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, IT). 2009.

La ciudad de Cobija capital del departamento Pando no es una excepción, donde la calidad de agua proveída por el servicio público no tiene la garantía necesaria para proteger la salud de su población; específicamente los puestos de refrigerios en los mercados, restaurants y otros que expenden refrescos naturales deberían cumplir con normas de calidad que garantice salubridad de sus productos, sin embargo las instituciones responsables no realizan el control de calidad, por lo que la población consumidora está expuesto a diversos problemas de salud, en consecuencia la presente investigación tiene como propósito evaluar la calidad de agua utilizada en la preparación de refrescos naturales, en los distritos 1, 2, 3, 4 y 5 de la ciudad de Cobija.

1.1. Justificación

Existe una diversidad de razones que justifica el estudio, incluyendo la magnitud del problema de contaminación del agua para la preparación de refrescos naturales, consideraciones socioeconómicas que intervienen y la influencia del área de estudio en el desarrollo de la capital del departamento Pando.

En la actualidad el recurso hídrico está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento acelerado de la población, el incremento de establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido a personas que viven en condiciones precarias a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua; las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del vital líquido.

Sobre las consecuencias del problema, es bien conocido la insalubridad existente como efecto inmediato de la mala calidad del agua. El deterioro de la calidad del agua causado por la contaminación constituye una amenaza para la salud humana.

Cada vez, la calidad del agua es más baja, lo que puede contribuir a transmitir gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas (EDA) (Otero 2002). Estas constituyen uno de los principales problemas de salud en la población infantil por que representan la primera causa de muerte en niños de 1 a 5 años de edad, en quienes ocasionan 3,2 millones de defunciones anuales en el mundo (Prieto *et al.* 2015). En un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud en 2004, se determinó que aproximadamente 75% de los sistemas de aguas locales y municipales en América Latina estaban mal desinfectados o carecían de sistemas de desinfección. Cabe destacar que el monitoreo de la calidad del agua potable, pone al alcance de las autoridades sanitarias información sistemática y rápida sobre la causa de cualquier brote o epidemia, permitiendo saber qué medidas tomar en cada caso.

1.2. Planteamiento del problema

En la ciudad de Cobija SEDES (Unidad de Salud Ambiental e Inocuidad) es la encargada de realizar la inspección y control en los puestos de expendio de alimentos, pero no existe un control riguroso, continuo y estricto, por lo que es latente la posibilidad de que el líquido elemento empleado en la gastronomía local, constituya una amenaza a la salud de la población. En consecuencia, en el presente trabajo se pretende responder a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la calidad de agua utilizada en la elaboración de refrescos naturales comercializados en los distritos 1, 2, 3, 4 y 5 de la ciudad de Cobija, en la gestión 2017?

1.3. Objetivos

Objetivo general:

Evaluar la calidad de agua utilizada en la elaboración de refrescos naturales comercializados en los distritos 1, 2, 3, 4 y 5 de la ciudad de Cobija, en la gestión 2017.

Objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico de las condiciones físico-químicas de las aguas empleadas en la elaboración de refrescos.
- Determinar las características microbiológicas como la presencia de bacterias coliformes, Escherichia coli, hongos y levaduras, en la preparación de los refrescos naturales.
- Comparar e Interpretar los resultados obtenidos en los análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos realizados a los refrescos; con los límites establecidos por las Norma Boliviana (NB) 512.

1.4. Hipótesis:

Hipótesis de investigación: La calidad de agua utilizada para la preparación de refrescos naturales, en los puestos de venta del distrito 1, 2, 3, 4 y 5 de la ciudad de Cobija, no cumple con las normas de calidad, por lo que constituye una amenaza a la salud de la población consumidora.

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, retrosifonaje, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos con trincos dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad (OMS, 1996).

Asimismo defectos en la construcción o en las estructuras de pozos, depósitos, ausencia o irregular mantenimiento de dichas instalaciones son causas que predisponen el ingreso y proliferación de microorganismos desde distintas fuentes (González, 2007). Además existen factores secundarios que permiten el crecimiento de microorganismos en el agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento como: cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH, concentración de desinfectante y material de las tuberías (Gabin, 2007).

2.1. Agua y salud

Según Calsín (2016), el hecho de disponer de agua limpia para todos los seres vivos de la tierra haría que muchas de las enfermedades ahora existentes se redujeran considerablemente debido a que la biología gira fundamentalmente en torno al problema del agua, pues no hay vegetal ni animal que pueda prescindir de este elemento. Está probado, que tales enfermedades adquieren mayor importancia sanitaria en los países que suelen considerarse como subdesarrollados, precisamente por la insuficiencia de los abastos públicos de agua. Se considera que la contaminación de los abastos de agua con residuos humanos es la causa de propagación de enfermedades entéricas. La experiencia vivida en algunos países, permite poner de manifiesto la eficiencia de instalaciones higiénicas de abastos de agua para evitar las enfermedades de origen hídrico.

Tifoidea, paratifoidea, disentería (bacilar y amébrica) y otras enfermedades infecciosas constituyen la causa principal de muchas muertes, particularmente en infantes. En muchos países la diarrea representa la primera o segunda causa de muerte en niños. Lo peor de todo es que sucede con el conocimiento de la ciencia y que podía haberse

evitado al contar con agua desinfectada. En el caso del cólera, enfermedad que apareció en los años sesenta en Indonesia, Pakistán y La India, y que fue causa de grandes epidemias, la clave de su control se basa en el mejoramiento de las condiciones ambientales y suministro de agua pura (Calsín 2016).

La malaria, cuyo vector es el mosquito, es otra de las más conocidas enfermedades relacionadas al suministro de agua potable. Es tan conocida que la Asamblea Mundial de la Salud en 1995 declaró su erradicación en el mundo. Sin embargo a pesar de grandes esfuerzos, esta enfermedad sigue causando estragos en muchas partes del mundo.

Bilariasis o *sistosomiasis* es reconocida como amenaza en países subtropicales y tropicales; estimaciones de la Organización Mundial de la Salud sugieren que el número de personas que sufren esta enfermedad podría llegar a 150 millones, una de cada veinte personas en el mundo. Muchas de sus víctimas son imposibilitadas, quedando inválidas y en algunos casos causando la muerte prematura. Otras enfermedades como *Trocoma*, *Typhus*, Hepatitis infecciosa y Jaws están también asociadas al uso del agua.

El control de muchas enfermedades originadas de la contaminación de aguas es todavía un dilema. La mineralización del agua y la contaminación afectan su composición química (Canter 2000).

Existen químicos que pueden estar presentes en el agua y que son definitivamente tóxicos, tales como Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Cianuro, Flúor, Plomo, Selenio, Plata y Nitratos. Otras sustancias presentes en el agua pueden deteriorar grandemente su calidad, como los detergentes, químicos orgánicos, cloruros, Cobre, Hierro, Manganeso Fenoles, Sulfatos y Zinc. El agua conteniendo excesivas cantidades de estas sustancias puede hacer cambiar sus propiedades como sabor, capacidad para hacer espuma y capacidad para decolorar utensilios.

La importancia de agua pura para la vida y la salud de las personas, así como la economía de los países, no es totalmente reconocida por los gobiernos y personas encargadas de tomar decisiones. Por supuesto agua pura no evitará que la gente se continúe enfermando; esto debe ser acompañado de hábitos de higiene,

saneamientos, control de vectores, y dietas balanceadas. Se tiene que reconocer que el desarrollo del agua requiere una amplia variedad de aportes políticos y tecnológicos para cumplir con los requerimientos de calidad establecidos (Canter 2000).

2.2. Contaminación del agua

Contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica (Gallego, 2000). Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua (Sagardoy 1993).

Las fuentes puntuales de contaminación se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo arrastrado por el agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos, y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La repercusión de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces, aves, mamíferos y salud humana. La característica principal de estas fuentes es que responden a las condiciones hidrológicas (Ongley 1997).

2.3. Calidad del agua

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza, 1996).

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (Fragozo, 2007).

El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los

primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las aguas para su eliminación (Sáenz, 2009).

La contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica (OPS, 2004).

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS 2006).

2.4. Importancia de la calidad del agua

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas (Roldan, 2006).

“Tomando como ejemplo los países del Continente Africano, si en Honduras no se define una estrategia de preservación del agua, en los próximos 50 años se quedará sin agua, aunque tenga el suficiente recurso hídrico”, advirtió el coordinador de la Plataforma del Agua del PNUD, Julio Cárcamo, quien sugirió que los distintos sectores del país, involucrados en el tema, tomen acciones inmediatas (Hayes, 1993).

Aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de la misma va disminuyendo rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. En la región Centroamericana, la magnitud del problema de

la contaminación es alarmante ya que a estas alturas es imposible solucionar el problema mediante la dilución por efecto del aumento del caudal (Ongley 1997).

El peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales (OPS, 2004).

Lo anterior tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no localizadas contribuye significativamente con niveles altos de agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal. En este sentido, un suministro seguro de agua para uso potable en cantidad, calidad y continuidad, contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral (OPS 2004).

2.5. Criterios de calidad de agua

2.5.1. Principales indicadores físicos - químicos del agua

Los indicadores deberían ser explicados bajo el concepto de sostenibilidad dentro de un proceso lógico, fusionando los aspectos ecológicos, económicos y sociales. Estos se definen ante una situación única y dentro de un escenario específico (Villegas 1995).

Los indicadores seleccionados para la calidad del agua en cualquier estudio se definirán en dependencia de los usos actuales y potenciales de la cuenca. Entre las categorías de usos recomendadas para los diversos usos del agua están: provisión de agua para consumo doméstico e industrial, recreación, protección de organismos acuáticos fauna y flora, usos agrícolas y pecuarios, uso comercial hidroelectricidad, navegación, entre otros.

2.5.2. Indicadores de microorganismos del agua

Se llaman indicadores ya que su presencia se relaciona con microorganismos patógenos, los cuales se utilizan para reflejar el riesgo que representa su presencia en los alimentos debido a su capacidad de causar enfermedades. Dentro de los microorganismos más importantes que se encuentran en refrescos naturales y que se utilizan como indicadores de contaminación están: bacterias mesófilas aerobias, mohos, levaduras, bacterias coliformes y *Escherichia coli* (Jawetz E. y otros. 2004).

Estos contaminantes microbiológicos pueden causar enfermedades por sí mismos o por productos de su metabolismo como toxinas generadas a consecuencia de su crecimiento. Sin embargo; los métodos de identificación, aislamiento y enumeración de microorganismos patógenos suelen ser complejos y demandar demasiado tiempo. Esto ha sido la causa de que se utilicen grupos de bacterias de enumeración más fácil y cuya presencia en cierto número se considera como una indicación de que el refresco estuvo expuesto a almacenamiento, manipulación y prácticas higiénicas inadecuadas o si fue elaborado con materias primas que no poseen la calidad necesaria para dicho fin. Los grupos de microorganismos que se utilizan con este fin se denominan "Microorganismos indicadores".

2.5.3. Microorganismos Indicadores de Calidad de Agua

Este tipo de contaminación se relaciona con la presencia de microorganismos patógenos de heces humanas y animales. Es común encontrárselo en los recursos hídricos superficiales, debido a su exposición. Es importante conocer el tipo, número y desarrollo de las bacterias en el agua para prevenir o impedir enfermedades de origen hídrico. Es difícil detectar en una muestra organismos patógenos como bacterias protozoarios y virus debido a sus bajas concentraciones. Por esta razón, es que se utiliza el grupo de coliformes fecales, como indicador de la presencia de microorganismos (OPS 2004).

Hongos y levaduras: Los mohos y levaduras se pueden encontrar como parte de un alimento o como agentes contaminantes. Se encuentran en el ambiente en forma de esporas, las cuales resisten el calor y contaminan los equipos y utensilios lavados inadecuadamente; provocando el deterioro fisicoquímico de las materias primas. Debido a su metabolización de carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos;

originan mal olor alterando el sabor y el color de refrescos contaminados. Además pueden sintetizar sustancias tóxicas resistentes al calor y a los métodos de esterilización convencionales, son capaces de soportar algunas sustancias químicas así como la irradiación, pudiendo contribuir al crecimiento de bacterias patógenas (Frazier WC. 1972). El recuento de estos microorganismos se realiza en agar papa dextrosa acidificado con ácido tartárico al 10%, después de incubarse a temperatura ambiente de 3 a 5 días (Ávila P. G. y otros. 2008).

Coliformes totales: El grupo coliforme está formado por todas las bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gram negativas, no formadoras de esporas y con forma de bastón corto, que fermentan la lactosa produciendo gas y ácido en 48 horas a 35°C. Pertenecen a este grupo los géneros: Escherichia, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella. Aunque se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza; en general, las bacterias de este género se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, por tal motivo suele deducirse que la mayoría de los coliformes que se encuentran en los alimentos, son introducidos en gran número al medio ambiente por las heces de humanos y animales (Cabrera Aguilar, JR. y otros. 2008).

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal, en el control de calidad del agua destinada a la fabricación de alimentos de consumo humano; debido a que en los medios acuáticos, los coliformes totales son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Así mismo, su número en refrescos es proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan, mayor es la gravedad de la descarga de heces. Sin embargo, debido a que no todos los coliformes son de origen fecal, se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efecto de emplearlos como indicadores de contaminación. Por lo cual se distinguen los coliformes totales que comprende la totalidad del grupo y los coliformes fecales aquellos de origen fecal.

Desde el punto de vista de la salud pública, esta diferenciación es importante, puesto que permite asegurar con alto grado de certeza que la contaminación que presenta el refresco es de origen fecal (Borja Orantes, CE. y otros. 2002) (Jawetz E. y otros. 2004).

Coliformes fecales: Son bacterias que forman parte del grupo coliforme total y se utilizan para detectar la presencia de *Escherichia coli*. Son definidas como bacilos gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ dentro de las 48 ± 2 horas. La especie más predominante de este grupo es la *Escherichia coli*, que constituye una gran porción de la población intestinal humana. Su presencia indica limpieza y desinfección inadecuada de materias primas, utensilios y equipos; mal procedimiento para lavarse las manos o la utilización de agua contaminada con heces fecales para realizar las actividades antes mencionadas (Ávila P. G. y otros. 2008).

2.6. Refrescos Naturales

Los refrescos naturales son bebidas que dan un gran aporte nutricional, ya que se preparan a base del zumo de frutas frescas y hortalizas o de la parte comestible de ellas, en la cual se encuentran grandes cantidades de vitaminas, minerales, fibras e importantes sustancias beneficiosas para el organismo (Gabin, 2007).

2.6.1. Inocuidad Microbiológica de los refrescos naturales

Los refrescos pueden prepararse para consumo propio o para terceros, por lo cual para poder comercializarse deben cumplir con ciertas características que determinan su calidad. Entre estas se encuentra la inocuidad, que se refiere al estado de los alimentos que al ser consumidos dan la seguridad que no causarán ningún daño a la salud (González. E. 2009).

Cualquier refresco cuyo resultado de sus análisis exceda uno o más de los parámetros anteriores, se considera como contaminado (CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, ESA. 1999.).

En general la producción de alimentos libres de contaminantes no sólo depende del lugar de su producción sino también de los procesos de limpieza, desinfección, elaboración, suministro de agua y de las buenas prácticas higiénicas de las personas que tienen contacto directo o indirecto con ellos; ya que la contaminación de los refrescos puede producirse en cualquier etapa de la cadena de producción, en la

cosecha de materias primas, fabricación, distribución, hasta que llegan a manos de los consumidores (CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, ESA. 1999).

2.6.2. Enfermedades producidas por la contaminación del agua

En general las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada pueden originarse por factores como agua estancada con criadero de insectos, contacto directo con el agua, consumir agua contaminada microbiológica o químicamente y usos inadecuados del agua.

a) Las bacterias más comunes

La población y comunidades periurbanas se encuentran en permanente riesgo de contraer enfermedades hídricas porque comúnmente viven sin acceso a agua segura y a servicios de saneamiento. Las poblaciones que se abastecen directamente de aguas de origen superficial (ríos, lagunas, lagos) se encuentran aún en mayor riesgo debido a que la fuente de agua está expuesta a la contaminación fecal. Ver tabla 1.

Tabla 1. Enfermedades causadas por contaminación fecal

ENFERMEDAD	SÍNTOMAS
<i>Aeromonas spp.</i> Enteritis	Diarrea muy líquida, con sangre y moco.
<i>Campylobacter jejuni</i>	Gripe, diarreas, dolor de cabeza y
Campilobacteriosis	estómago, fiebre, calambres y náuseas.
<i>Escherichia coli</i>	Diarrea acuosa, dolores de cabeza,
	fiebre, uremia, daños hepáticos.
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Náuseas, dolores de estómago y diarrea
Plesiomonas-infección	acuosa, a veces fiebre, dolores de cabeza
	y vómitos.
<i>Salmonella typhi</i> Fiebre tifoidea	Fiebre
<i>Salmonella spp.</i> Salmonelosis	Mareos, calambres intestinales, vómitos,
	diarrea y a veces fiebre leve.
<i>Streptococcus spp.</i>	Dolores de estómago, diarrea y fiebre, a
	veces vómitos.
<i>Vibrio El Tor</i> (agua dulce)	Fuerte diarrea
Cólera (forma leve)	

Fuente: Reascos y Yar 2010

b) Los protozoos más comunes

En el agua encontramos una enorme diversidad de microorganismos y se nos hace muy complicado poder determinar cuáles son los buenos y cuáles son los malos. Es por este motivo que se establecen distintos criterios para determinar si el agua es apta para uso humano y el más importante desde el punto de vista microbiológico es la presencia de bacterias coliformes. (SANREM-ANDES, 2005). Ver tabla 2.

Tabla 2. Enfermedades causadas por protozoos presentes en el agua

ENFERMEDAD	SÍNTOMA
<i>Entamoeba</i> Disenteria ameboide	Fuerte diarrea, dolor de cabeza, dolor abdominal, escalofríos, fiebre.
<i>Cryptosporidium parvum</i> Criptosporidiosis	Sensación de mareo, diarrea acuosa, vómitos, falta de apetito.
<i>Giardia lamblia</i> Giardiasis	Diarrea, calambres abdominales, flatulencia, eructos, fatiga.

Fuente: Reascos y Yar 2010

2.7. Manejo y cuidado del agua para consumo humano

2.7.1. Aspectos microbiológicos

La garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación, desde la cuenca de captación al consumidor, de barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducirla a niveles que no sean perjudiciales para la salud. La seguridad del agua se mejora mediante la implantación de barreras múltiples, como la protección de los recursos hídricos, la selección y aplicación correctas de una serie de operaciones de tratamiento, y la gestión de los sistemas de distribución (por tuberías o de otro tipo) para mantener y proteger la calidad del agua tratada. La estrategia preferida es un sistema de gestión que hace hincapié en la prevención o reducción de la entrada de patógenos a los recursos hídricos y que reduce la dependencia en las operaciones de tratamiento para la eliminación de patógenos (Sueiro, 2001).

Las posibles consecuencias para la salud de la contaminación microbiana son tales que su control debe ser siempre un objetivo de importancia primordial y nunca debe comprometerse.

En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales (incluidos los de las aves). Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos (Repeto y Mora, 2016).

Los patógenos fecales son los que más preocupan a la hora de fijar metas de protección de la salud relativas a la inocuidad microbiana. Se producen con frecuencia variaciones acusadas y bruscas de la calidad microbiológica del agua. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades y pueden desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Además, pueden exponerse a la enfermedad numerosas personas antes de que se detecte la contaminación microbiana. Por estos motivos, para garantizar la inocuidad microbiana del agua de consumo no puede confiarse únicamente en la realización de análisis del producto final, incluso si se realizan con frecuencia.

Para garantizar sistemáticamente la inocuidad del agua de consumo y proteger la salud pública, debe prestarse atención especial a la aplicación de un marco para la seguridad del agua y de planes de seguridad del agua (PSA) completos. Para gestionar la inocuidad microbiana del agua de consumo es preciso: a) evaluar el conjunto del sistema, para determinar los posibles peligros a los que puede estar expuesto (véase el apartado 4.1); b) determinar las medidas de control necesarias para reducir o eliminar los peligros y realizar un monitoreo operativo para garantizar la eficacia de las barreras del sistema (véase el apartado 4.2), y c) elaborar planes de gestión que describan las medidas que deben adoptarse en circunstancias normales y si se producen incidentes. Estos son los tres componentes de un PSA (IDEAM, 1999).

Si no se garantiza la seguridad del agua, la comunidad puede quedar expuesta al riesgo de brotes de enfermedades intestinales y otras enfermedades infecciosas. Es particularmente importante evitar los brotes de enfermedades transmitidas por el agua de consumo, dada su capacidad de infectar simultáneamente a un gran número de personas y, potencialmente, a una gran proporción de la comunidad.

Además de los patógenos fecales, pueden tener importancia para la salud pública en determinadas circunstancias otros peligros microbianos (por ejemplo, el dracunculo [*Dracunculus medinensis*], las cianobacterias tóxicas y las legionelas (García, 2012).

Las formas infecciosas de muchos helmintos, como los nematodos y platelmintos parásitos, pueden transmitirse a las personas por medio del agua de consumo. El agua de consumo no debe contener larvas maduras ni huevos fertilizados, ya que un único ejemplar puede ocasionar una infección. No obstante, el agua es una vía relativamente poco importante de infección por helmintos, con la excepción del dracunculo.

Las legionelas son bacterias ubicuas en el medio ambiente y pueden proliferar a las temperaturas elevadas existentes en ocasiones en los sistemas de distribución de agua de consumo entubada, sobre todo en los sistemas de distribución de agua caliente y templada. La exposición a las legionelas presentes en el agua de consumo se produce mediante inhalación y puede evitarse mediante la aplicación de medidas básicas de gestión de la calidad del agua en los edificios y mediante el mantenimiento

de concentraciones residuales de desinfectantes en todo el sistema de distribución por tuberías (Escartín, 2000).

El peligro para la salud pública de las cianobacterias deriva de su capacidad de producir diversas toxinas, conocidas como «cianotoxinas». Al contrario que las bacterias patógenas, las cianobacterias no se multiplican en el organismo humano tras su ingestión, sino únicamente en el agua antes de ser ingerida.

Si bien los péptidos tóxicos (por ejemplo, las microcistinas) se encuentran habitualmente en el interior de las células y pueden, por consiguiente, eliminarse, en gran parte, por filtración, se liberan también al agua alcaloides tóxicos, como la cilindrospermopsina y las neurotoxinas, que pueden atravesar los sistemas de filtración (Burgeois *et al* 1988).

Algunos microorganismos forman biopelículas sobre superficies que están en contacto con agua. La mayoría de estos microorganismos, con pocas excepciones, como las legionelas, no causan enfermedades en las personas sanas, pero pueden resultar molestos ya que generan sabores y olores o la coloración del agua de consumo. La proliferación que se produce después del tratamiento del agua de consumo se conoce con frecuencia como «reproliferación». Normalmente, se refleja en un aumento del recuento de heterótrofos en placa (RHP) en muestras de agua. Los valores de RHP aumentan sobre todo en partes de los sistemas de distribución por tuberías donde se produce estancamiento de agua, en instalaciones de fontanería domésticas, en agua envasada, en algunos casos, y en dispositivos conectados a las instalaciones de fontanería, como descalcificadores, filtros de carbón y máquinas expendedoras automáticas .

Aunque el agua puede ser una fuente muy importante de microorganismos infecciosos, muchas de las enfermedades que pueden transmitirse por el agua pueden transmitirse también por otras vías, como el contacto entre personas, las gotículas y aerosoles, y la ingesta de alimentos. En determinadas circunstancias, en ausencia de brotes de origen acuático, estas vías pueden ser más importantes que la transmisión por el agua (Sáenz, 2009).

2.7.2 Desinfección

La desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro (Rolda, 2006).

La desinfección constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias) durante el tratamiento del agua de consumo y debe utilizarse tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas expuestas a la contaminación fecal. La desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución.

La desinfección química de un sistema de abastecimiento de agua de consumo que presenta contaminación fecal reducirá el riesgo general de enfermedades, pero no garantizará necesariamente la seguridad del suministro. Por ejemplo, la desinfección con cloro del agua de consumo tiene una eficacia limitada frente a los protozoos patógenos —en particular *Cryptosporidium*— y frente a algunos virus. La eficacia de la desinfección puede también ser insatisfactoria frente a patógenos presentes en flóculos o partículas que los protegen de la acción del desinfectante. Una turbidez elevada puede proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y generar una demanda significativa de cloro. Una estrategia general de gestión eficaz añade a la desinfección, para evitar o eliminar la contaminación microbiana, barreras múltiples, como la protección del agua de origen y operaciones de tratamiento adecuadas, así como la protección del agua durante su almacenamiento y distribución (Hayes, 1993).

El uso de productos químicos desinfectantes en el tratamiento del agua genera habitualmente subproductos. No obstante, los riesgos para la salud que ocasionan estos subproductos son extremadamente pequeños en comparación con los asociados a una desinfección insuficiente, y es importante que el intento de controlar la concentración de estos subproductos no limite la eficacia de la desinfección.

El intento de controlar los subproductos de la desinfección (SPD) no debe poner en peligro la desinfección. Puede medirse y controlarse fácilmente la concentración de algunos desinfectantes del agua de consumo, como el cloro, y se recomienda realizar análisis frecuentes si se practica la cloración del agua (Calsin, 2016).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

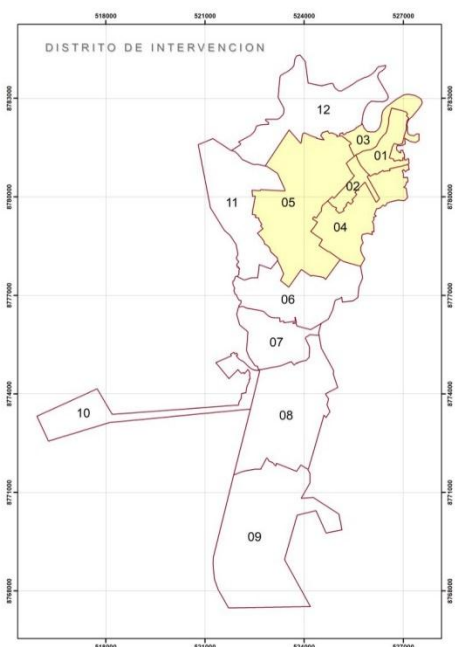
3.1. Ubicación

La investigación se realizó en los distritos 1,2,3,4 y 5 de la ciudad de Cobija, municipio del mismo nombre, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando. Los análisis de las muestras de agua se realizó en el laboratorio de agua y alimentos del Área de Ciencias Biológicas y Naturales, ubicado en el campus universitario de la Universidad Amazónica de Pando. Como se observa en el Cuadro 1.

3.2. Población y muestra

La población está constituida por la totalidad de puestos de venta de refrescos naturales (Restaurant, salteñerías, kioscos) de los distritos 1, 2, 3,4 y 5 de la ciudad de Cobija, considerando que en número son 25, la muestra estará compuesto por la totalidad de los puestos de venta de refrescos naturales, es decir la muestra será igual a la población por el número reducido de las mismas. Como se observa en el Cuadro.1.

Mapa 1. Mapa de los distritos de 1, 2, 3, 4 y 5 de la ciudad de Cobija



Puntos de Muestreo según distritos de la Ciudad de Cobija

DISTRITO	PUNTOS DE MUETREO
1	<ul style="list-style-type: none"> • Restaurant Las Palmas • Restaurant Campo Grande
2	<ul style="list-style-type: none"> • Restaurant El Paladar Brasileiro Boliviano • Restaurant La Pascana • Pollos Darling • La Residencial Cocodrilo • Esquina de la Abuela • Salteñeria La Gaita • Pollos Pio Pio • Mercado Central • Pollos Lanza
3	<ul style="list-style-type: none"> • Pollos Krookan
4	<ul style="list-style-type: none"> • RestaurantLa Llajta • Salteñeria Al Paso • Empanadas DoniS
5	<ul style="list-style-type: none"> • Pollos Tio Rico

Fuente: Ing. Zenobio Mamani

Fuente Propia

3.2. Materiales

3.2.1 Material, equipos y reactivos para análisis físico-químico

MATERIALES	EQUIPOS	REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none">• Vaso de Precipitado de 50 ml.• Pipeta Volumétrica de 50 ml.• Micro pipeta• Tip de 10ml. y 5ml.• Pizetas con agua destilada• Papel Toalla• Bureta• Gas Brasileiro	<ul style="list-style-type: none">• Estufa• pH-metro• Conductivímetro• Balanza analítica• Desecador• Turbidímetro• Fotómetro de Llama• Espectrofotómetro UV-Visible	<ul style="list-style-type: none">• Nitrato de Plata• Indicador Cromato de potasio• Ácido Clorhídrico• Indicador Rojo de Metilo• Sodio• Potasio• Ácido Sulfúrico

3.2.2 Material equipos y reactivos para análisis bacteriológico:

MATERIALES	EQUIPOS	MEDIOS DE CULTIVO
<ul style="list-style-type: none">• Tubos de Ensayo con tapa de rosca• Tubos Durham Cajas Petris• Vasos de Precipitado de 1000 ml.• Pistola de succión• Pipeta graduada de 10 ml.• Tip de 10 ml., 1ml. y 0,1 ml.• Bolsa negra• Gradillas• GLP (gas licuado)• Papel Craff	<ul style="list-style-type: none">• Balanza• Autoclave• Incubadora• Cámara de Flujo Laminar• Mechero Bunsen• Contador de Colonias	<ul style="list-style-type: none">• E. Coli Broth• Potato Dextrose Agar• Lauryl Tryptose Broth

3.2.3 Materiales de escritorio

- Computadora
- Impresora

- Papel bond tamaño carta
- Cartucho de tinta negra
- Cartucho de tinta a colores

3.3. Metodología a empleada

3.3.1. Recolección de muestras

1. Se prepararon envases descartables y los frascos o vasos de muestreo debidamente esterilizados. Ver fotografías 1 y 2.
2. Posteriormente se realizaron la toma de muestra de los puntos indicados.
3. Los frascos se transportaron en una conservadora de plástico con refrigerante que permitirá que la muestra se conserve a temperatura de refrigeración.
4. En la cubierta de la conservadora se colocaron una etiqueta frágil, muestras de agua, urgente. En la parte interna de la conservadora también se colocaron el formulario detallado cuyos datos fueron:
 - a) Identificación del punto de muestreo.
 - b) Procedencia
 - c) Número de muestra o código.
 - d) Fecha.
 - e) Hora de recolección
 - f) Volumen enviado (dependiendo del tipo de análisis).
 - g) Nombre y firma de la persona que realice el muestreo.
 - h) Observaciones: (se incluirá alguna característica resaltante fuera de lo común).

Fotografía 1. Toma de muestra en grifos



Fuente: Propia

Fotografía 2. Toma de muestras en depósitos de agua



Fuente: Propia

5. En el laboratorio, la muestra fue conservada a temperatura de refrigeración hasta el inicio del examen en el Laboratorio de Aguas y Alimentos del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la UAP.
6. Los puntos de recolección de muestras fueron:
 - Restaurants
 - Salteñería

- Mercado
- Venta de pollos a la broster

Ver Fotografías 3.



Foto 3. Puntos de recolección de muestras



3.3.2. Análisis de laboratorio

Ver fotografías de análisis físico químico en anexo 1

3.3.2.1. Metodología para el análisis fisicoquímico

Se realizaron los análisis fisicoquímicos solo en agua, porque en los refrescos naturales de fruta se agrega aditivos para su elaboración.

a) Determinación de pH

De acuerdo a la Norma Boliviana NB 31001. El principio básico de la determinación electrométrica del PH es la medida de la actividad de los iones hidrógeno por mediciones potenciométricas utilizando un electrodo de PH combinado.

b) Determinación de Turbidimetría

Según Norma Boliviana NB 514. Se determina por comparación de la intensidad de luz dispersada por la muestra en las condiciones fijadas en la presente norma con la intensidad de luz dispersada por una suspensión de referencia normalizada.

c) Determinación de Cloruros

Según Norma Boliviana NB 520. Este método se basa principalmente en la determinación de cloruro por precipitación cuantitativa como cloruro de plata, mediante una solución valorada de nitrato de plata usando como indicador cromato de potasio para el vire de color.

d) Determinación de Conductividad

Según Norma Boliviana NB 512. Se basa en determinar la conductividad mediante electrodos.

e) Determinación de Salinidad

Según la OMS la determinación de salinidad se basa en electrodos.

f) Determinación de Sólidos Disueltos

Según la OMS la determinación de sólidos disueltos se basa por el método de electrodos.

g) Determinación de Sólidos en Suspensión

Según la OMS. Los sólidos en suspensión se determinan por la diferencia de peso de un filtrado por el cual se hace pasar la muestra.

h) Determinación de Sólidos Totales

Según Norma Boliviana NB 512. El método se basa en secar a 103 – 105 °C. La determinación de sólidos totales permite estimar la cantidad de materia disuelta y en suspensión que lleva una muestra de agua.

i) Determinación de Carbonatos

Es la determinación volumétrica de una reacción de neutralización para obtener porcentajes de carbonato de calcio equivalente. En esta determinación se incluyen los carbonatos alcalino y alcalino térreos no solubles en agua.

j) Determinación de Bicarbonatos

Según la OMS. La alcalinidad se determina por titulación de la muestra con una solución valorada de un ácido fuerte como el HCl, mediante dos puntos sucesivos de equivalencia, indicados ya sea por medios potenciométricos o por medio del cambio de color utilizando dos indicadores ácido-base adecuado.

k) Determinación de Sodio y Potasio

La metodología que se desarrolló para determinar los diferentes metales es mediante el método de Absorción Atómica, cuantificando los minerales según la Norma Boliviana usando soluciones de referencia para determinar Na y K según NB 671.

3.3.2.2. Metodología para el análisis microbiológico

Se realizara análisis microbiológico en agua, refresco y jugos. La metodología a emplearse para determinar los análisis microbiológicos son basadas según Normas Bolivianas. Ver fotografías en anexo 2.

a) Determinación de Coliformes Fecales y Totales por la técnica del NMP (número más probable)

Según Norma Boliviana NB 31005. El método se basa en la propiedad, que tienen los microorganismos denominados coliformes, de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a una temperatura entre $35^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e incubados durante un periodo entre 24 h a 48 h.

b) Determinación de Hongos y Levaduras por el método de la placa vertida

Según Norma Boliviana NB 32006. El método se basa en la siembra de una suspensión obtenida de una muestra con el diluyente y sus diluciones decimales, en un medio de cultivo selectivo, incubados a una temperatura entre $22 - 25^{\circ}\text{C}$ durante 24 y 48 h.

3.4. Análisis estadístico (t de Student)

Considerando que la investigación es de tipo descriptivo, las variables objeto de estudio fueron analizados mediante la estadística descriptiva, cuyos indicadores son:

- Mínimo
- Máximo
- La media aritmética
- Desviación típica

Para la comparación entre las fuentes de provisión o punto de muestreo (depósitos o tanques y agua de grifo), los resultados se sometieron a la prueba de "t de student" para muestras independientes.

4. RESULTADOS

4.1. Características físico químicas del agua empleada

Los resultados de análisis fisicoquímico fueron los siguientes como se reporta en la siguiente tabla. Ver tabla 3.

Tabla 3. Datos de Análisis Fisicoquímico de agua

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA															
Cód.	Ubic.	Punto	pH	Cond. (uS/cm)	Temp. (° C)	Sal. (%)	S.D. (mg/L)	S.S (mg/L)	S.T. (mg/L)	Turb. (NTU)	Cl ⁻ (mg/L)	Carb (mg/L)	Bic. (mg/L)	Na. (mg/L)	K. (mg/L)
D-1	Rest. Paladar	Tanque abajo	4,22	84	26,4	0	42	35	77	0,95	9,41	0	0	1,33	1,75
M-2	Rest. Paladar	Tanque elevado	4,2	70,5	26,1	0	35,2	43,8	79	0,99	6,75	0	0	1,2	1,76
M-5	Pascana	Tanque elevado	5,12	65,3	26,3	0	32,6	51,4	84	5,3	7,63	0	1,22	1,25	1,64
M-6	Pascana	Agua de grifo	5,82	75	26,3	0	37,5	58,5	96	0,89	8,88	0	3,66	1,24	1,67
M-8	Pollos krookan	Tanque de agua	4,09	82,7	26,3	0	41,4	39,6	81	4,71	8,88	0	0	1,32	1,51
M-9	pollos krookan	Agua de grifo	4,06	87,2	26,6	0	43,5	95,5	139	7,63	7,63	0	0	1,16	1,43
M-11	pollos Darling	Tanque de agua	4,14	83,2	26,4	0	41,6	13,4	55	9,14	7,63	0	0	1,26	1,44
M-12	pollos Darling	Tanque de agua	4,08	88,6	26,5	0	44,3	15,7	60	6,27	9,76	0	0	1,23	1,46
M-14	La llajta	Tanque de agua	4,1	78,6	26,6	0	39,3	83,7	123	0,77	7,99	0	0	1,35	1,51
M-15	La llajta	Tanque de agua	4,15	73,6	26,7	0	36,7	5,3	42	1,08	8,52	0	0	1,17	1,59
M-16	Rest. las Palmas	Agua de grifo	4,33	66,9	26,6	0	33,4	10,6	44	8,65	8,88	0	0	1,35	1,65
M-18	Rest. Campo Grande	Agua de grifo	4,22	75,2	26,9	0	37,6	2,4	40	2,08	5,33	0	0	1,22	1,49

M-20	La Esquina de la Abuela	Agua de grifo	4,41	68,3	27	0	34,1	23,9	58	4,67	7,63	0	0	1,2	1,59
M-21	La Esquina de la Abuela	Tanque de agua	4,24	70	27,1	0	35	72	107	3,85	6,21		0	1,18	1,5
M-23	Resid. Cocodrilo	Tanque de agua	4,19	76,8	27,2	0	38,3	190,7	229	2,13	5,86	0	0	1,24	1,5
M-25	Resid. Cocodrilo	Agua de grifo	4,29	65,3	27	0	32,6	44,4	77	4,64	5,33	0	0	1,13	1,47
M-26	Esnack Salteñeria al Paso	Agua de grifo	4,22	72,8	26,7	0	36,4	72,6	109	0,98	6,75	0	0	1,09	1,41
M-27	Esnack Salteñeria al Paso	Tanque de agua	4,1	76,8	26,7	0	38,3	195,7	234	2,7	9,76	0	0	1,4	1,47
M-29	Esnack Salteñeria La Gaita	Agua de grifo	4,25	71,1	26,9	0	35,5	80,5	116	2,1	7,1	0	0	1,34	2,31
M-31	Empanadas Donis	Tanque de agua	4,13	80,4	27	0	40,2	79,8	120	0,37	11,54	0	0	1,09	1,44
M-34	Pollos Pio Pio	Agua de grifo	4,48	71,7	24,5	0	35,8	55,2	91	1,36	14,2	0	0	4,18	1,36
M-35	Pollos Pio Pio	Tanque de agua	4,58	56,5	24,4	0	28,2	21,8	50	8,49	13,31	0	0	4,45	1,09
M-36	Pollos Lanza	Agua de Epsa	6,21	113,2	24,7	0,01	56,6	30,4	87	0,46	9,76	0	42,4	1,52	2,48
M-39	Pollos Tio Rico	Agua de turril	6,04	28,2	24,9	0	14,11	33,89	48	2,96	6,21	0	13,42	2,18	0,87
M-44	Mercado Central (planta alta)	Agua de grifo	3,84	114,2	28,9	0,01	57,1	31,9	89	4,53	12,43	0	0	2,5	3,47

4.1.1. Potencial de hidrogeniones (pH)

El pH, varió desde muy ácido hasta ligeramente ácido, entre los puntos de muestreo, se observa un mayor promedio en el depósito respecto a la obtenida de grifos, sin embargo la prueba de “t” indica diferencias no significativas con ($p = 0,67$), considerando un 5% de probabilidad de error. Se observa en la tabla 4 y figura 1.

Tabla 4. Potencial de hidrogeniones en aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Punto de muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Depósito de agua	4,08	6,21	4,51	0,71
Grifo	3,84	5,82	4,39	0,53
General	3,83	6,21	4,45	0,67

Fuente: Elaboración propia

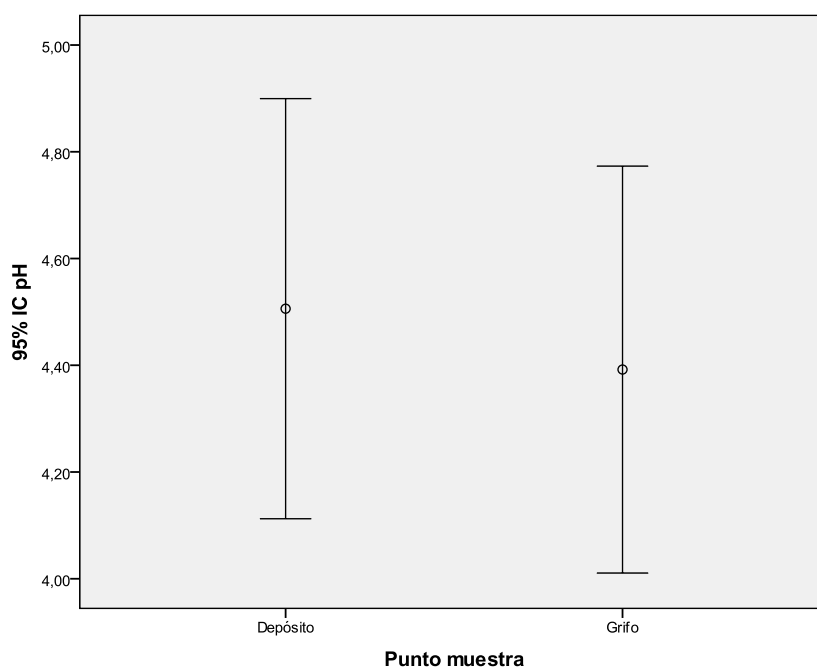


Figura 1. pH de las aguas utilizadas para la preparación de refrescos

Considerando que la norma establece un rango de 6,5 a 9,0, todos los valores están por debajo de los límites permitidos.

4.1.2. Conductividad

La conductividad de las muestras de agua varió entre 29,2 a 114,0 en uS/cm en la comparación entre los puntos de muestreo, se observa un mayor promedio en el grifo respecto a la obtenida en depósitos, sin embargo la prueba de “t” indica diferencias no significativas con ($p = 0,82$), considerando un 5% de probabilidad de error. Se observa en la tabla 5 y figura 2.

Tabla 5. Conductividad en aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Punto de muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Depósito de agua	28,2	113,2	75,23	18,07
Grifo	65,3	114,2	76,77	14,49
General	28,2	114,2	75,84	16,43

Fuente: Elaboración propia.

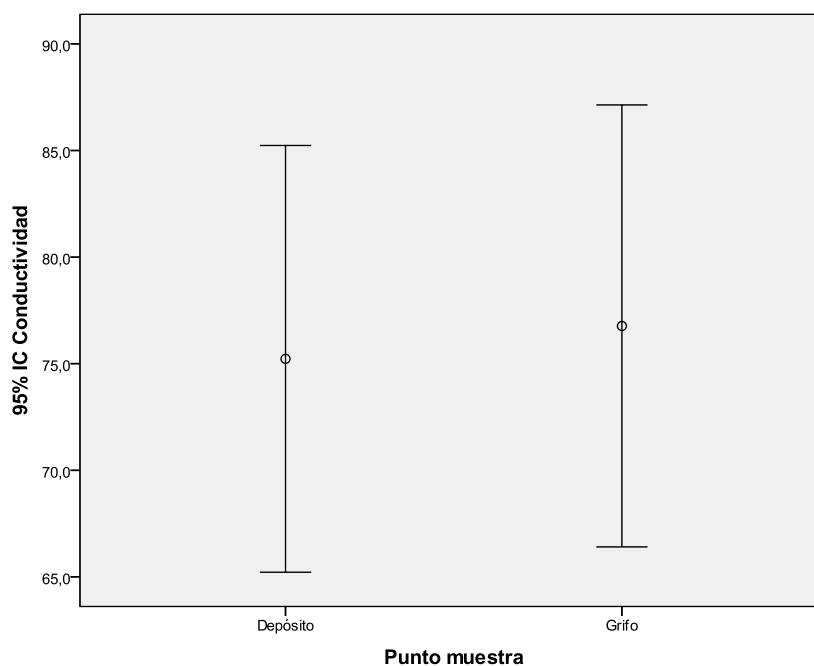


Figura 2. Conductividad de las aguas utilizadas para la preparación de refrescos

Considerando que la norma establece un rango hasta 1500 uS/cm, todos los valores están en los límites permitidos.

4.1.4. Salinidad

De todas las muestras, solo dos presentaron una salinidad de 0,01% una de ellas en depósitos y la otra en grifos, considerando que la norma establece un límite de 0,5% todas las muestras incluida las dos se enmarcan en las normas.

4.1.5. Sólidos disueltos

Este valor varió entre 14,1 a 57,1 mg/l, entre los puntos de muestreo, se observa un mayor promedio en el grifo, sin embargo la prueba de “t” indica diferencias no significativas con ($p = 0,83$), considerando un 5% de probabilidad de error. Ver en la tabla 6 y figura 3.

Tabla 6. Sólidos disueltos en aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Punto de muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Depósito de agua	14,1	56,6	37,59	9,04
Grifo	32,6	57,1	38,35	7,25
General	14,1	57,1	37,89	8,22

Fuente: Elaboración propia.

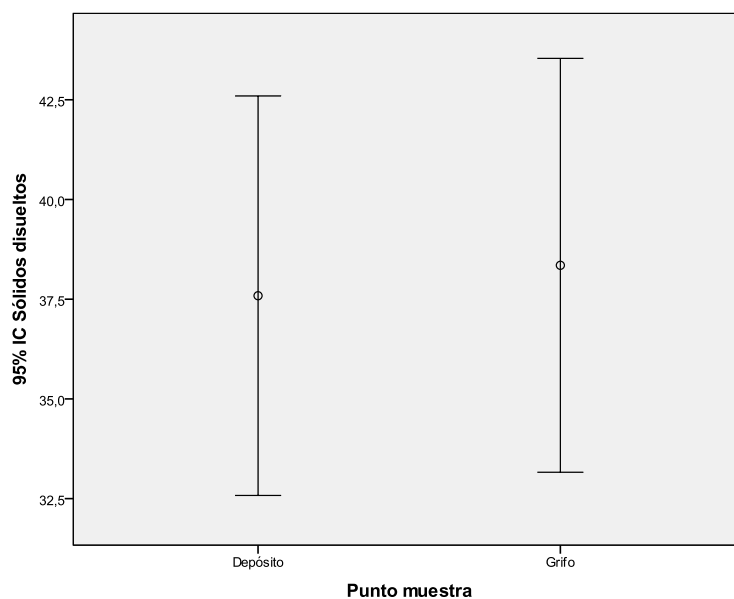


Figura 3. Sólidos disueltos de las aguas utilizadas para la preparación de refrescos

Considerando que la norma establece un rango hasta 500 mg/l, todos los valores están en los límites permitidos.

4.1.6. Sólidos en suspensión

El contenido de sólidos en suspensión de las muestras de agua varió entre 2,4 a 195,7 mg/l en la comparación entre los puntos de muestreo, se observa un mayor promedio en el depósitos respecto a la obtenida en grifos, sin embargo la prueba de “t” indica diferencias no significativas con ($p = 0,59$), considerando un 5% de probabilidad de error. Se observa en la tabla 7 y figura 4.

Tabla 7. Sólidos en suspensión de aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Punto de muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Depósito de agua	5,3	195,7	60,81	58,62
Grifo	2,4	95,5	49,29	31,89
General	2,4	195,7	56,49	48,78

Fuente: Elaboración propia.

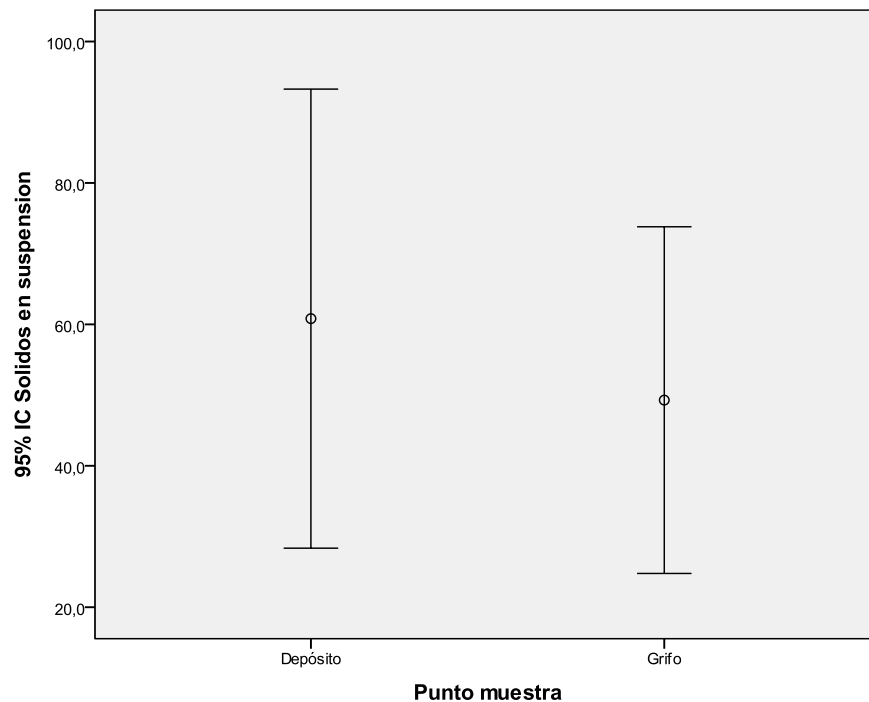


Figura 4. Sólidos en suspensión de aguas utilizadas para la preparación de refrescos

Considerando que la norma establece un rango hasta 500 mg/l, todos los valores están en los límites permitidos.

4.1.7. Sólidos totales

El contenido de sólidos totales de las muestras de agua varió entre 40 a 234 mg/l en la comparación entre los puntos de muestreo, se observa un mayor promedio en el depósitos respecto a la obtenida en grifos, sin embargo la prueba de “t” indica diferencias no significativas con ($p = 0,56$), considerando un 5% de probabilidad de error. Se observa en la tabla 8 y figura 5.

Tabla 8. Sólidos totales de aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Punto de muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Depósito de agua	42	234	98,40	59,453
Grifo	40	139	85,56	33,738
General	40	234	93,58	50,871

Fuente: Elaboración propia.

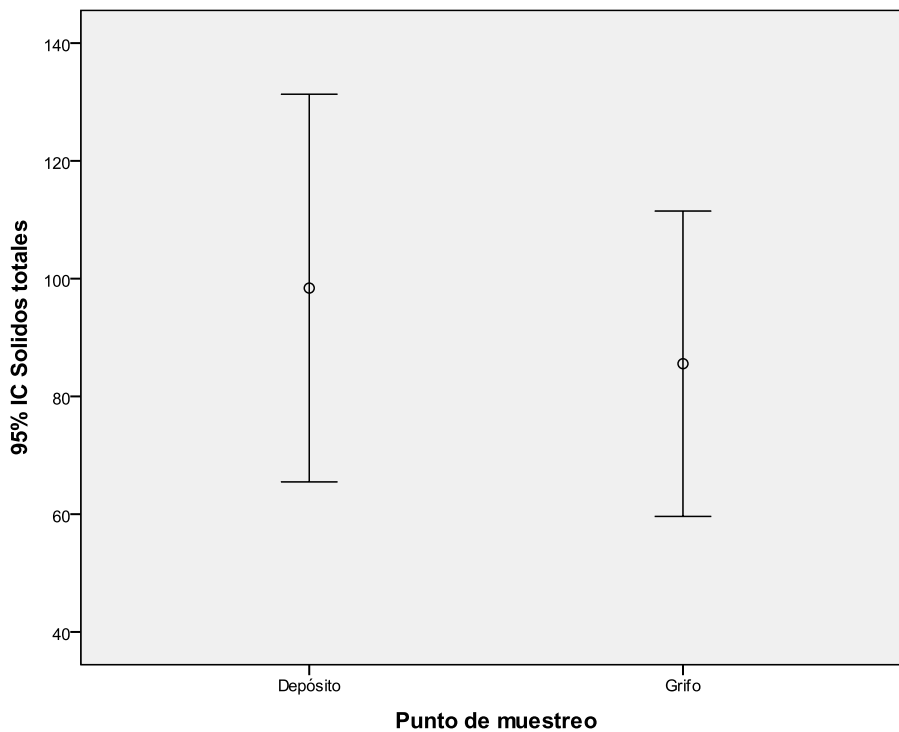


Figura 5. Sólidos totales de aguas utilizadas para la preparación de refrescos

Considerando que la norma establece un rango hasta 1000 mg/l, todos los valores están en los límites permitidos.

4.1.8. Turbidez

La turbidimetría de las muestras de agua varió entre 0,37 a 9,14 NTU en la comparación entre los puntos de muestreo, se observa un mayor promedio en el grifos respecto a la obtenida en depósitos, sin embargo la prueba de “t” indica diferencias no significativas con ($p = 0,73$), considerando un 5% de probabilidad de error. Se observa en la tabla 9 y figura 6.

Tabla 9. Turbidez de aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Punto de muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Depósito de agua	0,37	9,14	3,35	2,89
Grifo	0,89	8,65	3,75	2,76
General	0,37	9,14	3,51	2,80

Fuente: Elaboración propia.

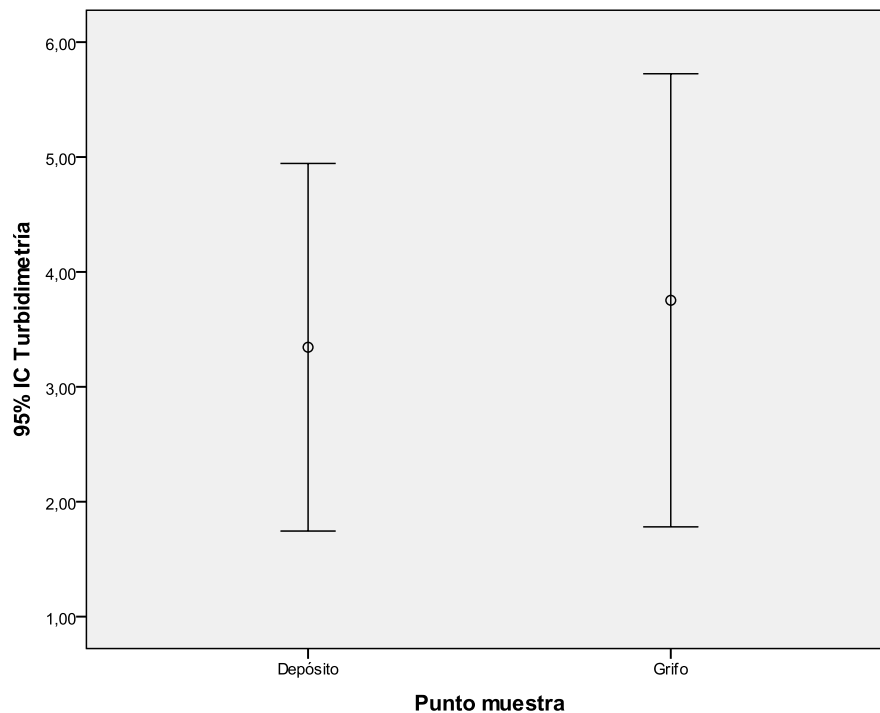


Figura 6. Turbidimetría de aguas utilizadas para la preparación de refrescos

Considerando que la norma establece un rango hasta 5 NTU, el 84% de las muestras se enmarcan en el rango establecido por la norma.

4.1.9. Cloruros

El contenido de cloruros de las muestras de agua varió entre 5,33 a 14,20 mg/l en la comparación entre los puntos de muestreo, se observa un mayor promedio en el grifos respecto a la obtenida en depósitos, sin embargo la prueba de “t” indica diferencias no significativas con ($p = 0,83$), considerando un 5% de probabilidad de error. Se observa en la tabla 10 y figura 7.

Tabla 10. Contenido de cloruros en aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Punto de muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Depósito de agua	5,86	13,31	8,61	2,07
Grifo	5,33	14,20	8,42	2,88
General	5,33	14,20	8,54	2,37

Fuente: Elaboración propia.

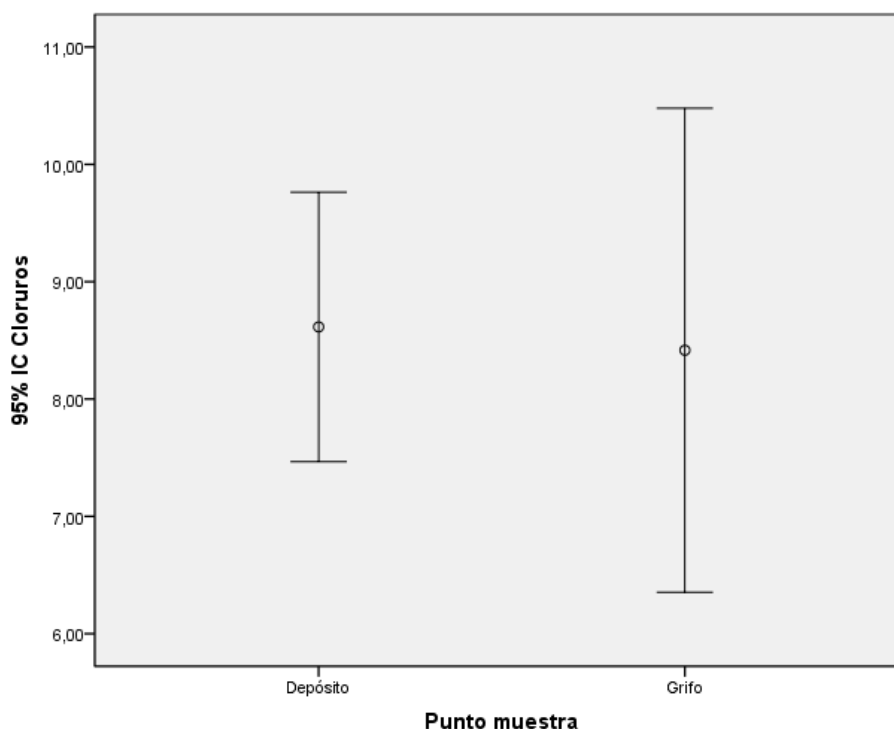


Figura 7. Contenido de cloruros en aguas utilizadas para la preparación de refrescos

Considerando que la norma establece un rango hasta 250 mg/l, el 100% de las muestras se hallan dentro de la norma.

4.1.10. Carbonatos

En las muestras de agua consideradas en el presente estudio no se observó contenido de carbonatos, porque todas las muestras presentaban pH ácido, teniendo ausencia de este parámetro.

4.1.11. Bicarbonatos

De todas las muestras, solo cuatro registraron presencia de bicarbonatos, tres en los depósitos cuyos valores variaron entre 1,22 a 42,4, mientras que la única muestra en grifos registró un valor de 3,66. Considerando que las normas permiten 350 mg/l, se concluye que estas muestras están enmarcados en las normas.

4.1.12. Sodio

El contenido de sodio en las muestras de agua varió entre 1,09 a 4,45 mg/l en la comparación entre los puntos de muestreo, se observa un mayor promedio en los depósitos respecto a la obtenida en grifos, sin embargo la prueba de “t” indica diferencias no significativas con ($p = 0,83$), considerando un 5% de probabilidad de error. Se observa en la tabla 11 y figura 8.

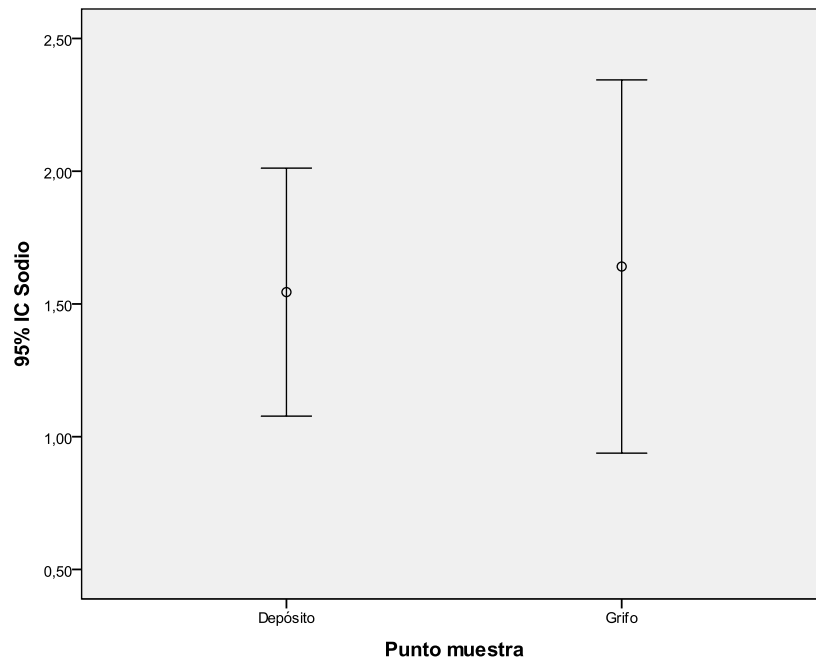
Tabla 11. Contenido de sodio en aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Punto de muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Depósito de agua	1,09	4,45	1,54	0,84
Grifo	1,09	4,18	1,64	0,98
General	1,09	4,45	1,58	0,88

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que la norma establece un rango hasta 200 mg/l, el 100% de las muestras se hallan dentro de la norma.

Figura 8. Contenido de sodio en aguas utilizadas para la preparación de refrescos



4.1.13. Potasio

El contenido de potasio en las muestras de agua varió entre 0,87 a 3,47 mg/l en la comparación entre los puntos de muestreo, se observa un mayor promedio en el grifos respecto a la obtenida en depósitos, sin embargo la prueba de “t” indica diferencias no significativas con ($p = 0,22$), considerando un 5% de probabilidad de error. Se observa en la tabla 12 y figura 9.

Considerando que la norma establece un rango hasta 10 mg/l, el 100% de las muestras se hallan dentro de la norma.

Tabla 12. Contenido de Potasio en aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Punto de muestreo	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
Depósito de agua	0,87	2,48	1,53	0,35
Grifo	1,36	3,47	1,78	0,65
General	0,87	3,47	1,63	0,49

Fuente: Elaboración propia.

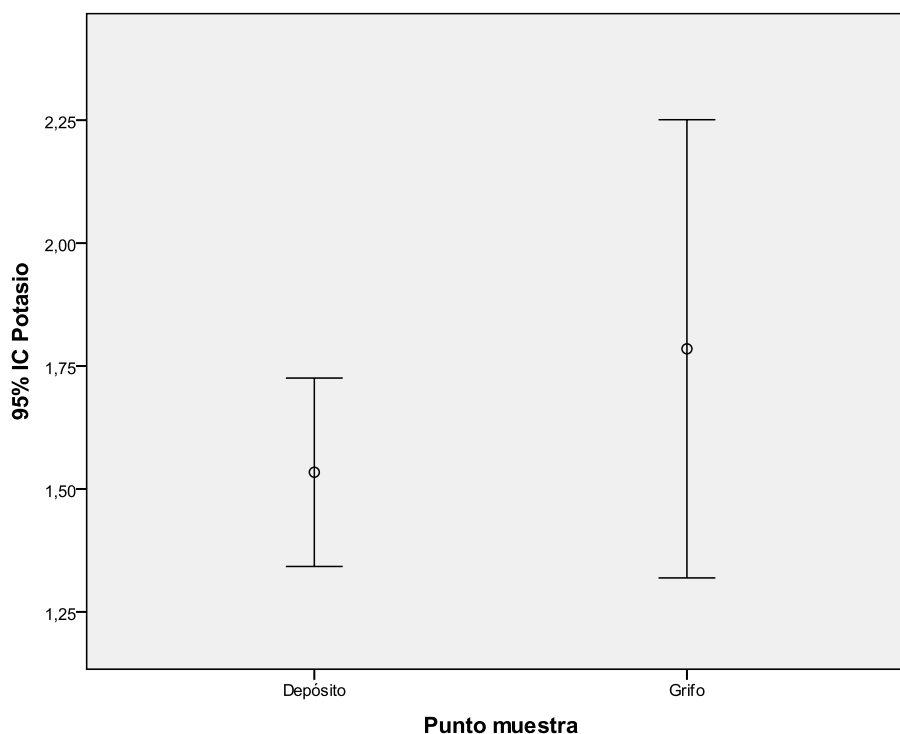


Figura 9. Contenido de potasio en aguas utilizadas para la preparación de refrescos

4.2. Características microbiológicas

Los resultados de análisis microbiológico fueron los siguientes como se reporta en la siguiente tabla. Ver tabla 13.

Tabla 13. Análisis Microbiológico de agua

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA					
Cód.	Ubic.	Punto	Colif. Totales (NMP/100 mL de agua)	Colif. Fecales (NMP/100 mL de agua)	H. y L. (UFC/100 mL de agua)
M-1	Rest. Paladar	Tanque abajo	43	93	10
M-2	Rest. Paladar	Tanque elevado	Ausencia	Ausencia	9
M-5	La Pascana	Tanque elevado	Ausencia	3,6	15
M-6	La Pascana	Agua de grifo	Ausencia	Ausencia	48
M-8	Pollos krookan	Tanque de agua	Ausencia	Ausencia	0
M-9	pollos krookan	Agua de grifo	Ausencia	Ausencia	0
M-11	pollos Darling	Tanque de agua	Ausencia	Ausencia	2
M-12	pollos Darling	Tanque de agua	Ausencia	9,1	1
M-14	La llajta	Tanque de agua	460	43	Incontable
M-15	La llajta	Tanque de agua	3,6	Ausencia	5

M-16	Restaurant las Palmas	Agua de grifo	23	23	208
M-18	Rest. Campo Grande	Agua de grifo	3,6	Ausencia	188
M-20	La Esquina de la Abuela	Agua de grifo	Ausencia	Ausencia	Incontable
M-21	La Esquina de la Abuela	Tanque de agua	Ausencia	Ausencia	2
M-23	Residencial Cocodrilo	Tanque de agua	Ausencia	Ausencia	1
M-25	Residencial Cocodrilo	Agua de grifo	Ausencia	Ausencia	5
M-26	Esnack Salteñeria al Paso	Agua de grifo	Ausencia	Ausencia	192
M-27	Esnack Salteñeria al Paso	Tanque de agua	23	23	Incontable
M-29	Esnack Salteñeria La Gaita	Agua de grifo	Ausencia	Ausencia	64
M-31	Empanadas Donis	Tanque de agua	Ausencia	3,6	Incontable
M-34	Pollos Pio Pio	Agua de grifo	Ausencia	Ausencia	1
M-35	Pollos Pio Pio	Tanque de agua	Ausencia	Ausencia	1
M-36	Pollos Lanza	Agua de Epsa	43	9,1	27
M-39	Pollos Tio Rico	Agua de turril	Indeterminado	Indeterminado	Incontable
M-44	Mercado Central (planta alta)	Agua de grifo	Ausencia	Ausencia	54

4.2.1. Coliformes totales

La cuantificación de los coliformes totales dio por resultado que en la mayor proporción de las muestras hay ausencia de este elemento, sin embargo la presencia de un número determinado que varió entre 3,6 a 460 en 100 ml, mientras que solo en una muestra del depósito se observó un número indeterminado. Se observa en la tabla 14 y figura 10.

Tabla 14. Contenido de coliformes totales en aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Contenido	Depósito		Grifo	
	Nº	%	Nº	%
Ausente	9	60,0	8	80,0
Número determinado	5	33,3	2	20,0
Indeterminado	1	6,7		
Total	15	100%	10	100,0

Fuente: Elaboración propia.

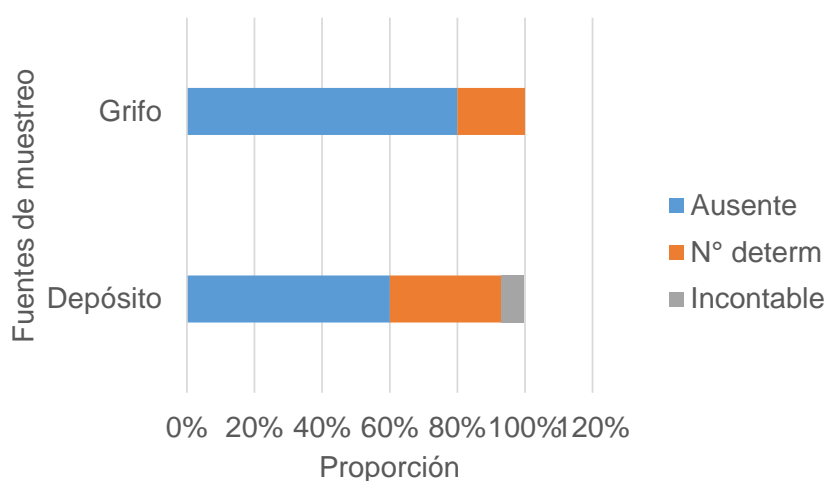


Figura 10. Presencia de coliformes totales

4.2.2. Coliformes fecales

La cuantificación de los coliformes fecales dio por resultado que en los depósitos se observa mayor presencia de coliformes fecales, tanto en número determinado la presencia de un número determinado que varió entre 3,6 a 93 NMP/100 ml, mientras que solo en una muestra del depósito se observó un número indeterminado de 23 NMP/100 ml. Se observa en la tabla 15 y figura 11.

Tabla 15. Contenido de coliformes fecales en aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Contenido	Depósito		Grifo	
	N°	%	N°	%
Ausente	7	46,7	9	90,0
Número determinado	7	46,7	1	10,0
Indeterminado	1	6,6		
Total	15	100%	10	100,0

Fuente: Elaboración propia.

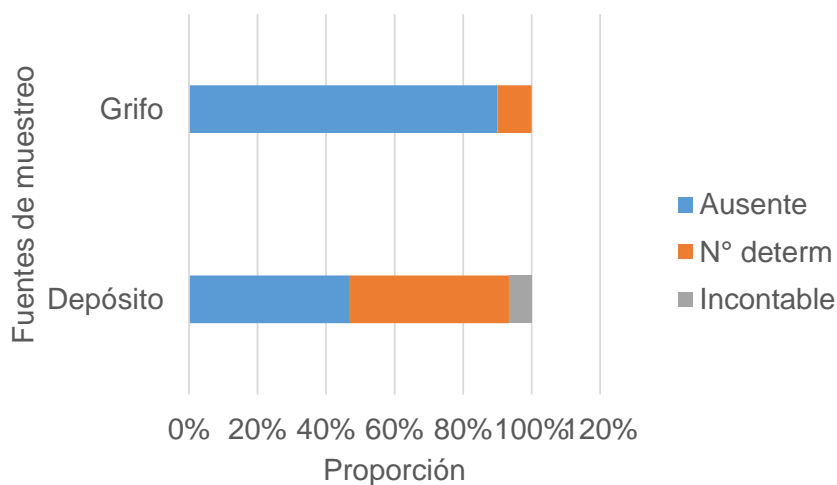


Figura 11. Presencia de coliformes fecales

4.2.3. Hongos y levaduras

La cuantificación de hongos y levaduras dio por resultado que tanto en los depósitos y grifos existen una mayor proporción de muestras con número determinado entre 1 a 27 UFC/100 ml de agua en depósitos y 1 a 208 UFC/100 ml de agua, también se observó una proporción significativa de incontables en ambos tipos de muestra. Se observa en la tabla 16 y figura 12.

Tabla 16. Contenido de hongos y levaduras en aguas utilizadas en la elaboración de refrescos

Contenido	Depósito		Grifo	
	N°	%	N°	%
Ausente	1	6,6	1	10,0
Número determinado	10	66,7	8	80,0
Incontable	4	26,7	1	10,0
Total	15	100%	10	100,0

Fuente: Elaboración propia.

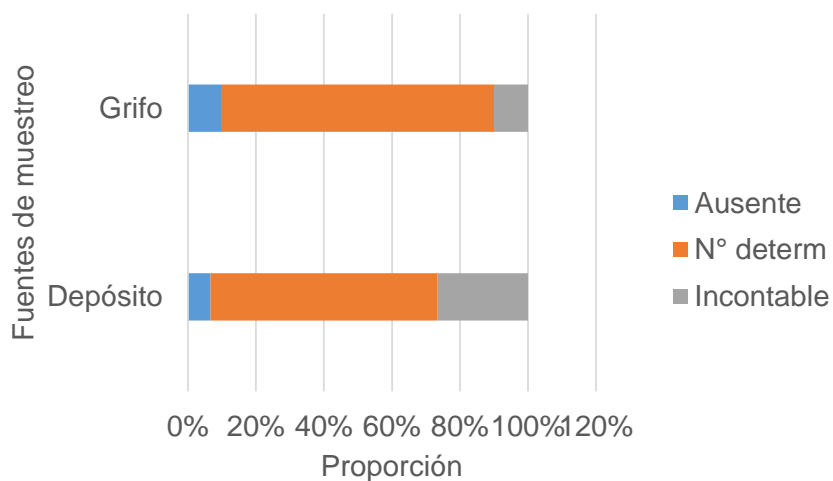


Figura 12. Presencia de hongos y levaduras

4.3. Características microbiológicas de las muestras de refrescos

Los resultados de análisis microbiológicos de refrescos son los siguientes como se reporta en la siguiente tabla. Ver tabla 17

Tabla 17. Análisis Microbiológico de refrescos

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE REFRESCOS					
Cod.	Ubic.	Punto	Coliformes Totales	Coliformes Fecales	Hongos Y Levaduras
M-3	Rest. Paladar	Refresco	23	43	17
M-4	Rest. Paladar	Refresco	23	23	19
M-7	La Pascana	Refresco	39	23	22
M-10	Pollos Krookan	Refresco	7,3	9,1	1
M-13	Pollos Darling	Refresco	Indeterminado	Indeterminado	21
M-17	Las Palmas	Refresco	23	43	264
M-19	Campo grande	Refresco	Ausencia	Ausencia	Incontable
M-22	La Esquina de la Abuela	Refresco	Ausencia	3,6	108
M-24	Residencial Cocodrilo	Refresco	1100	460	7
M-28	Salteñería al Paso	Refresco	Indeterminado	Indeterminado	Incontable
M-30	Salteñería la Gaita	Refresco	Indeterminado	Indeterminado	212
M-32	Empanadas Donis	Refresco	15	9,1	10
M-33	Empanadas Donis	Refresco	460	36	136
M-37	Pollos Lanza	Refresco	Ausencia	Ausencia	Incontable
M-38	Pollos Tio Rico	Refresco	Indeterminado	Indeterminado	Incontable
M-40	Mercado central (anticuchos)	Refresco	460	39	Incontable
M-41	Mercado central (anticuchos)	Refresco	Ausencia	Ausencia	31
M-42	Mercado central (anticuchos)	Refresco	Indeterminado	Indeterminado	26
M-43	Mercado central (anticuchos)	Refresco	Indeterminado	150	43
M-45	Mercado central (planta alta)	Refresco	Indeterminado	Indeterminado	Incontable
M-46	Mercado central (planta alta)	Refresco	Indeterminado	Indeterminado	Incontable
M-47	Mercado central (planta alta)	Refresco	Ausencia	Ausencia	51

4.3.1. Coliformes totales

La cuantificación de los coliformes totales en las muestras de refrescos dio por resultado que solo un 22,7% no tiene presencia de estos elementos, la mayor proporción corresponde al número indeterminado y los restantes tienen entre 7,3 a 1100 NMP/100 ml. Se observa en la tabla 18 y figura 13.

Tabla 18. Contenido de coliformes totales en refrescos

Contenido	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Ausencia	5	22,7
7,3	1	4,5
15	1	4,5
23	3	13,6
39	1	4,5
460	2	9,1
1100	1	4,5
Indeterminado	8	36,4
Total	22	100,0

Fuente: Elaboración propia.

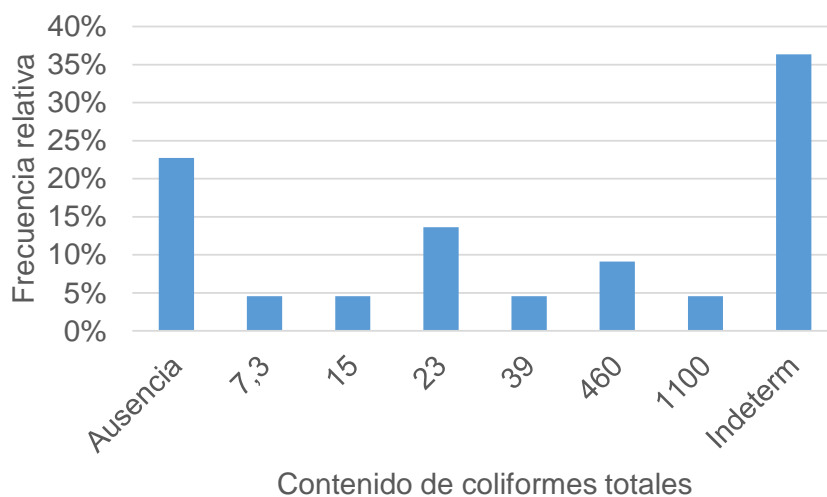


Figura 13. Presencia de coliformes totales

4.3.2. Coliformes fecales

La cuantificación de los coliformes fecales en las muestras de refrescos dio por resultado que solo un 18,2% no tiene presencia de estos elementos, la mayor proporción corresponde al número indeterminado y los restantes tienen entre 3,6 a 460 NMP/100 ml. Se observa en la tabla 19 y figura 14.

Tabla 19. Contenido de coliformes fecales en refrescos

Contenido	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Ausencia	4	18,2
3,6	1	4,5
9,1	2	9,1
23	2	9,1
36	1	4,5
39	1	4,5
43	2	9,1
150	1	4,5
460	1	4,5
Indeterminado	7	31,8
Total	22	100,0

Fuente: Elaboración propia.

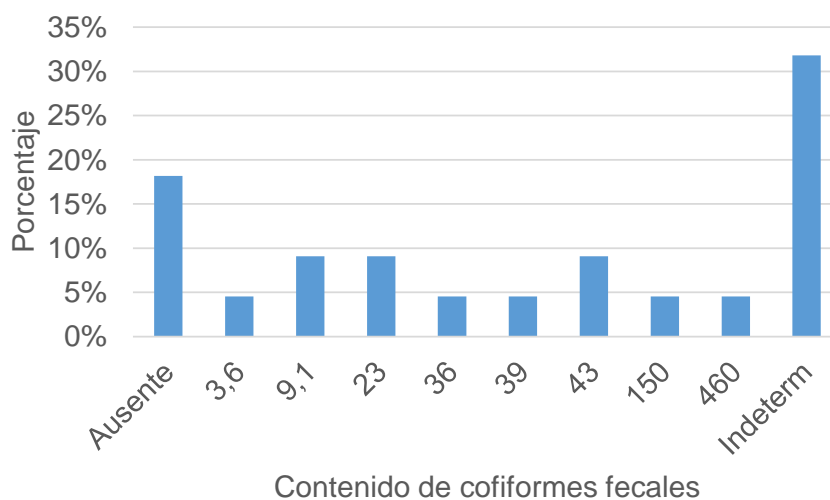


Figura 14. Presencia de coliformes fecales

4.3.3. Hongos y levaduras

La cuantificación de hongos y levaduras en las muestras de refrescos dio por resultado que el 100% tiene contiene en algún grado estos elementos, la mayor proporción corresponde a los que tienen entre 1 – 100 UFC/100 ml y una proporción significativa tiene un número incontable de hongos y levaduras. Se observa en la tabla 20 y figura 15.

Tabla 20. Contenido de hongos y levaduras en refrescos

Contenido	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
1 – 100	11	50,0
101 – 200	2	9,1
201 – 300	2	9,1
Incontable	7	31,8
Total	22	100,0

Fuente: Elaboración propia.

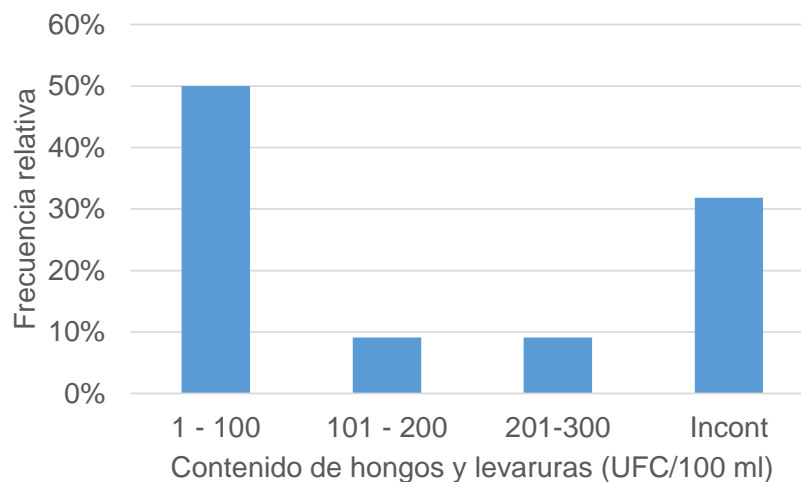


Figura 15. Presencia de hongos y levaduras

5. DISCUSIÓN

5.1. Características físico-químicas de aguas

La concentración de ión hidrogeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas para consumo humano; todas las fases del tratamiento del agua para suministro, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ión hidrogeno o pH; el pH de los sistemas acuosos puede medirse convenientemente con pH-metro; el pH no ejerce efectos directos en los consumidores. Es preferible que sea un pH inferior a 8 porque valores superiores de pH: 11 produce irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos tal como mencionan (Metcalf y Eddy (1995).

La norma boliviana NB establece los límites permisibles de 6,5 – 9,0 para esta variable. Los resultados de la presente investigación, indican que el pH de las utilizadas para la preparación de refrescos varió de 3,83 a 6,21 con un promedio general de 4,45, comparados con la norma están por debajo de los parámetros permitidos, lo que representa que estas aguas no son aptas para consumo humano.

Mejía (2005), afirma que la conductividad eléctrica: expresa salinidad, presencia considerable de sales en las aguas y que afecta la vida acuática; muchas de estas sales disueltas son compuestas que producen partículas eléctricamente cargadas (iones). Este indicador resultó aceptable en todas las muestras analizadas, por lo que no existen evidencias de niveles de salinización de las aguas.

Por su parte la NB-215, establece un rango hasta 1500 uS/cm como aceptable y los resultados de la presente investigación variaron de 26,2 a 114,2 con una media de 75,84, se concluye que las aguas empleadas para la preparación de refrescos están en los parámetros establecidos por la norma.

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas, las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de microorganismos tal como reportan Metcalf y Eddy (1995).

Aunque la norma no establece parámetros específicos para esta variable, en la presente investigación se obtuvo temperaturas que varían de 24,3 a 28,9°C con un promedio general de 26,3°C, debido principalmente a las condiciones climáticas de la región, que según la bibliografía, favorecen la proliferación de microorganismos.

Sólidos totales (disueltos y en suspensión): Mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos), pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos totales disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor (Marcó *et al.*, 2004).

Según la OMS, el límite máximo permitido es de 1000 (mg/L), considerando que en el presente estudio los resultados variaron de entre 40 a 234 con un promedio general de 93,6 mg/l, es posible afirmar que las aguas empleadas en la preparación de refrescos se hallan por debajo de límite establecido por la norma.

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm de diámetro, de esta manera una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias (Metcalf y Eddy, 1995).

Considerando que la norma NB-512 establece como límite máximo 5,0 NTU y en la presente investigación la turbidez varió de 0,37 a 9,51 con un promedio de 3,51 NTU, se concluye que un 16% de las aguas empleadas para la preparación de refrescos está por encima de lo establecido por la norma.

El incremento de cloruro en el agua ocasiona el aumento de la corrosividad del agua, de esta manera el alto contenido de cloruros impide que el agua sea utilizada para el consumo humano, la infiltración de aguas subterránea en las alcantarillas contiguas a aguas saladas constituyen también una potencial fuente de cloruros y sulfatos (Sawyer *et al.*, 2000).

Considerando que la NB-512 establece como límite máximo 250 mg/l y los resultados de la presente investigación variaron entre 5,33 a 14,2 mg/l, es posible afirmar que estos parámetros están por debajo de lo establecido por la norma.

La bibliografía no hace referencia a la presencia de carbonatos y bicarbonatos en el agua, aunque las normas de la OMS establecen como límite máximo 350 mg/l, en la presente investigación no se registró la presencia de carbonatos, solo cuatro (16%) de las 25 muestras presentaron bicarbonatos que variaron entre 1,22 a 42,4 mg/l por lo que están por debajo del límite establecido por la norma.

La bibliografía consultada no hace referencia a la presencia de sodio como elemento aislado en el agua sino como parte de sulfato de sodio, aunque la NB-512 establece un límite de 200 mg/l y en la investigación la presencia de sodio varió de 1,09 a 4,45 mg/l se concluye que están por debajo de lo establecido por la norma.

La bibliografía tampoco hace referencia al contenido de potasio en el agua, aunque la NB-512 establece un límite de 10 mg/l y en la presente investigación la presencia del potasio varió de 0,87 a 3,47 también están dentro de los parámetros establecidos por la norma.

5.2. Características microbiológicas del agua empleada

Munn, (2004) afirma que los coliformes totales son bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Del grupo coliforme forman parte varios géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, etc. Pueden encontrarse en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: agua, suelo, plantas, cáscara de huevo, etc.

Aunque la norma establece que el agua debe tener ausencia total de coliformes totales, Burbano (2010) afirma que son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no son dañinos para la salud en cantidades menores. En la presente investigación el 68% no registró la presencia de coliformes totales mientras que el 33% presentó de 3,6 a 460 NMP por cada 100 ml y solo el 4% presentó un número indeterminado, se concluye que la mayor proporción de las aguas no constituyen peligro para la salud de los consumidores.

Soiro *et al* (2001) afirma que los coliformes fecales son bacterias que forman parte del total del grupo coliforme y son definidos como Gram negativas, no esporuladas que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $44^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ dentro de las 24 h ± 2 h la mayor especie en el grupo de coliformes termotolerantes es la *Escherichia* que a su vez es el índice de contaminación fecal más adecuado.

Cuanto mayor es la frecuencia de análisis de indicadores de contaminación fecal en el agua, mayor es la probabilidad de detectar contaminación, por lo tanto es preferible realizar exámenes frecuentes usando un método sencillo que realizar exámenes menos frecuentes mediante un análisis o serie de análisis más complejos en función de la pluviosidad y de otras circunstancias locales (Cabelli *et al*, 1983).

Las normas también establecen como parámetro la ausencia de este elemento en las aguas para consumo humano. Mientras que en la presente investigación, el 64% de las muestras presentaron ausencia, el 32% presentó de 3,6 a 93 de NMP/100 ml y los restantes 4% presentó un número indeterminado de coliformes fecales.

Existe muy poca bibliografía sobre la presencia de hongos y levaduras en el agua para consumo humano, la norma también establece que el agua para consumo humano no debe presentar estos elementos, en la presente investigación solo dos (8%) reúnen esas condiciones, mientras que un 72% presenta de 1 a 208 UFC/100 ml de agua y un 20% presenta un número incontable de hongos y levaduras, constituyéndose en una amenaza para los consumidores de los productos que utilizan estas aguas.

5.3. Características microbiológicas de los refrescos

A diferencia de las aguas empleadas en su preparación, los refrescos son directamente ingeridos por la población consumidora, en consecuencia deberían cumplir las normas establecidas en cuanto a contenido de coliformes totales, fecales, hongos y levaduras, es decir estos elementos debían estar ausentes en los refrescos ya preparados.

Sin embargo, los resultados de la presente investigación indican que solo un 22,7%, 18,2% y 0% de las muestras no presentan coliformes totales, coliformes fecales y hongos/levaduras respectivamente. Es decir que aproximadamente uno de cada cinco

muestras presentan alguno de estos elementos que son un potencial para provocar efectos adversos a la salud de la población consumidora.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, el análisis de los mismos y contrastadas con la bibliografía consultada, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- Las aguas empleadas en la preparación de refrescos en los distritos 1,2,3,4 y 5 de la ciudad de Cobija, en general presentan los siguientes parámetros físico químicos: respecto al potencial de hidrogeniones pH todas son marcadamente ácidas y están por debajo de los parámetros establecidos por la norma NB-512. Otros parámetros como conductividad, salinidad, sólidos disueltos y en suspensión, cloruros, bicarbonatos, sodio y potasio estuvieron enmarcados en las normas.
- Respecto a las características microbiológicas de las aguas empleadas en la preparación de refrescos; el 68% no registró la presencia de coliformes totales mientras que el 33% presentó de 3,6 a 460 NMP por cada 100 ml y solo el 4% presentó un número indeterminado, se concluye que la mayor proporción de las aguas no constituyen peligro para la salud de los consumidores, aunque la norma establece que el agua debe tener ausencia total de coliformes totales, Burbano (2010) afirma que son la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, no son dañinos para la salud en cantidades menores.
- Los refrescos ya preparados y comercializados que, deberían cumplir las normas establecidas en cuanto a contenido de coliformes totales, fecales, hongos y levaduras, es decir estos elementos debían estar ausentes en los refrescos ya preparados; los resultados indican que solo un 22,7%, 18,2% y 0% de las muestras no presentan coliformes totales, coliformes fecales y hongos/levaduras respectivamente. Es decir que aproximadamente uno de cada cinco muestras presentan alguno de estos elementos que son un potencial para provocar efectos adversos a la salud de la población consumidora.

7. RECOMENDACIONES

A partir de lo todo lo expuesto anteriormente, para posteriores estudios, es posible efectuar las siguientes recomendaciones:

- Considerando que las aguas empleadas en la preparación de refrescos y los mismos refrescos presentan algunos indicadores fuera de los límites establecidos por la norma, se recomienda, desarrollar programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano, por parte de las autoridades sanitarias del gobierno municipal de Cobija y del departamento Pando.
- Educar a la población como medida inmediata sobre cómo hacer uso del agua proveniente de EPSA y otras fuentes, incluyendo capacitación en la potabilización, desinfección y cloración en aguas previo a la preparación de refrescos y otros refrigerios que son comercializados para el consumo de la población.
- Continuar con investigaciones a mayor detalle incluyendo las aguas producidas por las envasadoras de agua mineral, toda vez que la mayoría de la población confía en que este líquido elemento cumple con las normas y no representa peligro para su salud.
- Identificar *Escherichia coli* enteropatógeno en aguas utilizadas para la preparación de refrescos y otros alimentos de consumo humano por ser patógeno y por su implicancia en la salud del consumidor.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila P. G. y otros. 2008. Calidad microbiológica de jugos preparados en hogares de Bienestar Familiar en la zona norte de Cundinamarca (en línea). Trabajo de Graduación. Bogotá, Co. Pontificia Universidad Javeriana. 57 p.
- Borja Orantes, CE. y otros. 2002. Evaluación de la calidad microbiológica de nieves elaboradas artesanalmente y comercializadas en las afueras de los centros educativos del municipio de Mejicanos. Trabajo de Graduación Lic. San Salvador. Universidad de El Salvador.
- Burgeois, GM. y otros. 1988. Aspectos microbiológicos de la seguridad y calidad alimentaria. ES. Ed. Acribia. v. 1, p. 187-191.
- Cabrera Aguilar, JR. y otros. 2008. Validación de la prueba de coliformes totales y fecales por la técnica de tubos múltiples utilizando un medio fluorogénico. Trabajo de Graduación Lic. San Salvador. Universidad de El Salvador. 133 p.
- Calsín, K. V. 2016. Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno. Perú.
- Canter, L. 2000. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnicas para la elaboración de Estudios de impacto. Universidad de Oklahoma. Mc Graw Hill. Inc. US. 835 p.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria-Organización Panamericana de la Salud (CEPIS/OPS, 2010). Proyecto de capacitación para los laboratorios de El Salvador, Nicaragua y Honduras. Programa de mejoramiento de la capacidad de los laboratorios de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. San Salvador.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, ESA). 1999. Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.18.01:01. San Salvador, ESA.
- Escartín E. 2000. Microbiología e inocuidad de los alimentos. Primera edición. Universidad Autónoma de Querétaro, México.).

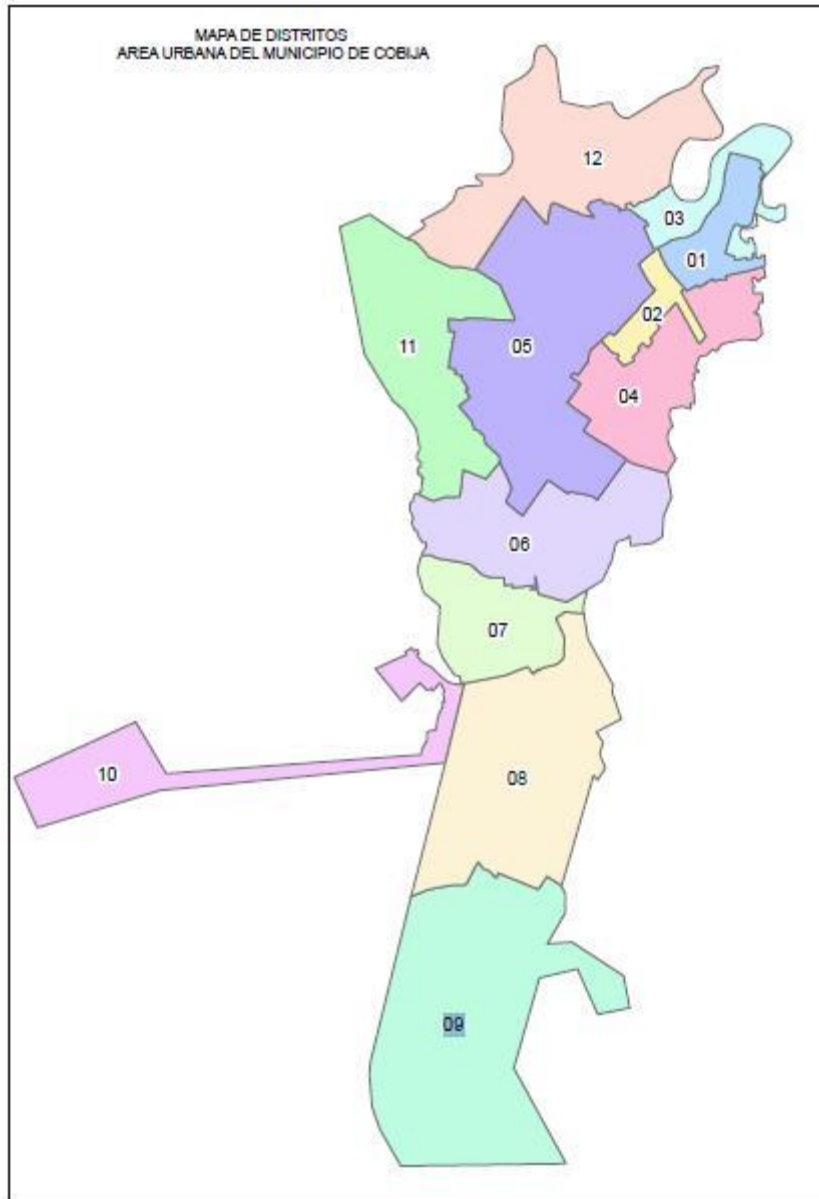
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, IT). 2009. Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico (en línea). Roma. Consultado 14 abr. 2009. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/011/i0480s/i0480s00.htm>
- Fragozo, P. (2007). Evaluación Hidrogeoquímica del agua subterránea en los municipios de Bosconia, Copey, Valledupar, La Paz y San diego ecorregión del valle del Rio Cesar.
- Frazier WC. 1972. Microbiología de los alimentos. 2 ed. Zaragoza, ES. Ed. Acribia. p. 75-77.
- Gabin, M. M. C2007. Normas para la Higiene y adecuada manipulación de los alimentos (en línea). AR. Consultado 17 jul. 2009.
- Gallego, R. (2000). Elementos de vigilancia y control. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima, CEPIS/OPS.
- García, A. (2012). Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*. 6, 27-36.
- González. E. (2009). Inocuidad de los alimentos (en línea). Consultado 07 jul. 2009.
- Hayes, PR. 1993. Microbiología e higiene de los alimentos. ES. Ed. Acribia. p. 10-14, 21.
- IDEAM, Programa de Fisicoquímica ambiental. Protocolo Estandarización de Métodos Analíticos Gustavo Alfonso Coy químico. Bogotá D.C Noviembre de 1999.
- Jawetz E. y otros. 2004. Microbiología Médica. 18 ed. México D.F. Ed. Manual Moderno. Trad. F. Sánchez. p. 107, 241-243.
- Mendoza, M. (1996). Impacto de la tierra en la calidad del agua en la microcuenca río Sábalo, cuenca del río San Juan, Turrialba, CR, CATIE. 81 p.
- Ongley, E. (2007). Elementos de vigilancia y control. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima, CEPIS/OPS.
- Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006). Guías para la calidad del agua potable primer apéndice a la tercera edición Volumen 1 Recomendaciones Organización Mundial de la Salud.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2004). Guías para la calidad del agua potable. OMS. Ginebra. 2004

- Otero, S.A. (2002). Creación y diseño de organismo de cuencas de la subcuenca Río Copan. Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba. CR, CATIE 119 p
- Prieto, E., Ramírez E; Durán A; Martínez M; y Gonzales M (2015). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo – Axochiapan, Morelos México. 4(1) 19 – 18.
- Reascos, B. y Yar, B. 2010. Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas. Ibarra. Ecuador.
- Repeto, F. y Mora, M. 2006. Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo – Axochiapan, Morelos México. 4(1) 19 – 18.
- Roldan A. (2006). Determinación de la calidad físico- química y bacteriológica del agua para consumo humano que se distribuye a la población del municipio de Guazacapán, Santa Rosa. *Tesis en química bióloga. Universidad de San Carlos de Guatemala.* Guatemala.
- Sáenz, P. (2009). Identificación de áreas críticas para el manejo de la cuenca del río Pacuare. Costa Rica. Tesis Mag. Turrialba, CR, CATIE 145 p.
- Sagardoy, J, (1993). Vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación de nitratos en el estado de Yucatán. Ing. 8 -1;33 – 42
- SANREM- ANDES, 2005 monitoreo de agua comunidades UNORCAC
- Sueiro R. (2001). Evaluation of Coli-ID and MUG Plus media for recovering Escherichia coli and other coliform bacteria from groundwater samples. *WaterScience and Technology*, 43:213–216.
- Villegas, J. (1995). Evaluación de la calidad del agua en la cuenca del Río Reventado. Cartago, Costa Rica bajo el enfoque de indicadores de sostenibilidad. CR, CATIE 118 p.

ANEXOS

ANEXO1.

UBICACIÓN DE LOS DISTRITOS 1, 2, 3, 4 y 5



ANEXO 2.

IMÁGENES DEL ANÁLISIS LABORATORIAL



Análisis físico químico de muestras de agua



Materiales empleados

ANEXO 3.
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Hongos y Levaduras

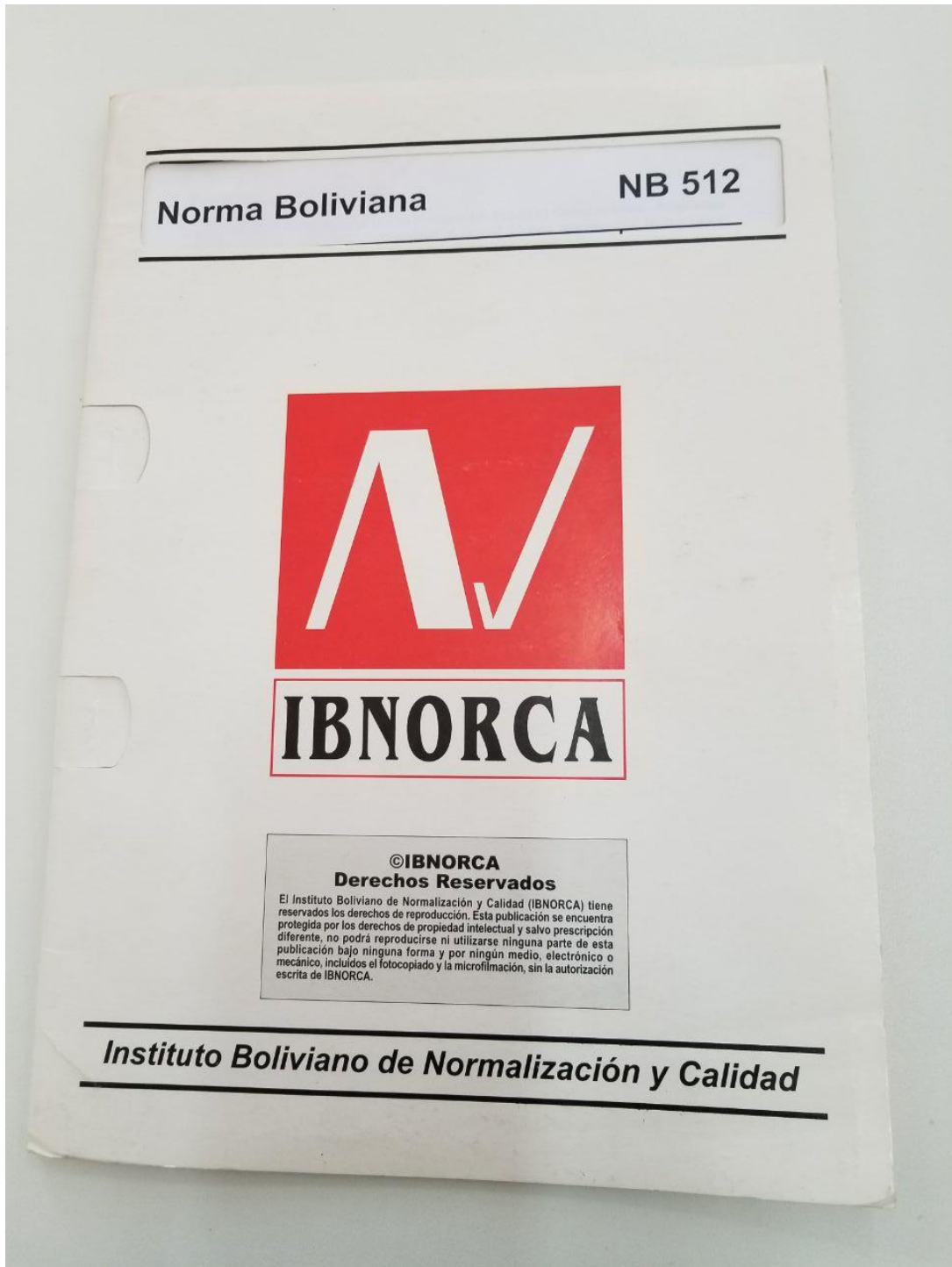


Coliformes Totales y Fecales



ANEXOS 3.

NORMAS BOLIVIANAS



Norma Boliviana

NB 512

Agua potable
Requisitos

Cuarta revisión

DS 13.060.20 Agua potable

octubre 2010

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad



Norma Boliviana

NB 520



IBNORCA

©IBNORCA

Derechos Reservados

El Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) tiene reservados los derechos de reproducción. Esta publicación se encuentra protegida por los derechos de propiedad intelectual y salvo prescripción diferente, no podrá reproducirse ni utilizarse ninguna parte de esta publicación bajo ninguna forma y por ningún medio, electrónico o mecánico, incluidos el fotocopiado y la microfilmación, sin la autorización escrita de IBNORCA.

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Norma Boliviana

NB 520

**Agua potable -
Determinación de cloruros
por el método de Mohr**

ICS 13.060.20 Agua potable

Julio 1985

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad



Norma Boliviana

NB 32006



IBNORCA

**©IBNORCA
Derechos Reservados**

El Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA) tiene reservados los derechos de reproducción. Esta publicación se encuentra protegida por los derechos de propiedad intelectual y salvo prescripción diferente, no podrá reproducirse ni utilizarse ninguna parte de esta publicación bajo ninguna forma y por ningún medio, electrónico o mecánico, incluidos el fotocopiado y la microfilmación, sin la autorización escrita de IBNORCA.

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Norma Boliviana

NB 32006

**Ensayos microbiológicos
- Recuento de mohos y
levaduras**

Primera revisión

ICS 07.100.30 Microbiología de alimentos

Mayo 2003

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

