

**Evaluación de la calidad del agua y su relación con la nutrición y la salud como estrategia de seguridad alimentaria en el barrio Bello Oriente de la comuna tres (3) del Municipio de Medellín.**

**Tesis para optar por el título de Magister en Innovación Alimentaria y Nutricional**

**Gloria Estela Builes Santa  
Mayo 2018**

**Evaluación de la calidad del agua y su relación con la nutrición y la salud como estrategia de seguridad alimentaria en el barrio Bello Oriente de la comuna tres (3) del Municipio de Medellín.**

**Tesis para optar por el título de Magister en Innovación Alimentaria y Nutricional**

**Gloria Estela Builes Santa**

**Asesor:  
Luis Fernando Garcés Giraldo  
Posdoctorado en Derecho**

**Corporación Universitaria Lasallista  
Facultad de Ingeniería de Ingenierías  
Maestría en Innovación Alimentaria y Nutricional  
Caldas – Antioquia  
2018**

## Dedicatoria

### *Al todo Poderoso*

Todas las cosas pasan con el tiempo y así debemos arrojarnos en los brazos de  
la providencia.

“Entiendo, pues que no hay cosa mejor para el hombre que atender con alegría a  
sus ocupaciones, y que esta es su suerte mientras vive.

Porque, ¿Quién podrá ponerlo en estado de conocer lo que ha de acontecer  
después de sus días?”

Eclesiastés; 3,22

## Agradecimientos

Alcanzar un propósito es lo más gratificante y se logra con dedicación, constancia y mucha pasión.

Agradezco a Dios por ser mi guía y darme la fortaleza para ir adelante. También, por permitir que en el paso por la vida tenga a mi lado personas invaluable y especiales, como mis padres Darío y Rosalba y mis hermanos Laura, Mery, Iván, Edgar y Santiago, sin los cuales, no sería el ser humano que soy hoy.

Al papá de mi hija, Luis Eduardo, por su generoso y desinteresado apoyo.

A mi hija, María José, que desde que nació ha sido mi gran motivación y orgullo.

A mi compañero y esposo, Fabio, por involucrarse en este proyecto y entender que en muchas ocasiones mis prioridades y mi tiempo tomaban otro rumbo. Gracias por estar a mi lado en esta etapa de mi vida.

A mi gran amigo, Jader, por su disposición y apoyo a lo largo de este proceso.

A mi Vice, Luis Fernando Garcés Giraldo, por ser mi asesor y amigo, ¡qué gran ser humano me regaló Dios! Gracias por estar siempre en disposición para aclarar mis dudas y darme el soporte y las sugerencias pertinentes para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A esta gran Universidad, a su equipo docente y administrativo, por su gran sentido humano, por atender y entender ampliamente todas mis situaciones, requerimientos y necesidades.

A mis compañeros de clase, Yani, Miller, Caro y Tati, por su aporte de saberes, por sus risas, su compañía y solidaridad.

## Tabla de Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>17</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>20</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
GENERALIDADES DE LA POBLACIÓN OBJETO .....	22
<i>Ubicación</i> .....	22
Generalidades Palomá .....	24
<i>Riqueza hídrica</i> .....	25
<i>Contexto de acciones comunitarias por el abastecimiento del agua</i> .....	26
GENERALIDADES DEL AGUA Y SU CALIDAD .....	29
<i>Agua: fuente de calidad de vida y desarrollo</i> .....	29
<i>Calidad de agua, nutrición y salud</i> .....	34
Agentes contaminantes del agua: .....	36
Calidad microbiológica.....	36
Calidad físico – química del agua .....	41
Calidad física del agua .....	41
Calidad química del agua .....	42
Enfermedades transmitidas por el agua .....	44
<i>Tipos de soluciones</i> .....	48
Uno de los filtros purificadores: .....	48
Antecedentes de los filtros purificadores .....	50
Clases de filtros .....	51
La familia como institución garante de ética civil y cultura ciudadana frente al cuidado del agua: .....	55
Tipos de familia.....	55
EL AGUA DESDE LA LEGISLACIÓN.....	57
<i>Resolución 2115 de 2007</i> .....	58
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>59</b>
OBJETIVO GENERAL .....	59
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	59
<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>60</b>
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	61
TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	61
<i>Revisión documental</i> .....	62
<i>Grupo focal</i> .....	62
<i>Encuesta estructurada</i> .....	63
<i>Diario de campo</i> .....	65
TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	65
DESARROLLO DE LA RUTA METODOLÓGICA.....	66
<i>Objetivo 1: selección y caracterización de los alimentos</i> .....	66
<i>Objetivo 2: evaluación del tipo de tratamiento</i> .....	67
<i>Objetivo 3: relación de condiciones entre agua-salud-nutrición</i> .....	69
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>70</b>
ASPECTOS SOCIALES .....	70

	6
<i>Familia y educación</i> .....	70
NIVEL DE INGRESOS, NUTRICIÓN Y SALUD.....	73
<i>Agua potable garante de los derechos de la niñez</i> .....	74
DESECHOS SÓLIDOS, PELIGRO INMINENTE PARA LA CALIDAD DEL AGUA.....	75
CALIDAD DE AGUA Y HUERTAS PARA EL AUTOCONSUMO .....	77
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>81</b>
PREFERENCIAS DE LA POBLACIÓN .....	81
RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA .....	84
.....	85
<i>Análisis de regresión Logística (Alimentos)</i> .....	85
<i>Análisis sobre aguas de rebose</i> .....	89
SELECCIÓN DEL MÉTODO DE TRATAMIENTO DE AGUA CONTAMINADA .....	91
<i>Análisis de agua después de instalación de filtros</i> .....	93
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>95</b>
ELEMENTOS PRESENTES EN EL AGUA QUE PUEDEN PONER EN RIESGO LA SALUD Y LA NUTRICIÓN .....	95
<i>Consideraciones desde lo microbiológico</i> .....	96
CALIDAD DEL AGUA, NUTRICIÓN, Y SALUD COMO REFLEJO DE SEGURIDAD ALIMENTARIA .....	99
<i>Consideraciones desde una mirada a las afectaciones del agua contaminada en la nutrición</i> .....	101
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>103</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>103</b>
MIRADA MICROBIOLÓGICA A LA CALIDAD DEL AGUA .....	103
MIRADA DESDE LA SALUD Y LA NUTRICIÓN .....	104
MIRADA DESDE LO SOCIAL .....	105
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>106</b>
RECOMENDACIONES DESDE LO MICROBIOLÓGICO .....	107
RECOMENDACIONES EN EL ÁMBITO EDUCATIVO.....	108
<i>Consideraciones para la población en lo cultural</i> .....	109
<i>Consideraciones para la organización social – comunitaria y demás estamentos locales</i> .....	109
<i>Consideraciones para la Administración Municipal y demás entes</i> .....	110
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>113</b>
<b>APÉNDICE</b> .....	<b>120</b>

## Lista de tablas

TABLA 1. RELACIÓN DE AGENTES PATÓGENOS, ENFERMEDADES Y ORGANISMOS-----	38
TABLA 2. AGENTES PATÓGENOS Y SU COMPORTAMIENTO -----	39
TABLA 3. PARÁMETROS DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA -----	42
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS EFECTOS ADVERSOS SALUD-----	43
TABLA 5. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. IMPLICACIONES EN SALUD-----	43
TABLA 6. TIPOS DE FILTROS Y DESCRIPCIÓN -----	52
TABLA 7. ANÁLISIS DE DESVIACIÓN -----	87
TABLA 8. PRUEBAS DE RAZÓN DE VEROSIMILITUD-----	87
TABLA 9. ANÁLISIS DE DESVIACIÓN -----	89
TABLA 10. PRUEBAS DE RAZÓN DE VEROSIMILITUD -----	89
TABLA 11. ETAPAS DE LA UNIDAD DE FILTRACIÓN-----	92
TABLA 12. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS-----	93
TABLA 13. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS -----	94
TABLA 14. RELACIÓN DE ENFERMEDADES MÁS COMUNES EN PALOMÁ-----	98

## Lista de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. MAPA BELLO ORIENTE-----	22
ILUSTRACIÓN 2. SECTOR EL PALOMÁ - BELLO ORIENTE -----	25
ILUSTRACIÓN 3. ESQUEMA DE ENFERMEDADES-----	45
ILUSTRACIÓN 4. ESQUEMA DE METODOLOGÍA-----	60
ILUSTRACIÓN 5. UNIDAD DE FILTRACIÓN -----	91
ILUSTRACIÓN 6. ESQUEMA CALIDAD DEL AGUA – RELACIÓN – NUTRICIÓN/SALUD -----	106

## Lista de Figuras

FIGURA 1. TIPO DE FAMILIA Y NIVEL EDUCATIVO MÁS ALTO EN EL HOGAR .....	71
FIGURA 2. TIPO DE FAMILIA, INGRESO DEL HOGAR AL MES, INTEGRANTES MENORES DE 12 AÑOS.....	74
FIGURA 3. TIPO DE FAMILIA VS NIVEL EDUCATIVO Y ACTIVIDADES QUE CONTAMINAN LAS FUENTES DE AGUA .....	76
FIGURA 4. CINCO ALIMENTOS QUE CULTIVAN EN LA HUERTA COMUNITARIA .....	77
FIGURA 5. CINCO ALIMENTOS BÁSICOS QUE COMPRAN EN LA TIENDA O LEGUMBRERIA .....	79
FIGURA 6. MAPA DE CORRESPONDENCIA MÚLTIPLE.....	82
FIGURA 7. MAPA DE CORRESPONDENCIA MÚLTIPLE.....	83
FIGURA 8. REGRESIÓN LOGÍSTICA. TIPO DE ALIMENTO, ESPECIFICACIONES Y MICROBIOLOGÍA.....	88
FIGURA 9. REGRESIÓN LOGÍSTICA. CONDICIONES Y MICROBIOLOGÍA.....	90

**Lista de ecuaciones**

ECUACIÓN 1. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA.....	86
ECUACIÓN 2. ESTIMACIÓN DE PROBABILIDAD.....	86
ECUACIÓN 3. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA AJUSTADO.....	87
ECUACIÓN 4. MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA AJUSTADO 2.....	90

### Referencias de siglas

ASOMUJPAR	Asociación de Mujeres Cabeza de Hogar del Paraíso
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y del Caribe
COMPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
EPM	Empresas Públicas de Medellín
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FNSP	Facultad Nacional de Salud Pública/Universidad de Antioquia
IDH	Índice de Desarrollo Humano
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PAIS	Política Integral de Atención en Salud
PIDCP	Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos
PIDESC	Pacto Internacional de Derechos Económicos Sociales y Culturales
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
SAN	Seguridad Alimentaria y Nutrición
SIVICAP	Subdirección de Vigilancia y Control en Salud Pública
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

## Resumen

Objetivo: evaluar la calidad del agua apta para consumo humano y su relación con la nutrición y la salud como estrategia de seguridad alimentaria en el sector Palomá de Bello Oriente de la Comuna Tres (3) Manrique de Medellín. Métodos: se realizó un estudio de tipo experimental con enfoque mixto, cuantitativo - cualitativo, utilizando fuentes primarias (talleres y grupos focales) y secundarias (revisión documental y estudios estadísticos) sobre el comportamiento de las condiciones del agua en tres tiempos diferentes para establecer su calidad y la prevalencia de enfermedades relacionadas con la contaminación hídrica. Resultados: los estudios arrojaron en su mayoría, una buena calidad del agua partiendo de estándares definidos por la legislación y a su vez establecen que las condiciones del entorno relacionadas con la higiene son la causa principal de que en el agua haya evidencia de patógenos y mesofilos, siendo estos en gran medida los responsables de la inadecuada condición de salud y nutrición presente en esta población. Discusión: se evidencia la necesidad de mejorar los sistemas de abastecimiento de agua para garantizar el acceso al agua apta para el consumo humano, pero a su vez es de mayor prioridad enfocar esfuerzos en otros aspectos, como la educación sanitaria y el empoderamiento social, con respecto al cuidado del agua e higiene, con el fin de avanzar en la creación de capacidades para afrontar esta problemática de manera más eficiente.

Palabras Clave: calidad del agua, agua apta para el consumo humano, nutrición, salud, seguridad alimentaria.

## **Abstract**

Objective: to evaluate the quality of water suitable for human consumption and its relation to nutrition and health as a food security strategy in the Palomá sector of Bello Oriente Comuna in the third commune Manrique of Medellín. Methods: an experimental study with mixed, quantitative - qualitative approach, using primary sources (workshops and focus groups) and secondary sources (documentary review and statistical studies) on the behavior of water conditions in three different times to establish their quality and the prevalence of diseases related to water pollution. Results: the studies mostly showed good water quality based on standards defined by the legislation and also establish that the environmental conditions related to hygiene are the main cause of the presence of pathogens and mesophiles in water, these being to a large extent responsible for the inadequate health and nutrition condition present in this population. Discussion: there is evidence of the need to improve water supply systems to guarantee access to water suitable for human consumption, but at the same time it is of greater priority to focus efforts on other aspects, such as health education and social empowerment, with regarding the care of water and hygiene, in order to advance in the creation of capacities to face this problem more efficiently.

Keyword: water quality, water suitable for human consumption, nutrition, health, food safety.

## Introducción

El agua es esencial para la vida y es, además, un derecho humano y fundamental. Cuando las personas no cuentan con el agua necesaria para sobrellevar su día a día se enfrentan a muchas dificultades y al peligro de contraer enfermedades que atentan contra la salud y la vida misma. En este orden de ideas, cuando una comunidad tiene acceso a agua potable y segura, mejora, ya que el espacio que se emplea para potabilizar el agua con técnicas tradicionales se puede orientar al disfrute de la vida familiar y comunitaria que directamente se refleja en un mejor bienestar.

Los problemas de provisión de servicios públicos domiciliarios son más graves en las zonas periurbanas principalmente en los cinturones de pobreza que se encuentran alrededor de las grandes y medianas ciudades debido a la migración rural. La comunidad del barrio Bello Oriente situado en la franja alta de la Comuna 3, Manrique, conforma un asentamiento de personas refugiadas del conflicto armado desde los años ochenta, donde cerca de cinco mil familias de varias regiones como el Urabá, Oriente y Bajo Cauca antioqueño, viven en esta franja nororiental padeciendo las consecuencias del agua no apta para el consumo humano y las condiciones inadecuadas de salubridad que hacen más vulnerable a la comunidad de sufrir enfermedades y patologías como consecuencia del agua no segura para su consumo.

Es así, que esta investigación tiene por objeto evaluar la calidad del agua para consumo humano del barrio Bello Oriente de la comuna 3 de Medellín y su relación con la nutrición y la salud como estrategia de Seguridad Alimentaria, implementando filtros purificadores como tecnología innovadora que permita asegurar las condiciones de

nutrición, salud y seguridad alimentaria de la población intervenida en este barrio de Medellín.; aquí, adicionalmente al interés académico y personal, surge el interés por asumir un reto social para mejorar las condiciones de vida de una población vulnerable caracterizada por aspectos como el desplazamiento, la violencia, el desempleo y los problemas de salud, aportando así a mejorar sus condiciones de vida.

Se abordan el concepto de calidad de agua apta para el consumo humano como eje transversal y demás conceptos correlacionados como la nutrición, la salud y la seguridad alimentaria. Y en consecuencia, la identificación de los microorganismos patógenos que se encuentran en el agua por falta de tratamiento eficaz, que afectan directamente la nutrición y la salud de esta comunidad.

De acuerdo con las pretensiones del trabajo investigativo se plantea un estudio de tipo experimental, que implica interacción con la población objeto que para este caso son los habitantes del sector Palomá, desde un enfoque mixto cuantitativo y cualitativo, que permita una lectura adecuada del análisis, tanto desde lo estadístico que los estudios físico-químico y microbiológicos arrojen, pero al mismo tiempo permitiendo una apertura a la lectura de condiciones sociales y culturales del territorio y su relación con la nutrición y la salud.

El desarrollo de esta investigación se presenta en cuatro (4) capítulos, el primero, introduce los hallazgos sociodemográficos en la población objeto, además de la caracterización en nutrición y salud de esta, que permitieron la selección de los alimentos que se evaluaron antes y después de la instalación del sistema de tratamiento del agua. El segundo capítulo desvela el análisis fruto de las pruebas microbiológicas y físico químicas que determinan la calidad del agua en el sector y la

elección del sistema de purificación a instalar; en el tercer capítulo se describen elementos clave de los análisis, para establecer la relación entre estos que ponen en riesgo la salud humana y la seguridad alimentaria y por último un cuarto capítulo donde se presentan las conclusiones y las recomendaciones de ejercicio investigativo.

## Planteamiento del problema

El agua como el recurso natural más abundante del planeta tierra significa una fuente de conflictos, poder, riqueza y supervivencia, traduciéndose la falta de acceso al vital líquido en un motivo de desigualdad, pobreza e injusticia social. Actualmente se podría estar hablando de una crisis del agua donde la utilización inapropiada e inconsciente por el ser humano, se está viendo reflejada en la cotidianidad, específicamente en las poblaciones menos favorecidas que sufren el rigor de padecer enfermedades relacionadas con el mal tratamiento, la contaminación y los diferentes desechos que son vertidos en los afluentes de agua.

En este sentido, diferentes comunidades vulnerables de Medellín localizadas en zonas urbanas y rurales han carecido del acceso al agua y al saneamiento básico, la población del barrio Bello Oriente situado en la ladera de la Comuna 3 Manrique, es uno de los barrios afectados por la inexistencia de un suministro de agua apta para consumo humano. Incluso diferentes comunidades desplazadas continúan llegando al barrio, por lo cual su crecimiento es constante; además el proceso de urbanización se ha gestado de una manera rápida por la violencia política y las condiciones de miseria, viendo como oportunidad la ciudad para salir adelante y tener un mejor futuro en el barrio Bello Oriente (Calle, Orlas, & Cataño, 2012).

Entre muchos de los problemas que aquejan esta población, la seguridad alimentaria se ha visto permeada por las condiciones del entorno degradado y las coyunturas políticas, sociales, económicas y administrativas de la ciudad, lo que se traduce en la ineficiencia de las entidades promotoras de desarrollo, para dar solución a

esta problemática, donde la cotidianidad de sus pobladores obedece a la tarea natural de sobrevivir y conseguir el sustento para sus familias y lograr solventar los gastos, siendo limitada la proporción de personas que pueden acceder a una porción de alimento diario o que pueden tener acceso al agua apta para el consumo.

Es por ello que el estudio de este caso es motivado desde el proceso de desarrollo histórico de la zona, el cual presenta unas características específicas de poblamiento bastante particulares, enmarcadas por la heterogeneidad sociocultural de sus habitantes, como sus costumbres y el uso territorial del suelo que ha demarcado la zona como receptora de personas desplazadas, por lo cual su crecimiento es continuo y sus dinámicas espaciales, territoriales y organizacionales tienden a cambiar constantemente.

Se desprende entonces la necesidad de indagar sobre las condiciones que afectan una buena calidad de agua apta para el consumo, por medio de la utilización de un sistema de tratamiento, orientado a mejorar las condiciones de la calidad del agua y así mismo las condiciones nutricionales de la población de Bello Oriente, lo cual se convierte en objeto de investigación que contribuye a subsanar las necesidades básicas de conocer, interactuar y reflexionar acerca de la realidad, permitiéndoles reconstruir su territorio y fortalecer el proceso de planeación local a partir de acciones orientadas al cuidado del recurso hídrico.

Donde la evidencia de la calidad del agua por medio de los exámenes correspondientes y la tecnología utilizada para dicha evaluación permitirá servir como instrumento de gestión para la comunidad en estudio frente a la institucionalidad y demás entes correspondientes para subsanar el problema del agua no segura en el

territorio. En efecto esta investigación se enmarca en una relevancia humana y reflexiva como elementos orientadores que rescatan las estrategias de la comunidad, el trabajo en equipo y la validación de saberes para el bienestar, la salud y la transformación del territorio.

## Justificación

El acceso al agua potable segura con condiciones apropiadas de saneamiento e higiene permitirán que la sociedad cuente con un mayor número de personas sanas y una disminución en el riesgo de enfermedades infecciosas transmitidas por el agua contaminada. En efecto, para lograr un acceso global al agua potable y segura es importante que las diferentes naciones y sus gobiernos se comprometan al cuidado de los recursos hídricos. Esto significa, una mejor gobernanza del agua y de acciones en el terreno de la formulación de políticas, legislación, planificación, coordinación y administración. También se necesitará desarrollar herramientas para la preparación, monitoreo y gestión de proyectos que permitan una implementación eficaz; para lograrlo serán necesarias instituciones y capacidades humanas fortalecidas a todo nivel. Organización de las Naciones Unidas, (2014)

Respecto a lo anterior, en el ámbito local las comunidades asentadas en las periferias de la ciudad han sufrido el desconocimiento estatal a partir de la exclusión en términos de planeación sectorial y global; muestra de ello es el desabastecimiento de equipamientos urbanos y bienes sociales como el acceso al agua apta para el consumo humano. Pese a esta situación y con el fin de avanzar hacia el cumplimiento de objetivos globales, dichas comunidades han optado por un dialogo social buscando la satisfacción de las necesidades básicas, la recuperación de la cotidianidad y la democracia a favor de una relación más estrecha y directa con el gobierno local.

Asimismo, las diferentes organizaciones comunitarias de base, grupos e instituciones de carácter externo como universidades de la ciudad han trabajado con

la comunidad a lo largo de los años desarrollando estrategias investigativas en el territorio que han permitido el fortalecimiento del tejido social, igualmente se traduce en la acción local transformadora y fuerza social que ha permitido que la comunidad sea propiamente la planificadora de su territorio, en donde sus valoraciones y argumentos acerca de la realidad puedan ser válidos y tenidos en cuenta, siendo la organización y la participación instrumentos de gestión los cuales posibiliten una relación más estrecha entre la comunidad y la institucionalidad a favor de la inclusión y la planificación local, como expresión de una comunidad que día a día lucha por unas condiciones de vida digna.

De esta forma este estudio se muestra como una oportunidad para hacer parte de la acción local transformadora emprendida por la comunidad y la académica en el territorio a través de la evaluación de la calidad del agua como estrategia de seguridad alimentaria y de empoderamiento de la comunidad para gestionar y poder acceder al agua apta para su consumo y así aportar a una mejor nutrición y una buena salud que redunde en su bienestar general.

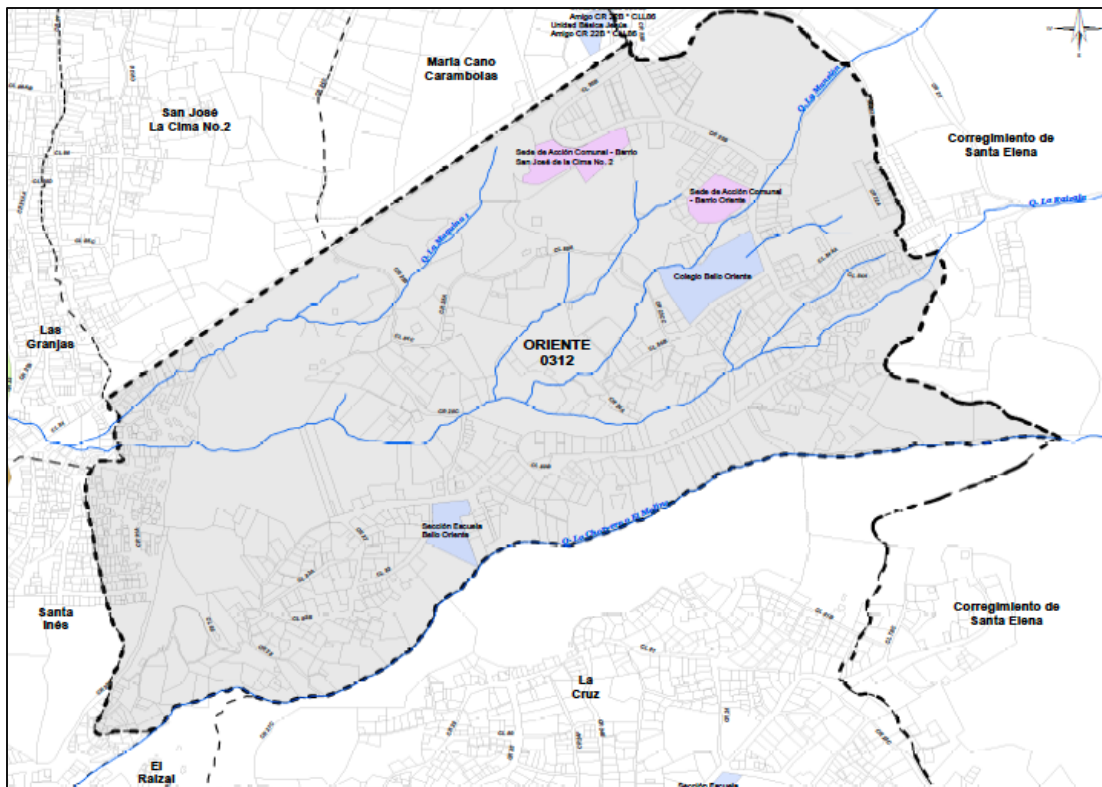
## Marco teórico

### Generalidades de la población objeto

### Ubicación

El barrio Bello Oriente hace parte de los 25 barrios de la comuna 3 siendo uno de los bordes más extensos de tipo rural en la ciudad de Medellín.

Ilustración 1. Mapa Bello Oriente



Nota: Elaboración propia. Basado en (Mapas Medellín, 2016)

Se encuentra subdividido por nueve (9) sectores caracterizados en el Plan de Desarrollo de Bello Oriente (2009), los cuales son:

- Palomá o Palomar: este sector está conformado por instituciones religiosas o sociales, como el antiguo internado para niños, el centro Nutricional Casa Blanca, el galpón comunitario y la tradicional casa de Arnulfo.
- Los Cossios: ubicado en la parte inferior del barrio, limita al norte con la quebrada La tebaida, al occidente con el barrio San José la Cima #2, al sur con La Cruz y al oriente con el sector de la Parroquia.
- El Paraíso: limita por el norte con la conducción de aguas de las Empresas Públicas de Medellín, al sur limita con el sector el corazón, al oriente limita con el sector Palomá y al occidente con el sector Los López.
- San José: está habitado mayoritariamente por población afrocolombiana. Limita por el sur con la quebrada la Raizala, por el oriente con el sector Palomá, al occidente con el sector Corazón, y al norte con el sector el Paraíso.
- Los López: se encuentra al occidente de Bello Oriente, en su parte norte limita con el barrio María Cano- Carambolas, al sur con el sector la parroquia, al oriente con el Paraíso y al occidente con el Oasis.
- Terminal y el Corazón: estos dos sectores limitan por el norte con el

sector Los López, por el occidente con el sector la Parroquia, al oriente con Paraíso y al sur con el Barrio La Cruz.

- Parroquia: ubicado a los costados de la vía principal y a su vez al occidente de Bello Oriente limita al norte con la quebrada La Tebaida y el sector Corazón, al oriente con el sector la terminal, al occidente con el sector La virgen y al sur con la quebrada La Raízala y el barrio La Cruz.

### ***Generalidades Palomá***

Este sector está conformado por 86 viviendas, en su interior se encuentran dos huertas comunitarias y dos espacios comunitarios: Casa Blanca de la Cultura y Teofanía. Linda por el norte con el sector Altamira, por el Oriente con el Corregimiento de Santa Elena, por el Sur con cercanías del barrio La Cruz y por el occidente con el sector San José. Es de los sectores más nuevos de la conformación del barrio en general y empezó a ser poblado después de la consolidación de San José, sector caracterizado por ser en su totalidad de población afrodescendiente. La mayoría de sus pobladores son de las mismas familias que llegaron inicialmente pero que han ido multiplicándose o con la llegada de nuevos parientes que se encontraban en sus lugares de origen como Urabá y Juntas de Uramita en Antioquia y Mandé en Chocó.

Ilustración 2. Sector el Palomá - Bello Oriente

Nota:



Elaboración propia. Basado en (Mapas Medellín, 2016)

### Riqueza hídrica

Bello Oriente está definido en el Plan de Ordenamiento del municipio de Medellín como bosque pre montano, zona de recuperación biológica, caracterizándose por ser un barrio rural; cuenta además con una laguna ubicada en la cima de la montaña, que se encuentra dividida en dos etapas, ambas con bajo caudal, de la cual se desprenden algunos nacimientos, cuatro de ellos están en el sector Palomá; también cuenta con algunos tanques de almacenamiento de agua construidos por la comunidad. Cabe anotar, la presencia de la línea distribuidora de agua de EPM que sirve de abastecimiento para la ciudad, excepto a barrios de la franja alta como La Cruz, La Honda y por supuesto Bello Oriente, donde la comunidad debe explorar formas

alternativas, caseras, artesanales y no convencionales para abastecer el agua que necesitan en sus actividades cotidianas y vitales.

Además de lo anterior, existen características propias del territorio que hacen parte del contexto barrial en relación con el recurso agua como lo son sus tres afluentes de agua, tres quebradas que aún tienen caudal, aunque sus niveles de purificación son muy bajos y se encuentran muy contaminadas, sus nombres son: La Raízala, El Molino y la Tebaida, esta última lleva su nombre gracias a que el terreno donde se encuentra ubicado Bello Oriente fue para antes de 1883, Finca La Tebaida, propiedad privada de un comerciante que decidió luego donar sus tierras y vender algunos lotes para esta población.

### **Contexto de acciones comunitarias por el abastecimiento del agua**

En el año 1980 inician los primeros esfuerzos por parte de la comunidad para llevar el agua a cada hogar. Para 1984 a través del comité del agua conformado por varios pobladores se construyeron varios pozos en los lugares céntricos del barrio los cuales alimentaban gran parte de las viviendas, aproximadamente en aquel tiempo las viviendas ascendían a 30 casas.

Unos años más tarde al aumentar la población en el barrio, se consolida la construcción de un tanque comunitario el cual surtiera con mayor volumen de agua la población ya existente y la que potencialmente iba llegando de diferentes lugares del país; así mismo, otras obras comienzan a desarrollarse hasta el año 2000, como la

construcción de la carretera principal, hogares infantiles, red de energía eléctrica, la escuela, la sede comunal y la iglesia.

En el año 2004 el barrio inicia un nuevo proceso de crecimiento, logrando a través de varias obras gestadas por líderes comunitarios la instalación del servicio acueducto y alcantarillado por parte de Empresas Públicas de Medellín (EPM) para algunas viviendas. En el año 2008, por medio de la Red de Organizaciones Comunitarias y Sociales, se inicia con la elaboración de derechos de petición para obtener información de las diferentes Secretarías del Municipio en torno a las principales problemáticas sociales del Barrio, en especial el acceso de agua apta para el consumo y la ausencia de un sistema de saneamiento.

De igual forma, con el apoyo y asesoría del Programa Autonomía Económica de las Mujeres y asesores de la Facultad Nacional de Salud Pública (FNSP) se motivó la participación de las organizaciones sociales en la Comisión Accidental del Agua del Concejo de Medellín y en una sesión especial que se desarrolló en el mes de diciembre del mismo año, la cual tenía como fin tratar los temas relacionados con el recurso agua y todos los problemas alrededor de este en el barrio.

Así se analizó la problemática del barrio en torno a los servicios públicos domiciliarios y al agua potable para el consumo en particular; quedando como tarea una visita técnica al barrio el 27 de enero del 2009, convocada por el Concejo de Medellín a todas las instituciones con competencias en las problemáticas planteadas. La visita con más de diez (10) instituciones gubernamentales entre las cuales estuvo EPM y la defensoría del Pueblo, evidenció y visibilizó el abandono y los derechos vulnerados de los habitantes del barrio respecto al agua y otros determinantes sociales.

En la sesión especial realizada en la sede del Concejo de Medellín el día 30 de enero de 2009, para presentar los informes de la visita técnica de la Comisión Accidental al barrio Bello Oriente y tomar acciones de la situación encontrada, se realizaron recomendaciones para las entidades responsables, que todavía hoy están pendientes de su revisión.

En efecto, la Red de organizaciones del barrio, queriendo dar continuidad a este proceso, convocó a las organizaciones sociales y a la FNSP a un primer taller para iniciar el trabajo conjunto; se decidió partir del Plan de Desarrollo de la comuna tres (3) Manrique, para aterrizarlo a la realidad del barrio, teniendo en cuenta los proyectos del Plan de Desarrollo del Municipio de Medellín del momento. Esto se logró materializar en la elaboración del Plan de Desarrollo Barrial Bello Oriente 2009- 2016 en el cual se nombran las principales problemáticas que aquejan la comunidad y con relación al tema en cuestión se plantea un Plan de agua potable y alcantarillado, Planes de Manejo ambiental de las quebradas, aguas subterráneas, residuos sólidos y orgánicos.

Varios estudios microbiológicos se han realizado hasta el momento en el barrio, unos de carácter individual emprendidos por personas naturales y otros por Universidades como la Nacional y EAFIT, retomando uno de esos estudios del año 2014 en donde se recolectaron muestras de diferentes zonas del barrio, incluyendo dos nacimientos de agua que surten varias viviendas, se llegó a la conclusión que el número de Coliformes totales (1600 UFC) y Coliformes fecales (1,8 UFC) referidos a una de la muestras del Nacimiento Palomá (Toma 1) y haciendo una validación con la normativa, basados en el Decreto 1594 de 1984 por medio del cual se regula los “Usos del agua y residuos sólidos”, el agua sería potable, tan solo señala un máximo de 2000

Coliformes fecales, mientras que el nuevo Decreto 1575 del 2007 del Ministerio de Protección Social y Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial describe los requerimientos para el agua potable, afirma que el número de Coliformes debe de registrar cero para que el agua pueda ser apta para el consumo humano.

## **Generalidades del agua y su calidad**

### **Agua: fuente de calidad de vida y desarrollo**

El acceso al agua es un elemento importante para la preservación de la naturaleza y la supervivencia humana donde diferentes grupos humanos en el orden mundial presentan brechas geográficas, económicas y de oportunidades para acceder al agua potable y la posterior satisfacción de necesidades básicas.

Un estudio a nivel mundial adelantado por el (PNUD,2013) citado en (Correa & Muñoz, 2015) determina que Colombia se encuentra en el puesto 91 entre 186 países en cuanto a su índice de desarrollo humano (IDH), por encima del cual, en Latinoamérica, se encuentran tan solo Bolivia y Paraguay. Adicionalmente, el país presenta un coeficiente GINI por ingresos del 0,56 y advierte que el 6,4% de su población, es decir, cerca de 3.072.000 personas se encuentran en riesgo de caer en la pobreza; situación que podría radicalizar aún más la inequidad en el acceso al agua, y limitar así las perspectivas de desarrollo (Correa & Muñoz, 2015, p.3).

En este orden de ideas, la pobreza moderada y la pobreza extrema son condiciones directas que aportan a la inequidad en el acceso al agua y como consecuencia problemáticas relacionadas con la desnutrición, la inseguridad alimentaria y alteraciones en la salud; lo que sucede cuando los recursos económicos son limitados o hay pocas opciones para la preparación de los alimentos.

Sumado a lo anterior, condiciones como el cambio climático, la degradación de los ecosistemas, contaminación de fuentes hídricas, extracción de aguas subterráneas y limitada infraestructura de servicios públicos (Correa & Muñoz, 2015) son condiciones que pueden exponer a las poblaciones a patologías y/o enfermedades microbiológicas, además de presentar un mayor estado de vulnerabilidad frente al medio ambiente y el entorno social influyendo en la línea de pobreza.

Actualmente, existe un estado de condicionamiento por la cantidad y calidad del agua en el mundo, siendo esto un acto negativo para la salud humana, donde según (Pnuma, 2007, citado en Correa & Muñoz, 2015) señala que “a nivel mundial los grupos más vulnerables en el acceso al agua y por consiguiente al logro del bienestar son los pobres, los indígenas, las negritudes, las mujeres, los ancianos y los niños” (p.3) ;lo que resulta paradójico en un país como Colombia, donde (Andrade C, 2011) señala que el recurso hídrico es abundante en comparación con otros países de la región, puesto que ocupa el tercer lugar en diversidad del mundo en recurso hídrico.

El agua es un recurso vital para la supervivencia de la humanidad y los ecosistemas, como para todas las actividades que el hombre realiza, siendo una dificultad mayor el aprovechamiento del recurso y su adecuada utilización, lo que en algunas partes del mundo se traduce en pobreza, enfermedades y un limitado acceso

al agua de calidad, respecto a ello Correa & Muñoz, (2015) señalan que el “ agua aun en estado natural no es un elemento puro, por esto, de acuerdo con el uso al que esté destinada, puede presentar distintos niveles de calidad; pero cuando vaya a ser utilizada para el consumo humano, debe cumplir con requisitos de disponibilidad, accesibilidad y calidad” (p.3).

Sin duda, la escasez de agua potable y la ausencia de buenos sistemas de potabilización abren una puerta a la proliferación de enfermedades y patologías que afectan la salud, limitan el desarrollo social, la calidad de vida y sobre todo el derecho al agua por la gran importancia que tiene para la vida y la salud pública de la población, en este sentido se puede considerar como un bien social y cultural que propende por la garantía de derechos como la salud.

En la Conferencia Ministerial con ocasión del Tercer Foro Mundial del Agua, celebrada en Kioto (Japón), y del llamamiento de Dushanbé sobre el agua, del 1° de septiembre de 2003 en el Foro Internacional sobre el Agua Dulce, se proclamó el período de 2005 a 2015 como el Decenio Internacional para la Acción, “El agua, fuente de vida”, a partir del 22 de marzo de 2005, Día Mundial del Agua. Defensoría del Pueblo,[DDP] (2012).

Esta proclamación invita a las diferentes naciones del mundo a ocuparse por la ejecución de proyectos y programas relativos al agua que promuevan su cuidado y conservación.

La calidad del agua, agua cruda, agua para consumo humano, agua potable y agua segura son los principales conceptos relacionados con el tratamiento del agua en

el ámbito nacional que son definidos a partir del Decreto 1175 de 2007 de la siguiente manera:

- Calidad del agua: Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia.
- Agua cruda: Es aquella que no ha sido sometida a proceso de tratamiento.
- Agua para consumo humano: Es aquella que se utiliza en bebida directa y preparación de alimentos para consumo.
- Agua potable: Es aquella que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el presente decreto, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a su salud.
- Agua segura: Es aquella que sin cumplir algunas de las normas de potabilidad definidas en el presente decreto, puede ser consumida sin riesgo para la salud humana. Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- (Ministerio de la Protección Social, Ambiente, 2007)

De igual forma el Decreto 1575 de 2007 reafirma el significado de los anteriores conceptos y se extiende en su unidad para definir otras variables inmersas en el tratamiento del agua, Decreto que es utilizado como línea base para la elaboración del informe “Estado de la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en

Colombia” en el año 2012 donde el objetivo fue presentar resultados sobre la calidad del agua consumida en el país haciendo una descripción departamento por departamento, estableciendo para el caso de Antioquia:

Del total de población vigilada en 2012, la escalera de consumo, fue que el 84.6% consumió agua potable (5.214.720 habitantes), considerando la suma de los porcentajes de muestras obtenidas sin riesgo a nivel urbano y rural. El 7.0 % de la población (435.822 habitantes) consumieron agua segura, totalizando los porcentajes obtenidos de las muestras urbanas y rurales en riesgo bajo y medio. Para el 5.4% de la población (336.005), el agua consumida fue de bajo o nulo tratamiento e involucró muestras en riesgo alto en las dos zonas y finalmente para el 2.8 % de la población (174.618 habitantes), posiblemente consumieron agua directa de la fuente y están relacionadas con muestras inviables sanitariamente en las zonas. SIVICAP (2012).

En efecto, se tuvieron en cuenta parámetros microbiológicos y fisicoquímicos que para la zona rural y urbana las muestras analizadas de agua presentaron niveles de *E.coli* y de Coliformes Totales dentro de valores normales, algo muy similar en los parámetros físico – químicos donde los niveles de Turbidez, pH y Cloro cumplieron con el nivel de valor de potabilidad.

## **Calidad de agua, nutrición y salud**

A través de la historia se ha demostrado que las transformaciones sociopolíticas conducen a un sistema no incluyente a las poblaciones más vulnerables, logrando sobrevivir con innumerables dificultades, y entre ellas la de asumir la falta de un sistema que les provea agua potable con accesibilidad, calidad, cantidad y periodicidad, como efecto directo mantienen una dieta alimentaria que trae consigo los efectos del agua no apta para el consumo humano afectando la nutrición y por consiguiente la salud.

Alcántara Moreno (2008) afirma “La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades” (p.5). Estrechamente ligada en una relación de causa y efecto con la nutrición, la cual va más allá de comer, es un proceso muy complejo que considera desde los aspectos sociales hasta los celulares, y se define de acuerdo a Otero (2012) como “el conjunto de fenómenos mediante los cuales se obtienen, utilizan y excretan las sustancias nutritivas” (p.43)

Así pues, el agua potable apta para consumo humano es un recurso vital y clave en una alimentación sana y balanceada la cual permite referirse a un buen estado de salud como garantía de una vida digna y saludable. El derecho a una alimentación adecuada se reconoció en el pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales, un tratado multilateral aprobado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1996, las directrices voluntarias en apoyo de la realización progresiva del

derecho a una alimentación adecuada en el contexto de la seguridad alimentaria (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015)

El agua es la sangre de los ecosistemas y determinante en muchos ejes para una buena nutrición y de vital importancia para la seguridad alimentaria de una población. Se habla de los ecosistemas como los bosques, los lagos y los humedales de los que depende la seguridad alimentaria, la nutrición y la salud de las generaciones presentes y futuras.

Es imperativo disponer de buena calidad de agua apta para consumo humano ya que esta es condicionante para la eficacia con que el cuerpo humano absorbe nutrientes, además, es indispensable disponer de agua de calidad y con cantidades adecuadas ya sea tanto para beber, como para el saneamiento, la producción alimentaria (pesca, cultivos, ganadería) y los demás usos domésticos como elaboración, transformación y preparación de los alimentos.

En efecto, el agua es el fundamento de toda la actividad humana y de todo lo que representa crecimiento, reacción y reproducción, como se ve, son múltiples sus conexiones; desde la generación de vida, como el crecimiento económico y la generación de ingresos.

Contar con agua potable segura y con unas prácticas de saneamiento fiables son condiciones necesarias e indispensables para garantizar el desarrollo humano y permitir que esa actividad sea posible (ONU, 2015). El agua apta para el consumo humano puede suministrar micronutrientes importantes en especial el fluoruro, calcio y magnesio que en ocasiones se corre con el peligro que contengan sustancias nocivas o

en dosis excesivas, como pasa con el fluoruro o el arsénico en ciertos lugares o regiones.

### ***Agentes contaminantes del agua:***

Son bacterias, virus y parásitos intestinales (protozoos – helmintos), que pueden generar enfermedades con cuadros de gravedad variables, que van desde una gastroenteritis simple hasta serios y fatales cuadros de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea. Estos agentes pueden transmitirse en el contacto o consumo de agua y alimentos, pero también lo hacen a través de persona a persona o en contacto con animales debido a los hábitos inadecuados de higiene o a la disposición sanitaria del ambiente.

### ***Calidad microbiológica.***

La calidad microbiológica del agua se mide en función de los indicadores microbiológicos de potabilidad en los puntos de captación, por medio de la determinación de microorganismos, indicadores de contaminación como los coliformes totales, *Escherichia Coli*, *Aerobios Mesófilos*, *Salmonella spp.*(Anaya, Gutiérrez, & Ugarriza, 2011.p.6)

En la legislación colombiana se define que la calidad del agua desde el punto de vista bacteriológico debe estar exenta de agentes contaminantes de origen entérico y

parasitario intestinal que son los responsables de transmitir enfermedades que afectan la nutrición y la salud.

Determinar la calidad microbiológica del agua resulta altamente importante para el caso de estudio, dado el riesgo existente en la ingesta de agua contaminada con microorganismos. Dentro de estos microorganismos, se encuentran los agentes por contaminación bacteriana, contaminación por virus y contaminación por parásitos intestinales, en la Tabla N° 1 se relacionan cada uno con su patógeno y enfermedad.

Tabla 1. Relación de agentes patógenos, enfermedades y organismos

Agentes patógenos	Descripción	Organismos productores de toxinas en aguas	Enfermedad
Contaminación Bacteriana	Son el grupo más importante de presencia en las aguas potables y las más importantes en cuanto a número de epidemias causadas. La mayor parte de la contaminación bacteriana causante de infecciones, está asociada a la contaminación fecal del agua.	Salmonella typhi Salmonella Paratyphi A y B	Fiebres Tifoideas y paratifoideas
		Shigella	Disentería bacilar
		Vibrio cholerae	Cólera
		Escherichia coli ET Campylobacter Yersinia enterocolitica Salmonella sp Shigella sp	Gastroenteritis agudas y diarreas
Contaminación por virus	Los virus no se pueden reproducir sin una célula en la que se puedan hospedar, pero pueden sobrevivir en el medio ambiente largos periodos de tiempo. El agua normalmente es contaminada por materia fecal contaminada con virus entéricos humanos.	Virus de la hepatitis A y E	Hepatitis A y E
		Virus de la polio	Poliomielitis
		Virus nortwalk Rotavirus Astrovirus Calicivirus Enterovirus Adenovirus Reovirus	Gastroenteritis agudas y diarreas
		Entamoeba histolytica Giardia lamblia Cristosporidium	Disentería Amebiana
Contaminación por parásitos intestinales	Protozoos Son organismos unicelulares.	Áscaris Trichuris	

Nota: Elaboración propia basada en Gonzalez (2011)

La Tabla N° 2, proporciona información general de los agentes patógenos más importantes en la gestión de la salud pública.

Tabla 2. Agentes patógenos y su comportamiento

<b>Bacterias</b>	<b>Impor tancia para la salud</b>	<b>Persistencia en los sistemas de abastecimiento de agua</b>	<b>Resistencia al cloro</b>	<b>Infectividad relativa</b>	<b>Fuente animal importante</b>
Burkholderia pseudomallei	Baja	Puede proliferar	Baja	Baja	No
Campylobacter jejuni, C. coli	Alta	Moderada	Baja	Moderada	Sí
Escherichia coli patógenad	Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
E. coli enterohemorrágica	Alta	Moderada	Baja	Alta	Sí
Legionella spp.	Alta	Prolifera	Baja	Moderada	No
Micobacterias no tubercul.	Baja	Prolifera	Alta	Baja	No
Salmonella typhi	Alta	Moderada	Baja	Baja	No
Otras salmonelas	Alta	Puede proliferar	Baja	Baja	Sí
Shigella spp.	Alta	Corta	Baja	Moderada	No
Vibrio cholerae	Alta	Corta	Baja	Baja	No
Yersinia enterocolitica	Alta	Larga	Baja	Baja	Sí
<b>Virus</b>					
Adenovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Enterovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Virus de la hepatitis A	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Virus de la hepatitis E	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Norovirus y sapovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Rotavirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
<b>Protozoos</b>					
Acanthamoeba spp.	Alta	Larga	Alta	Alta	No
Cryptosporidium parvum	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
Cyclospora cayetanensis	Alta	Larga	Alta	Alta	No
Entamoeba histolytica	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
Naegleria fowleri	Alta	Puede proliferar	Alta	Alta	No
Toxoplasma gondii	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
<b>Helmintos</b>					
Dracunculus medinensis	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No
Schistosoma spp.	Alta	Corta	Moderada	Alta	Sí

Nota: Tomado de (OMS, 2004)

Se destacan en el grupo de estos microorganismos para determinar la calidad microbiológica del agua y alimentos, los agentes por contaminación de origen bacteriano, los cuales son las *Mesófilos*, *Coliformes totales* y *Fecales*, y *Echerichia Coli*:

- Mesófilos: las bacterias mesófilas aeróbicas se definen como un grupo heterogéneo de bacterias capaces de crecer ente 15 y 45°C, con un rango óptimo de 35°C, son contaminantes de los alimentos y posibles causantes de enfermedad intestinal, en la industria de los alimentos es considerado como el grupo indicador más grande que existe. (Ávila, Giovanna; Fonseca, 2008, p.11)
- Coliformes totales y fecales: son bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos, inmóviles y móviles con flagelos. Este grupo de microorganismos es bastante amplio y comprende varios géneros de la familia Entero bacteriáceas capaces de fermentar la lactosa, están ampliamente difundidos en la naturaleza, agua y suelo. Dentro de los coliformes totales se pueden distinguir dos tipos, por un lado están los coliformes fecales, que provienen del tracto intestinal de animales de sangre caliente y que serían los mejores indicadores de riesgo de afecciones humanas, y por otro lado existe otro grupo de coliformes que son residentes naturales en el suelo y agua.(Peralta, Santiago, Astudillo, & Clave, 2014)
- E. Coli: se encuentra normalmente en el tracto gastrointestinal del hombre y de los animales y raramente aparece en otro lugar. Su

presencia en alimentos indica mala calidad higiénica en el proceso, falta de higiene de los manipuladores o recontaminación después del proceso. Estas, si bien no son generalmente patógenas de por sí, son indicadores de presencia de microorganismos potencialmente perjudiciales y por lo tanto son un índice de deficiencias sanitarias.(Alonso Nore & Poveda Sánchez, 2008)

### *Calidad físico – química del agua.*

Para determinar la calidad físico - química del agua, la Resolución 2115 de 2007 establece unos parámetros permitidos de presencia de elementos físicos y compuestos químicos en el agua, para que esta sea apta para el consumo humano.

### *Calidad física del agua.*

La calidad física del agua, hace referencia en especial al cuidado con el sabor, olor, y turbidez, ya que su uso en preparación de bebidas, alimentos y fabricación de textiles es de gran importancia. Se debe determinar que sea inolora, transparente e insípida (Orellana, 2005) . La Tabla N° 3, describe los valores máximos permitidos para las características físicas en el agua:

Tabla 3. Parámetros de características físicas del agua

<b>Características físicas</b>	<b>Expresadas como</b>	<b>Valor máximo aceptable</b>
Color aparente	Unidad de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Nota: (Resolución 2115 de 2007)

Calidad química del agua.

Son los compuestos químicos disueltos en ella, que pueden ser de origen industrial o natural, benéfico o dañino de acuerdo a su composición y concentración. Los parámetros establecidos por la Resolución 2115 de 2007 para ello son los expuestos en la Tabla N° 4, donde se relacionan los elementos químicos que tienen un reconocido efecto adverso sobre la salud humana y los niveles máximos permitidos en el agua.

Dentro de estos compuestos químicos, se encuentran los que tienen implicaciones graves en la salud, el ambiente y la seguridad alimentaria, como son los metales pesados, los cuales se definen como “un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua destacamos Mercurio (Hg), Arsénico (As) Níquel (Ni), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Cromo (Cr), Cadmio (Cd)” (Facsa, 2017, p.1)

Tabla 4. Características químicas Efectos adversos salud

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0,002
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	Cn	0,05
Cobre	Cu	1.0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos	HAP	0,01

Nota: (Resolución 2115 de 2007)

Dentro de las características químicas presentes en el agua, se destacan también los elementos, compuestos químicos y mezclas que tienen implicaciones sobre la salud humana, relacionados en la Tabla N° 5

Tabla 5. Características químicas. Implicaciones en salud

Elementos	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5
Nitritos	NO <sub>2</sub>	0,1
Nitratos	NO <sub>3</sub>	10
Fluoruros	F	1

Nota: (Resolución 2115 de 2007)

### ***Enfermedades transmitidas por el agua.***

El consumo de agua contaminada desencadena un grupo amplio de enfermedades para el ser humano que van desde las transmitidas por el contacto con agua contaminada, hasta el consumo de esta, dadas por diferentes condiciones.

El consumo de agua con deficiente calidad, es una de las causas principales de la propagación de enfermedades, como las transmitidas por el agua: el cólera; enfermedades vinculadas con la falta de higiene (o transmitidas por el ciclo fecal - oral), como la enteropatía ambiental; enfermedades de origen acuático como la esquistosomiasis y enfermedades de transmisión vectorial como la malaria. (ONU, 2015)

En la Ilustración 3, se evidencia a manera de síntesis los diferentes grupos de enfermedades a causa del agua no apta para el consumo que pueden afectar la salud humana de forma considerable, pueden además categorizarse aquellas originadas por organismos microbiológicos y aquellas producidas por sustancias tóxicas suspendidas o disueltas en el agua. “Muchas de estas enfermedades se transmiten por vía “fecal – oral”, donde las fuentes de agua potable son contaminadas por excretas humanas o de animales” (OPS, 1983, p.35).

Ilustración 3. Esquema de enfermedades



Respecto a lo anterior Wolman (citado en Cepal, 2009) afirma:

Las enfermedades entéricas, endémicas y epidémicas constituyen la primera o segunda causa de mortalidad y morbilidad en países latinoamericanos (...) por regla general tienen un origen común: el contacto directo del individuo con la excreta humana sea en el agua, en los alimentos, en las manos, en las instalaciones domésticas, etc. Las

vacunas como medida de prevención y control nunca podrían resultar eficaces. La solución estriba en el rápido suministro de agua [potable] en las zonas rurales y urbanas, acompañando de una vasta labor de información sobre la importancia del aseo personal. (p.15)

De esta forma el acceso a agua apta para el consumo garantiza en buena medida un estado de bienestar en términos de salud para las poblaciones, constituyéndose en un factor prioritario los servicios sanitarios y la gestión de los diferentes gobiernos para subsanar la cobertura de agua y alcantarillado.

Los ataques repetidos de diarrea impiden a los niños alcanzar un desarrollo físico y cognoscitivo normal, mientras que una nutrición deficiente debilita el sistema inmunológico provocando ataques más frecuentes de diarreas, lo que puede causar hasta la muerte, además, la infección afecta de manera negativa el estado nutricional ya que reduce el apetito y la absorción intestinal de nutrientes.

Consecuentemente, el agua puede ser el vehículo por el cual agentes patógenos y contaminantes químicos se transmiten del medio ambiente a la cadena alimentaria repercutiendo en la inocuidad de los alimentos y en la salud pública. Como se describe es un problema complejo que lleva consigo múltiples factores y dimensiones de ahí la importancia del estudio planteado.

Una comunidad que pueda acceder a un suministro de agua apta para el consumo humano puede reducir significativamente enfermedades como el cólera, la tifoidea, la diarrea y muchas otras, donde no solo el suministro del recurso pueden generar problemas en la salud, sino también la ingestión de comidas y bebidas, al igual

que con el contacto directo del agua se está expuesto a patógenos que se adhieren a la piel y por consiguiente al torrente sanguíneo.

En este sentido, ciertas enfermedades se pueden transmitir a través del agua, algunas pueden ser de tipo microbiológicas, siendo estas:

Enfermedades en las que los organismos patógenos se encuentran en el agua y cuando se ingieren en una dosis suficiente infectan al que la bebe, donde la mayoría de patógenos llegan al agua mediante la contaminación con excretas humanas y finalmente ingresan al cuerpo a través de la boca. Organización Panamericana de la Salud,[OPS] (1983).

Las enfermedades más relevantes de este tipo son las diarreas, el cólera, hepatitis, fiebre tifoidea, meningitis, esquistomiasis, entre otras que perjudican gravemente la salud, asimismo, otro grupo de enfermedades de tipo químicas “pueden ser transmitidas al ser humano a través del agua, las cuales son enfermedades asociadas con la ingestión de agua que contiene sustancias tóxicas en concentraciones dañinas las cuales pueden ser de tipo natural o artificial” O.P.S (1983). También algunas enfermedades pueden ser fruto de vectores animales como mosquitos, los cuales se reproducen en aguas grises, aguas residuales y recipientes de almacenamiento descubiertos donde el agua reposa por cierto tiempo e incentiva la reproducción de mosquitos.

## **Tipos de soluciones**

Dentro de las soluciones para el tratamiento de agua para que sean aptas para el consumo humano, se encuentran los filtros purificadores, los cuales son aparatos, unidades o pequeños elementos, compuestos generalmente de un material poroso y carbón activo, que permiten purificar el recurso hídrico que viene directamente del acueducto y llega a través de los grifos. Al pasar por el filtro, este atrapa las partículas que el agua trae y pueden ser tóxicas o perjudiciales para la salud, algunos de estos elementos son arena, barro, oxido, polvo, hierro y altas cantidades de cloro, además de los microorganismos como bacterias principalmente, entre otros.(Banrepcultural, 2015)

Para determinar la capacidad de filtración de acuerdo al tamaño de los elementos, compuestos o microorganismos, se debe tener en cuenta que esto, esta determinado por el tamaño de la malla del filtro, en el caso de sedimento, el micraje de los filtros tradicionales es de .5 y .10 micras lo que es útil y hace la filtración, pero para el caso de microorganismos como las bacterias y virus, es necesario filtros de .2 micras como primera alternativa, adicional de una filtración por luz ultravioleta que es la indicada para que sea efectivo el proceso de purificación.

### ***Uno de los filtros purificadores:***

La utilización de filtros purificadores en Colombia como experiencia exitosa se puede referir a la organización Un Techo Para mi País Colombia, donde la Innovación social es la protagonista, basados en la implementación de duchas móviles, lavaplatos

y purificadores de agua para poblaciones sin acceso regular a agua, centros comunitarios de lavado de ropa y conectividad para barrios de bajos ingresos, labor que es realizada o liderada por voluntarios universitarios que trabajan con las familias y generan novedosos esquemas de financiamiento que incluyen el apoyo económico de empresas privadas y el sector público para la construcción de las viviendas.

En este sentido, las circunstancias económicas del mundo, la globalización y la proliferación de las Tecnologías de la información y la comunicación han puesto de moda la innovación, definida por López, como:

(...) el proceso de introducción de nuevos conocimientos en la realización de nuevos productos, la mejora de los ya existentes o la introducción de cambios en los procesos productivos y de gestión, una aplicación novedosa o una combinación de otros existentes, pero nunca usada o imaginada antes.( López , 2004, p,2 )

Así pues, en todas las áreas del conocimiento, la economía, producción y la sinergia de lo ya existente en la tecnología permite visualizar nuevos horizontes de cambio en aras de responder a las dinámicas sociales y económicas convirtiéndose en una constante social, en donde tanto la tecnología como la innovación tiene una relación de progreso directamente proporcional donde si una avanza la otra también. (Wasserman, 2012)

Basados en las consideraciones anteriores, la tecnología de filtros purificadores de agua no es algo nuevo, pues es una tecnología ya existente que a partir del mejoramiento de la misma en su elaboración e implementación puede considerarse como un aporte a la innovación desde lo técnico y procedimental y desde el beneficio y

cobertura a la innovación social estando orientando a mejorar las condiciones de vida de la población objeto.

### *Antecedentes de los filtros purificadores.*

El diseño de filtros no es algo nuevo, desde el siglo XVIII y XIX se empezaron a utilizar filtros de carácter doméstico en Francia. Principalmente los filtros de piedras porosas colocadas en tinajeros, esponja, paño, lana y otros materiales, cuando se realizaron los primeros filtros no domésticos el agua filtrada no se distribuía por tuberías sino por galones al consumidor, así, surgieron las primeras compañías de agua. (Arboleda, 2000).

De este modo en 1856 en Francia aparecen los primeros filtros a presión como el “Fonvielle” y “Souchon”, los primeros estaban constituidos por un cono truncado de hierro fundido con tapa semiesférica, constituido por lecho filtrante y esponjas marinas. (...) Los segundos estaban constituidos por tres lechos de paño que filtraban el agua. (Arboleda, 2000).

Tan solo fue en el año 1804 donde se pensó por primera vez en hacer una instalación de filtros para toda una comunidad, ya en 1829 en la ciudad de Londres (Chelsa) se construyó la primera planta de filtros lentos de arena, con el pasar de los años los filtros se fueron popularizando en Europa y estados Unidos como filtros mecánicos. Es así, como al pasar los años y gracias a los avances en la fabricación de

diferentes tipos de filtros, se ha venido desarrollando notablemente y sigue lográndose mayor eficiencia en el tema de filtración.

### *Clases de filtros.*

A continuación se describen los principales tipos de filtros, su descripción, el detalle de la eliminación que hacen de partículas nocivas en el agua y sus ventajas y desventajas.

Tabla 6. Tipos de filtros y descripción

Método de filtrado	Descripción	Elimina	Ventajas	Desventajas
Carbón activado granular (GAC)	El carbón activado granular se hace de materiales orgánicos (tales como cáscaras de coco o carbón) que son altos en carbono. El carbono es probablemente el material más absorbente conocido por el hombre, y es tan eficiente debido a miles de poros pequeños que pueden absorber las impurezas. Algunos también utilizan medios secundarios como la plata para evitar el crecimiento de bacterias.	Los filtros de carbón activo vegetal son los más eficaces para eliminar el cloro, los sedimentos, los compuestos orgánicos volátiles (COV), el sabor y el olor del agua. Elimina la mayor parte de las bacterias. No son eficaces en la eliminación de minerales, sales y compuestos inorgánicos disueltos. También reduce la cal y algunos metales como el plomo.	Los filtros son fáciles de instalar y reemplazar (con los modelos de grifo y garrafa). Eficaz para los problemas de agua más comunes en los países desarrollados. Mínimo desperdicio de agua. Deja minerales y sales en el agua.	No filtra todos los contaminantes como bacterias, virus y metales. Los mejores filtros eliminan el 90% o más del cloro, pero pueden dejar un poco de mal sabor. No reducen la dureza del agua. Los filtros con este tipo de tecnología no funcionan a altas temperaturas o con alta presión y por lo tanto no son apropiados para la ducha.
Osmosis inversa (OI)	Comúnmente conocido como OI, es un proceso en el que se desmineraliza o desioniza el agua empujándola bajo presión a través de una membrana de ósmosis inversa semipermeable. Los filtros OI se suelen combinar con un filtro de carbón activo para atrapar productos químicos orgánicos y cloro antes de la membrana OI.	Capaces de eliminar más del 99% de las sales disueltas (iones), partículas, coloides, orgánicos, bacterias y pirógenos del agua (aunque no se debe confiar en un sistema de OI para eliminar el 100% de bacterias y virus).	El agua obtenida es muy limpia y se puede utilizar para transformar agua no potable en potable. El filtro sólo requiere reemplazo cada 12 meses (esto difiere en función de la marca y el grado de utilización del mismo).	Gasta hasta 5-6 veces el consumo de agua. Quita muchos de los minerales deseables del agua. Tiene dificultades para eliminar el calcio y el magnesio – los minerales que hacen que el agua sea dura.

Purificador UV	<p>Los sistemas de purificación de agua UV utilizan lámparas especiales que emiten luz UV de una longitud de onda particular que tiene la capacidad, en función de su longitud, de alterar el ADN de los microorganismos. A medida que el agua pasa a través de un sistema de tratamiento de este tipo, los organismos vivos del agua están expuestos a la luz UV que ataca el código genético del microorganismo y reorganiza el ADN / ARN, eliminando la capacidad del microorganismo de funcionar y reproducirse. Normalmente los filtros UV se combinan con otro filtro, como el carbón activo.</p>	<p>Eliminan el 99,99% de las bacterias y virus que pueden estar presentes en el agua del grifo.</p>	<p>Muy eficaz en la eliminación de bacterias y virus. Fiable y económico (la lámpara se cambia anualmente). Limpio (no hay que tirar partes "sucias" o contaminadas).</p>	<p>No se puede usar por sí solo en la mayoría de los casos. No elimina otros contaminantes del agua, tales como metales pesados, sales, cloro o sustancias artificiales como productos petrolíferos o farmacéuticos. La luz UV sólo es capaz de funcionar si el agua es clara. Si el agua es turbia o contiene "flotantes", se debe usar un filtro previamente; la luz UV no puede llegar eficazmente a los microorganismos porque los rayos están bloqueados por las otras partículas.</p>
Ozono	<p>Un sistema de hogar que es muy similar a los utilizados en los municipios, excepto que su escala es mucho menor. Son sistemas que incluyen una bomba de recirculación, un generador de ozono, un tanque de reciclaje de agua y un respiradero de línea de ozono. Los purificadores de agua potable de ozono generalmente se encuentran en la toma de agua para el hogar, entre la toma y el tanque de almacenamiento. El ozono también utiliza luz UV, pero en este caso para crear moléculas de oxígeno inestables. El</p>	<p>El ozono elimina eficazmente el 99% de todos los patógenos biológicos incluyendo Giardia y Cryptosporidium. También es eficaz en la eliminación de hierro y manganeso, así como la liberación de cloro para eliminar aún más microbios si se utiliza en un sistema de múltiples pasos.</p>	<p>Principalmente un desinfectante que mata eficazmente contaminantes biológicos. Oxida y precipita hierro, azufre y manganeso para que puedan ser filtrados. Oxida y descompone muchos productos químicos orgánicos incluyendo varios que causan problemas de olor y sabor.</p>	<p>Más caro que las otras tecnologías. El oxígeno inestable (es decir, el ozono) actúa como un oxidante en el cuerpo y puede contribuir a causar daño celular, envejecimiento, enfermedades, etc.</p>

	ozono se combina a menudo con la filtración del carbón activado.			
Intercambio iónico	En el proceso de intercambio de iones, a través de materiales de resina esférica similares a un cordón (resinas de intercambio iónico), los iones en el agua se intercambian por otros iones fijados al cordón. Los dos métodos más comunes de intercambio iónico son el ablandamiento y la desionización. La desionización se usa generalmente en combinación con filtros de carbón activo. El ablandamiento se utiliza principalmente antes de los filtros OI.	El uso primario es para ablandar el agua y reducir los contaminantes. Generalmente se utiliza en combinación con carbón activado o un filtro OI. También comercializado con frecuencia para hacer el agua alcalina (nivel de pH por encima de 7) y, por tanto, más saludable para el cuerpo.	Eliminación de > 98% de los contaminantes. Sin desperdicio de agua. No necesita electricidad. Velocidad de flujo rápida. Ideal para filtros del hogar.	No elimina eficazmente partículas, pirógenos o bacterias. Alto coste a lo largo del tiempo. No hay pruebas científicas de que el agua alcalina sea mejor para la salud.
Destilación	El agua se calienta hasta la ebullición. Entonces el vapor de agua sube a un condensador donde el agua se enfría y baja la temperatura, el vapor se condensa, se recoge y se almacena. La mayor parte de los contaminantes permanecen en el recipiente de la fase líquida.	Elimina la mayor parte de los contaminantes. La destilación se utiliza principalmente en procesos industriales.	Elimina una amplia gama de contaminantes. Reutilizable.	No elimina mal sabor/olor. Consume grandes cantidades de energía. El agua no contiene minerales ni sales tras la destilación. No elimina necesariamente pesticidas y herbicidas.
Hirviendo	No es realmente un sistema de filtrado, pero es utilizado por muchas personas como un último recurso.	Elimina bacterias y virus.	No requiere ningún equipamiento especial. Reduce enormemente el riesgo de enfermarse a corto plazo.	No elimina muchos contaminantes, como los metales. Método muy costoso en dinero y tiempo para grandes volúmenes de agua.

---

Nota: Elaboración propia. Basado en (Tort , 2016) Aspectos sociales entre calidad de agua, nutrición y salud

***La familia como institución garante de ética civil y cultura ciudadana frente al cuidado del agua:***

“Tipo de familia”, configura una categoría importante tal como se sustenta en los estudios académicos que se relacionan a continuación, puesto que la composición y dinámica familiar generan cambios, que permiten concepciones y comportamientos en los individuos respecto a la ética civil y la cultura ciudadana que resultan favorables o desfavorables para el entorno y en este caso de estudio en particular, cómo esta categoría influye en el ambiente y la educación higiénica de los pobladores del sector Palomá.

La familia, entendida de acuerdo a Yanez Contreras & Acevedo González (2013) como “el máximo sistema social por excelencia, dinámico, evolutivo, flexible, permeable” (p.309) resulta cumplir con una función básica esencial en la construcción de valores, principios, objetivos e identidad, lo que da apertura a la adaptación de los individuos en sociedad, además de generar vínculos para la socialización en lo social, lo político, cultural y ambiental. (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 2013)

***Tipos de familia.***

La estructura, composición y funcionamiento de la Familia como institución, ha trasmutado según las exigencias del entorno y ha adquirido nuevas formas y denominaciones (Quintero, 2009), entre ellas los dos tipos de familias más relevantes

utilizadas en la encuesta realizada a la población de Bello Oriente, las cuales son las Nucleares y Monoparentales.

Familia nuclear es un concepto que ha sido desarrollado para denominar a un grupo familiar que se conforma por progenitores (madre, padre) e hijos. Incluso suele tener la tendencia a ser extendida porque en ocasiones incluye otros parientes (Sebastián Mendéz Errico, 2017). Por su parte, las familias monoparentales hacen referencia a “(...)aquellas en las que hay un solo progenitor, ya sea por muerte o separación o porque los hijos nacieron fuera del matrimonio”, tal como se nombra en (Scarpatti & Pertuz, 2014) el artículo sobre Límites, reglas, comunicación en familia monoparental con hijos adolescentes.

Para el caso de las familias monoparentales en las que hay ausencia de uno de los padres, académicos de diversas áreas han estudiado cómo esta situación influye en el comportamiento y cumplimiento de la función social en un entorno comunitario de la relación individuo – sociedad.

Enunciado en el artículo “Límites, reglas, comunicación en familia monoparental con hijos adolescentes”, en este tipo de familias:

Pueden aparecer dificultades como aislamiento social y soledad del padre, celos de los hijos, tensiones ocasionadas por relaciones amorosas del padre o madre a cargo de los hijos, dificultad para asumir límites y cumplir en la sociedad reglas cuando el progenitor trabaja fuera de la casa.(Scarpatti & Pertuz, 2014,p. 231)

Lo que constituye la dificultad de los miembros de un tipo de familia como esta en asumir y comprender roles en el mundo social por la descomposición interna en la crianza; el artículo referenciado, concluye diciendo que:

En una familia con madre y padre comprometidos en la crianza de los hijos, contribuyen a que tengan mayores oportunidades a imitar, a ampliar sus habilidades para funcionar y adaptarse al contexto social. Sin embargo, señala que esta ventaja no se da en familias monoparentales porque en la mayoría de los casos estudiados los padres se separan y no trabajan en conjunto en beneficio del desarrollo de los hijos. Esta responsabilidad la asume el progenitor con quien viven los hijos y el otro padre es ausente.(Scarpati & Pertuz, 2014,p.232)

### **El agua desde la legislación**

Corresponde a la normativa que representa los parámetros necesarios para garantizar las condiciones requeridas que debe tener el agua para el consumo humano logrando el goce por parte de la población y el cumplimiento del derecho humano a una calidad de vida y del agua, a continuación se enuncia la normatividad más relevante para el tema en cuestión.

## Resolución 2115 de 2007

Señala las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua y consumo humano, para lo cual se realiza una presentación de las definiciones que cobijan la presente Resolución, dentro de las que relacionan las más relevantes para este ejercicio investigativo:

- *Análisis básico*: es el procedimiento que se efectúa para determinar la turbiedad, color aparente, pH, cloro residual libre o residual de desinfectante usado, coliformes totales y *Escherichia coli* .
- Análisis microbiológico del agua: son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.
- Análisis físico y químico del agua: Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas.

Igualmente, define otros términos como: coliformes, color aparente, dosis letal media – dl, *Escherichia coli* - *Ecoli*, población servida o atendida, prevalencia de sustancias químicas, sustrato definido enzimático, tiempo de contacto para el desinfectante, tratamiento o potabilización, valor aceptable y enuncia las características físicas y químicas del agua para consumo humano.

## **Objetivo**

### **Objetivo general**

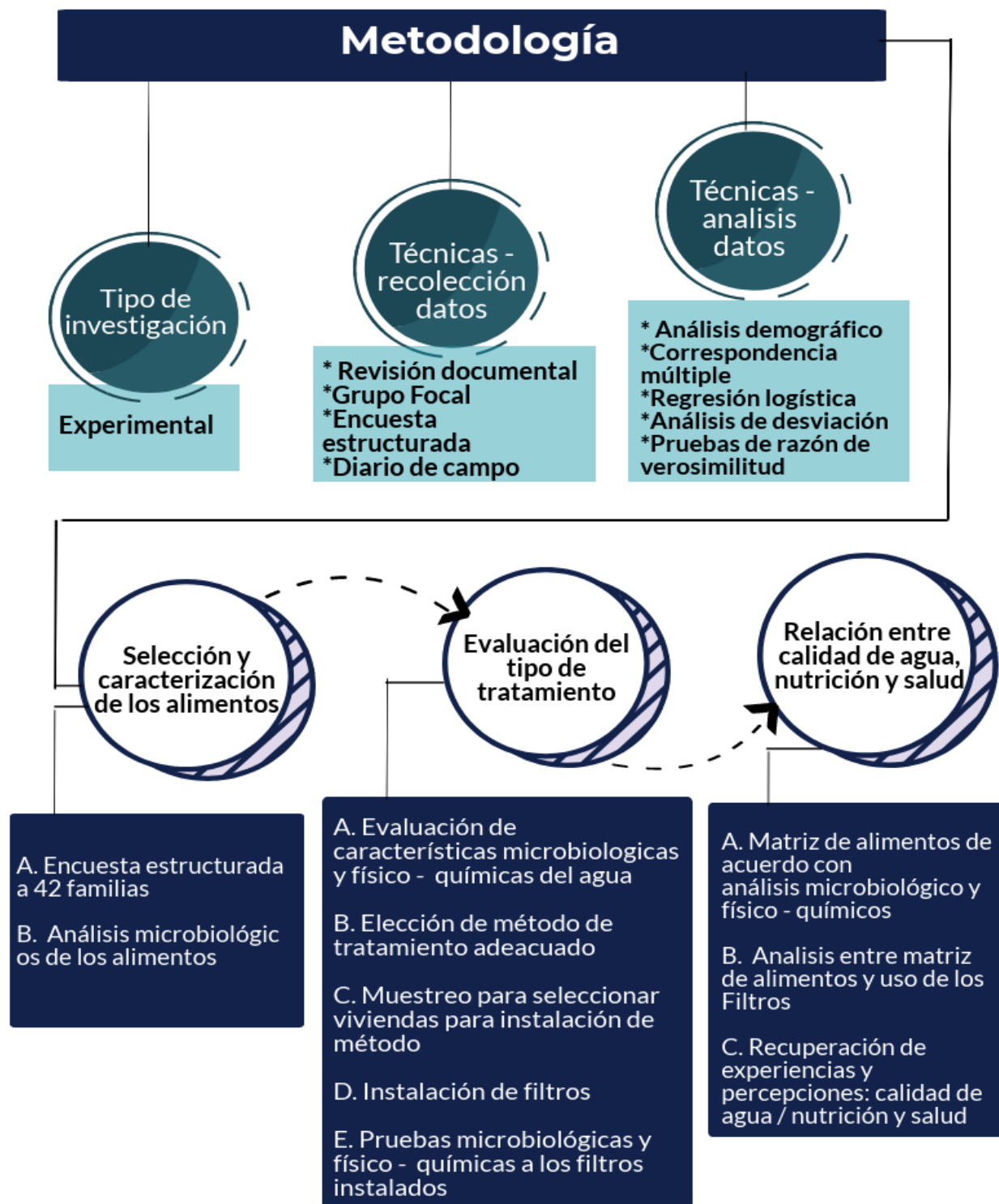
Evaluar la calidad del agua para consumo humano del Barrio Bello Oriente de la comuna 3 de Medellín y su relación con la nutrición y la salud como estrategia de seguridad alimentaria.

### **Objetivos específicos**

- Seleccionar los cinco (5) alimentos (verduras, frutas y especias) más representativos en la comunidad, que se cultiven y sean manipulados para el consumo humano para ser caracterizados antes y después del tratamiento del agua.
- Evaluar el tipo de tratamiento para la potabilización del agua con base en estudios microbiológicos y fisicoquímicos.
- Establecer los elementos claves que relacionen las condiciones del agua con la nutrición y la salud de la población.

## Diseño metodológico

Ilustración 4. Esquema de metodología



El diseño metodológico de la investigación comprende los momentos del proceso investigativo, las técnicas utilizadas para la recolección de información, así como, la muestra poblacional y los criterios de muestreo; igualmente contempla la descripción del proceso de sistematización y análisis de los datos arrojados en la aplicación de cada una de las técnicas.

### **Tipo de investigación**

La investigación es de tipo experimental, que permite la causación o relación de causa y efecto de un fenómeno a través de procedimientos controlados, donde el investigador tiene la posibilidad de manipular el factor supuestamente causal y usar procesos al azar para la selección y asignación de sujetos y tratamiento.

### **Técnicas de recolección de información**

Se estableció para el diseño de la presente investigación la recolección de información como estrategia a seguir y se planificaron las acciones que se llevaron a cabo, donde el resultado permitió definir una serie de aspectos básicos que dieron sustento o respuesta a interrogantes iniciales.

## **Revisión documental**

La revisión documental se llevó a cabo por medio de todos aquellos documentos (libros, folletos, informes virtuales, revistas, artículos relacionados, estudios de investigación entre otros) utilizados para esclarecer el objeto de estudio y la contextualización del tema de interés de la presente investigación, haciendo hincapié en los conceptos relacionados en el Sistema Categorial, construido como carta de navegación para el análisis ejercicio investigativo.

Gracias a la utilización de las demás técnicas y las referencias bibliográficas se dio una mejor comprensión de lo arrojado en cada estudio y de las percepciones recogidas en el trabajo de campo.

## **Grupo focal**

El grupo focal es una técnica de investigación, quizás una de las más conocidas, donde normalmente se compone de 6 a 8 integrantes de un mismo contexto y se discute en torno a un tema en cuestión y de las aristas que de este se puedan desprender. Mella (2015) afirma:

Los grupos focales son básicamente grupos de discusión colectiva. Lo que distingue los grupos focales de cualquier otra forma de entrevista es el uso de la discusión grupal como forma de generar los datos. Durante

las discusiones en un grupo focal se puede aprender mucho acerca del rango de experiencias y opiniones que existen en él, se puede aprender mucho acerca de cada individuo en particular, al mismo tiempo que la cantidad de datos que se obtiene desde cada individuo o participante será necesariamente limitado. (p, 6)

Los grupos focales están orientados al público, para que participe, opine y reflexione, sin embargo, el investigador debe ser muy cuidadoso al momento de elaborar el informe con los testimonios clave o lo que se planteó, además, el tipo de público determina la objetividad y eficacia del grupo focal como ejercicio para conocer la realidad estudiada.

Por lo anterior, fue necesario diseñar una metodología de Grupo Focal y aplicar esta técnica en la comunidad de Palomá, con el fin de recoger de manera puntual y colectiva las percepciones de los habitantes frente a la problemática de la calidad del agua y su relación con la nutrición y la salud en el sector. En dicho encuentro participó la Escuela del agua, la Asociación de usuarios del Agua, la Red de Organizaciones Comunitarias y Sociales de Bello Oriente y la Junta de Acción comunal, todos procesos internos del barrio. (Ver Asistencia, relatoría, soporte fotográfico)

### **Encuesta estructurada**

La técnica de recolección de información que se utilizó fue la entrevista estructurada. Según Janesick (1998) “El entrevistador realiza su labor con base en una guía de preguntas específicas. (...) En la entrevista, a través de las preguntas y

respuestas, se logra una comunicación y construcción de un significado respecto a un tema (p. 418).

Existe variedad en el tipo de entrevistas, una de la más utilizada es la estructurada, que a su vez puede ser cerrada o abierta, que permite establecer una serie de preguntas y sus respectivas opciones de respuesta si es entrevista cerrada, o que puede tener la opción de respuesta libre si es abierta.

Lo que permite este tipo de entrevista es direccionar previamente según las intenciones de la investigación unas respuestas que apunten hacia la resolución de las hipótesis planteadas inicialmente, además de facilitar el trabajo de análisis de la información, en cuanto al proceso de tabulación y graficación será más claro y podrán cruzarse variables de acuerdo a lo planteado en el diseño de la misma.

Se aplicó una encuesta estructurada a 42 familias del sector, encuesta formulada en un solo capítulo, para un total de 10 preguntas cerradas, 8 abiertas y 9 mixtas (ver Encuesta diligenciada); para el desarrollo de la misma, se diseñó un consentimiento informado (ver Consentimiento diligenciado) previo al diligenciamiento de estas de acuerdo con los protocolos de la investigación, para posteriormente tabularla y hacer su respectivo análisis.

En consecuencia, para la identificación de los elementos clave orientados al consumo de agua no potable y de alimentos cocidos y crudos se aplicó una encuesta estructurada la cual busco definir los tipos de familia que ocupaban el territorio, los alimentos característicos en la canasta familiar y el uso dado al agua no potable en el hogar y las posibles patologías emergentes por el consumo de esta.

Se describen los principales resultados fruto de la encuesta como ejercicio realizado a 42 familias que conforman el sector Palomá y consumen diariamente el suministro de agua del rebose, desarrollando así el primer objetivo específico que plantea la selección de cinco (5) alimentos que se cultiven o se compren más representativos en la comunidad caracterizados antes y después del tratamiento del agua.

### **Diario de campo**

Se recurrió al diario de campo como instrumento de organización de información, de acuerdo con las visitas y las observaciones que se llevaron a cabo con cada una de las actividades – pruebas, propuestas, por lo tanto, es necesario este tipo de instrumento para describir las experiencias y las conductas humanas relacionadas con el tema en cuestión. En total se efectuaron 27 visitas de campo, de las cuales se realizó registro en Diario de Campo.

### **Técnicas de análisis de datos**

Para el análisis de los datos se comprendió el resultado de las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas consolidadas en la matriz de alimentos, de acuerdo a la relación alimentos – pruebas; así mismo, el estado del arte que orienta el sustento teórico sirvió de insumo para validar los resultados experimentales a partir de la teoría y

también el marco normativo que legisla los parámetros permitidos en lo concerniente a la calidad del agua.

El grupo focal, la encuesta y el diario de campo sirvieron como insumos primordiales para realizar la triangulación de la información en conjunto con los métodos estadísticos aplicados a los datos cuantitativos y cualitativos que fueron la herramienta para el análisis de los mismos, los cuales fueron: análisis demográfico, correspondencia múltiple, regresión logística, análisis de desviación y prueba de razón de verosimilitud, todos estos procesados a través del software estadístico R, que permitió realizar las gráficas de relacionamiento de variables según se estableció en los objetivos y la ruta metodológica de la investigación.

## **Desarrollo de la ruta metodológica**

### **Objetivo 1: selección y caracterización de los alimentos**

- Se realizó una encuesta estructurada donde se preguntó a cuarenta y dos familias (42) sobre los alimentos de la canasta familiar que son más representativos en su cotidianidad, de la misma forma, se preguntó por cinco (5) alimentos (verduras, frutas y especias) cultivados en las huertas. (Ver Tabulación de encuesta – Columna T y U)
- Se realizó muestra microbiológicas de alimentos y frote de uñas a manipuladoras, que permitieron determinar si su consumo presenta o

no riesgos para la salud. También se realizó un estudio microbiológico a las manipuladoras de alimentos través del frote de uñas para determinar la existencia de patógenos.

- Las pruebas microbiológicas hechas a los alimentos, se hicieron utilizando el Método de Número Más Probable – NMP, aplicando el Sustrato enzimático de Coli-ert, que es el reactivo que expuesto a distintos procesos en el laboratorio permite determinar la presencia de *Coliformes* y *Echechiricia Coli*, en total se evaluaron 5 alimentos de la canasta familiar, entre los que más consumen sea porque los compran o los cultivan en las huertas comunitarias, resultado arrojado por la encuesta familiar realizada en todas las viviendas del sector. A estos alimentos se les tomaron muestras en tres condiciones: limpios, sucios y lavados. (Ver Protocolo de análisis microbiológico de alimentos y manipuladoras).

## **Objetivo 2: evaluación del tipo de tratamiento**

- Se evaluaron características del agua tanto fisicoquímicas y microbiológicas de acuerdo con la normativa vigente, tomando muestras de agua en momentos de condiciones climáticas distintas. Dadas las condiciones climatológicas que hubo en la temporada del trabajo de campo de esta investigación, las tres muestras de agua

coincidieron con temporada de invierno, dos de ellas en época de lluviosa, y una última en un tiempo de más verano. El análisis físico químico y microbiológico realizado a las muestras de agua, se hizo de acuerdo a lo establecido por la Resolución 2115 de 2007, buscando establecer los parámetros que en la norma se dictan. (Ver Protocolos de análisis físico- químico y microbiológico del agua)

- Se analizaron las características del agua, para decidir cuál método de tratamiento era el más adecuado para determinar la calidad del agua.
- Con el sistema de tratamiento seleccionado se realizó un muestreo de las viviendas donde se instaló el sistema. El tipo de muestreo que se realizó fue por conveniencia, ya que las condiciones topológicas y de terreno no daban para realizar un muestreo aleatorio o estratificado. Adicional, se realizó análisis microbiológico y físico químico al agua de una de las tres viviendas antes de la instalación del filtro.
- Se instaló una unidad de filtración en tres viviendas del sector Palomá, seleccionadas de acuerdo con las condiciones del territorio y las características de cada familia.
- Se realizaron muestras microbiológicas en las tres viviendas donde se instalaron filtros para determinar la calidad del agua, estas muestras se realizaron basadas en los parámetros que establece la Resolución 2115 de 2007.

### **Objetivo 3: relación de condiciones entre agua-salud-nutrición**

- Se construyó una matriz de alimentos de acuerdo con los resultados de las pruebas microbiológicas y fisicoquímicas realizadas a los alimentos de la canasta familiar para la población objeto de estudio, con el fin de establecer la contaminación y el riesgo para la salud.
- Se analizó de acuerdo con la matriz de alimentos y al uso de los filtros utilizados en cada familia la relación entre las condiciones del agua, la nutrición y la salud.
- Se recuperó por medio de un grupo focal las experiencias, percepciones y opiniones que deja el ejercicio investigativo con base a los resultados obtenidos de los análisis.

## Capítulo I

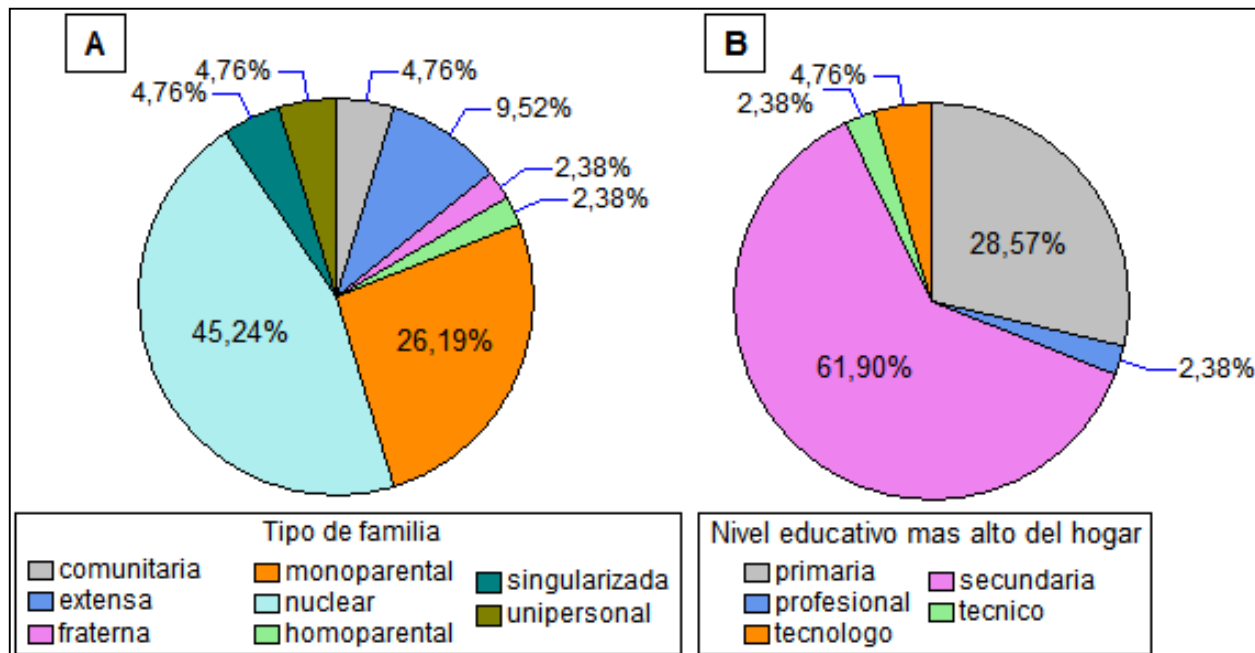
### **Aspectos sociales**

Para comprender las calidad del agua en relación con la información arrojada por la encuesta, la primer variable que se define es “tipo de familia predominante” en el sector Palomá, puesto que la variación en el comportamiento social de los individuos, que no solo traduce la interacción con otras personas, sino también el valor que se le da al ecosistema en torno al cuidado y preservación de los recursos naturales y para este caso, del recurso hídrico, depende en gran medida de la generación de valor ético y cultura ciudadana que varía según la tipología de la familia en pro de un desarrollo sostenible.

### **Familia y educación**

La variable de tipo de familia no puede servirse sola como criterio para determinar y justificar falta de educación higiénica y cuidado de los recursos naturales en los pobladores de Palomá como causas principales de las malas condiciones del agua que consumen y de allí las enfermedades y malnutrición que padecen; pero si, es la más relevante para este estudio, que se cruzó luego con “Nivel de escolaridad”, lo que permite conocer desde una mirada socio demográfica cómo ha influido y de qué manera el grado de educación en la población.

Figura 1. Tipo de familia y nivel educativo más alto en el hogar



Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

En la Figura 1 - Grafica A, se puede observar como el tipo de familia más predominante en la zona donde se aplicó el estudio, es la nuclear y la monoparental, con un porcentaje de 45.24% y 26.19% respectivamente. Aproximadamente el 28.57% de los hogares encuestados presentan como mínimo nivel de estudio primaria, tal como se evidencia en la gráfica B, en la misma donde se observa que en los tipos de familias: comunitaria, extensa, homoparental, monoparental y nuclear predomina el nivel educativo secundaria representando aproximadamente el 60% de la totalidad de la población encuestada.

Lo que significa que en los hogares predomina la presencia de Padre-Madre o la presencia de alguna de los dos y que además la mayoría de quienes integran Palomá,

tienes estudios de primaria y bachillerato, por lo que se descarta el analfabetismo o la ausencia de mayores o adultos responsables en los hogares, como causa de los altos índices de contaminación del agua o de los hábitos de higiene que ponen en peligro de contaminación permanente el agua que consumen.

Tomando como punto de partida que la población en su mayoría tiene nivel educativo de secundaria, es evidente la falta de una educación ambiental que propenda por buenos hábitos higiénicos y mejores comportamientos ciudadanos sociales por el cuidado del entorno y el territorio, que contribuyan con la conservación del recurso hídrico para así mejorar la calidad del agua y disminuir el problema de desnutrición y las problemáticas de salud presentes en esta comunidad.

De las 42 familias que respondieron la encuesta, el 88% se encuentran entre el nivel educativo primaria y secundaria, esto implica que más de 32 familias están en situación desfavorable dado que la actividad económica se concentra en el trabajo informal y gran parte de estas son de carácter monoparental y nuclear, lo que directa o indirectamente afecta la distribución de los pocos recursos económicos y lo que pueden adquirir con estos, viéndose reflejado en la ausencia de seguridad alimentaria, el acceso a la educación, vivienda y aspectos psicosociales y demás.

A lo anterior, se suma el protagonismo de las mujeres en barrios de estrato bajo y condiciones de vida insuficientes, puesto que son las encargadas principalmente de resolver la economía de las familias para el caso de las monoparentales, traducido esto a la ausencia de un adulto en la construcción social de valores, comportamientos y conductas de los integrantes menores de la familia en contextos de vida comunitaria.

## **Nivel de ingresos, nutrición y salud**

La relación existente entre el nivel de ingresos y la problemática de desnutrición y salud, es desencadenada en gran parte desde la ilegalidad que representa este sector para la Administración Municipal, al no ser reconocido aún por las diferentes entidades del estado y del gobierno local, lo que ha obligado a los habitantes de Palomá, que a su vez, como lo demuestra la gráfica, son personas de muy bajos ingresos económicos, a construir ellos mismos de forma muy precaria sus acueductos y alcantarillados no convencionales.

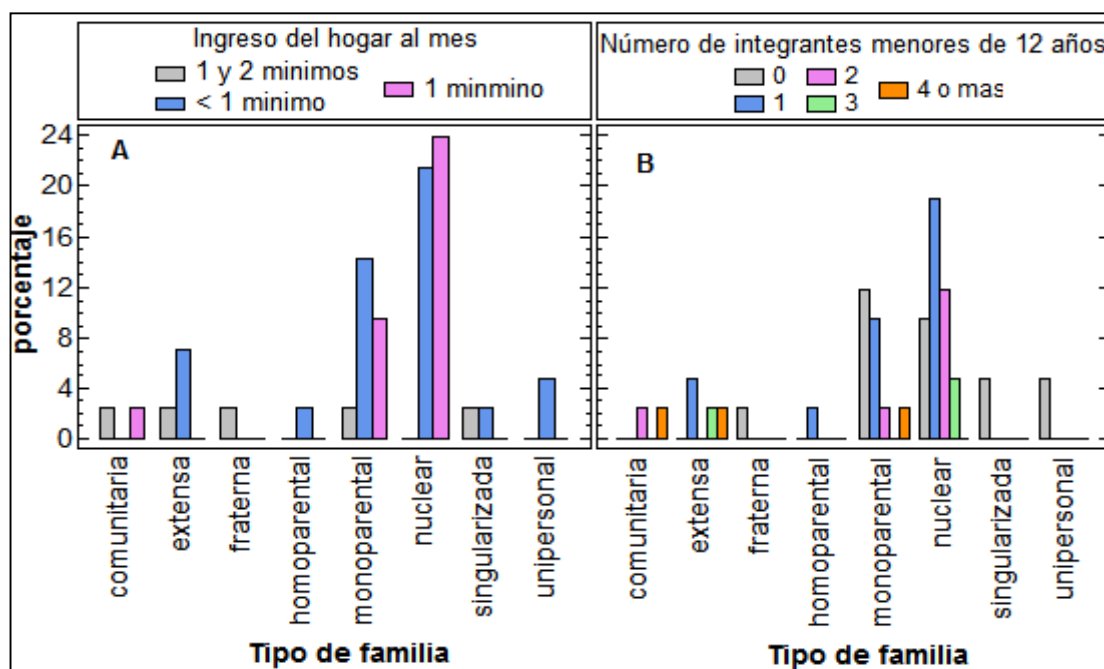
A pesar de sus esfuerzos ha empeorado la salubridad en el territorio, puesto que dadas las circunstancias con que logran acceder al agua, o sea las mangueras, y estas por su no convencionalidad, requieren día tras día, que sean nuevamente conectadas y con ello que traigan contaminantes al agua que fluye desde el tanque; adicional a esto, la problemática del vertimiento de aguas residuales a cielo abierto, siendo el espacio ideal para la propagación de plagas.

Finalmente, no solo el tipo de familias y su nivel educativo responde a la falta de hábitos higiénicos saludables para no contaminar el recurso hídrico, sino que también factores como la cantidad de dinero con que una familia cuenta, permiten o no el acceso a alimentos de calidad en la canasta familiar, acceso a tecnologías o herramientas disponibles en el comercio para el tratamiento de aguas o el acceso a educación de mayor calidad para mejorar hábitos que contribuyan a la educación sanitaria.

## Agua potable garante de los derechos de la niñez

Por su parte, en la Figura 2: Gráfica B, se puede observar como las familias monoparental y nuclear son las que más integrantes menores de doce años presentan; además, en la gráfica A, se puede ver cómo estos dos núcleos familiares presentan el porcentaje en ingreso salarial más bajo, lo que indica el elevado porcentaje de probabilidad que hay en los integrantes de estas familias de padecer enfermedades gastrointestinales y demás derivadas del consumo de agua en su condición actual desde el Rebose, siendo los menores de 12 años, lo más propensos a padecer este tipo de trastornos en la salud.

Figura 2. Tipo de familia, ingreso del hogar al mes, integrantes menores de 12 años



Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

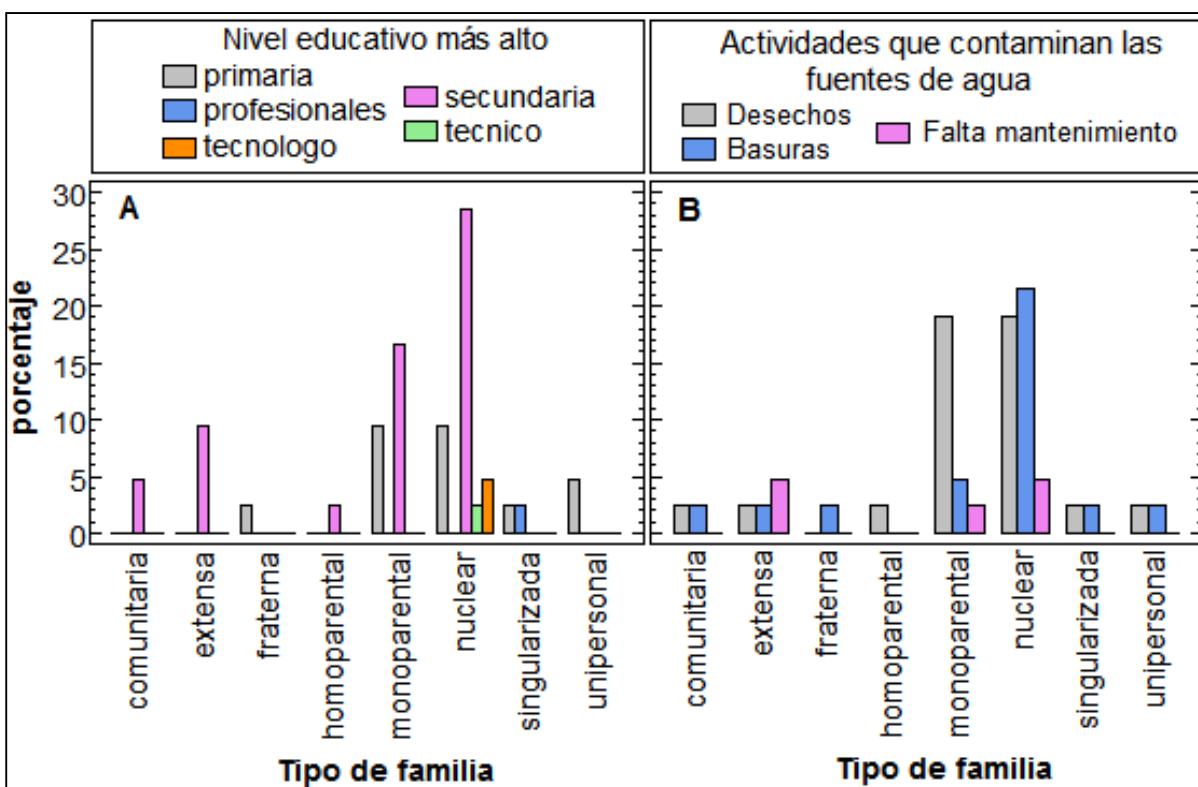
De ahí, la importancia de analizar esta variable con relación a los ingresos económicos y los tipos de familias de la población de Palomá, por ser el grupo poblacional que mayor nivel de riesgo presenta referente a la calidad del agua y las enfermedades que se desencadenan de ello.

### **Desechos sólidos, peligro inminente para la calidad del agua**

Se suma a la lectura desarrollada, el componente analizado mediante las encuestas respecto a la percepción de los pobladores en cuanto a cuál consideraban las actividades que más contaminan el agua en el territorio; lo que se puede ver en la Figura 3 – Gráfica B, es que en las familias nucleares y monoparentales, que su grado de escolaridad es secundaria como mínimo, consideran que las actividades que más contaminan el agua son los desechos y basuras, que para efectos del concepto ambos significan lo mismo.

De las actividades que más contaminan el agua, según lo arrojado por la encuesta, se encuentra los desechos y basuras depositadas en las fuentes; esto relacionado fuertemente con dos factores que hemos abordado anteriormente: la falta de sistemas de alcantarillado y la disponibilidad de buenas rutas de recolección de basuras, lo que ha generado la nociva cultura barrial de contaminar las fuentes hídricas con los residuos de las viviendas, desde desechos de alimentos, hasta residuos sanitarios.

Figura 3. Tipo de familia vs nivel educativo y Actividades que contaminan las fuentes de agua

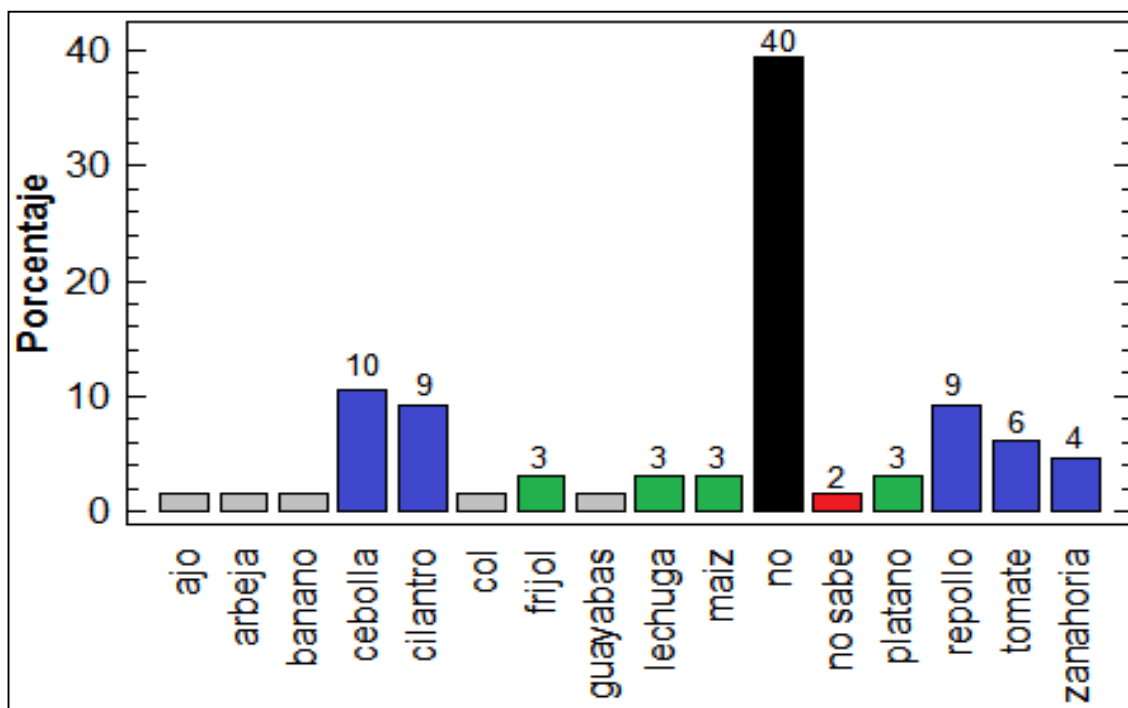


Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

La ausencia de una propuesta educativa ambiental y ciudadana, ha desencadenado comportamientos y conductas por parte de los individuos, que no aportan en disminuir la calidad desfavorable del agua que consumen en las viviendas del sector, comportamientos como la disposición de residuos sólidos en las fuentes hídricas, carentes de pedagogías que motiven nuevos estilos de vida, donde sea necesario abordar la problemática ambiental desde todas las instituciones sociales generando un cambio de paradigma, teniendo como pilar la educación sanitaria y los buenos hábitos de higiene desde las familias como institución básica de la sociedad.

## Calidad de agua y huertas para el autoconsumo

Figura 4. Cinco alimentos que cultivan en la huerta comunitaria



Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

En la figura 4, se puede leer como aproximadamente el 40% de las familias encuestadas no cultivan alimentos en la huerta comunitaria (barra negra en la gráfica), y el 2% no sabían que había huerta comunitaria. Siendo los cinco productos más representativos que cultivan el resto de las familias: cebolla, cilantro, repollo, tomate y zanahoria con un porcentaje aproximado de 38% (ver barras azules). En segundo bloque (barras verdes) los alimentos que más cultivan son: frijol, lechuga, maíz y plátano.

Para seleccionar los cinco (5) alimentos más representativos en la comunidad, que se cultiven y sean manipulados para el consumo humano para ser caracterizados antes y después del tratamiento del agua, se seleccionaron los alimentos que hacen referencia a las barras azules en este caso: cebolla, cilantro, repollo, tomate y zanahoria. El porcentaje más alto arrojado, corresponde a quienes No cultivan, por lo que no será tomada en cuenta para la selección y se contó solo con las opciones que más se repitan en alimentos.

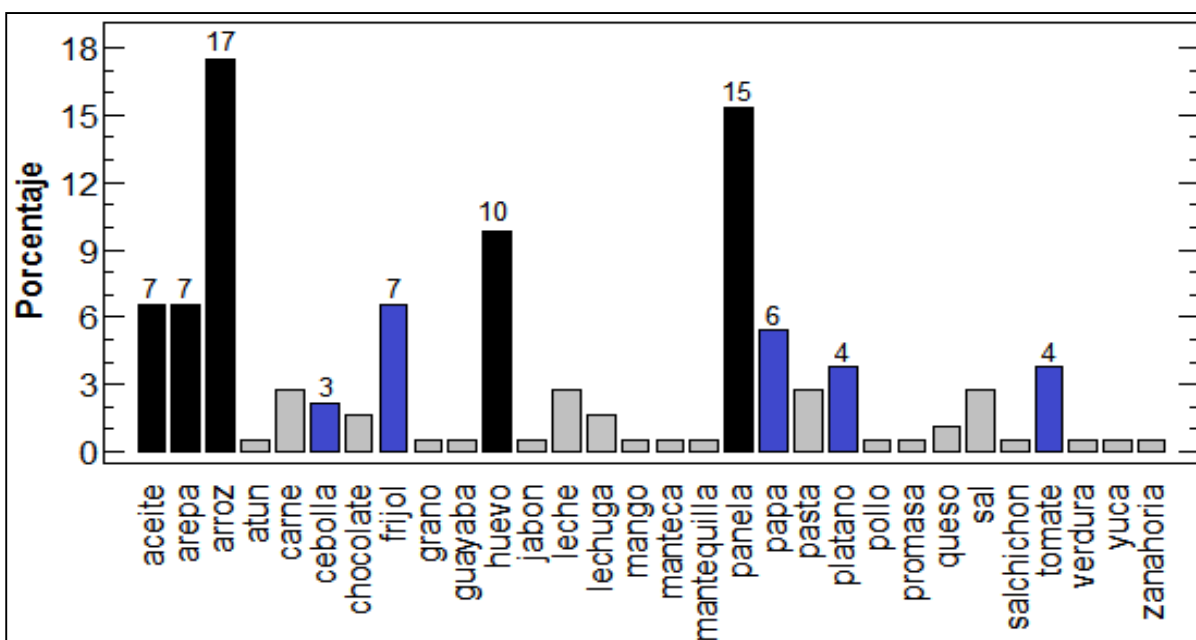
Como resultado del grupo focal, se reflexionó a cerca de Bello Oriente como barrio que cuenta con un reconocimiento amplio en términos de ciudad en lo referente a procesos ambientales y galardones por las huertas comunitarias, resulta paradójico encontrar que la población de Palomá, ubicada en su mayoría a un costado de la “Huerta de los Abuelos”, que fue a través de la cual recibieron reconocimientos de la Administración Municipal, no la conozcan algunos y otros, a pesar de que cuentan con hectáreas de tierra comunitaria, además de 50 hectáreas que dispone la Fundación Social Palomá en calidad de comodatos para que las personas puedan sembrar, los habitantes del sector, campesinos por tradición de regiones de Antioquia, no cultivan.

Las familias que cultivan en las huertas y en pequeños solares que tienen en sus viviendas, tienen en común que estos alimentos no son para el consumo propio y sí por el contrario para la comercialización, o en algunos casos, se pierde el cultivo por falta de posibilidades para la venta.

Cabe anotar, que los cultivos son regados con agua contaminada que también proviene del Rebose de EPM que en su recorrido se contamina y contiene de igual forma partículas de *E. Coli*. lo que genera que estos alimentos no sean completamente

orgánicos y que por el contrario aumenten la cadena de contaminación y las probabilidades de enfermedades derivadas del consumo de Mesofilos y organismos bacterianos presentes en el agua para quienes se alimenten de estos cultivos.

Figura 5. Cinco alimentos básicos que compran en la tienda o legumbrería



Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

Los alimentos básicos que la comunidad encuestada compra en la tienda o legumbrería se analizan en la Figura 5. Se puede ver (barras en negro) como: el arroz, panela, aceite, arepa y huevos son los productos que más compran en la tienda o legumbrería representando aproximadamente un 56%. El segundo bloque de productos que más compran que podrían ser cultivables, son los que representan las barras azules: frijol, papa, tomate, plátano y cebolla, representan aproximadamente un 24% de estos productos.

Se aprecia en la figura anterior que el plátano, frijol, tomate y la cebolla se cultivan en la huerta, por lo tanto es necesario promover e incentivar la siembra y cosecha de este tipo de huertos que puedan servir para “pan coger” en la canasta de las familias, camino a la contribución de la seguridad alimentaria, que resulta paradójico que coincidan los alimentos que más cultivan, con los que más compran, estableciéndose en esta circunstancia una recomendación urgente frente al consumo propio de las cosechas en las familias.

## Capítulo II

Luego de analizar las condiciones socio demográficas de la población asentada en Palomá y la selección de los alimentos a evaluar antes y después de la instalación del sistema de purificación, se avanzó hacia la determinación de cuál sería el tipo de tratamiento para la potabilización del agua con base en estudios estadísticos, que implican una lectura más detallada desde lo físico, químico y microbiológico del comportamiento del agua en distintas fases y en múltiples situaciones para ampliar la certeza de elegir uno apropiado para las condiciones del sector.

### **Preferencias de la población**

Se empleó análisis de correspondencia múltiple para relacionar las variables que son determinantes en la percepción de la calidad final del agua de las familias de la comunidad. Este método permite encontrar la relación existente entre variables para determinar causas y efectos.

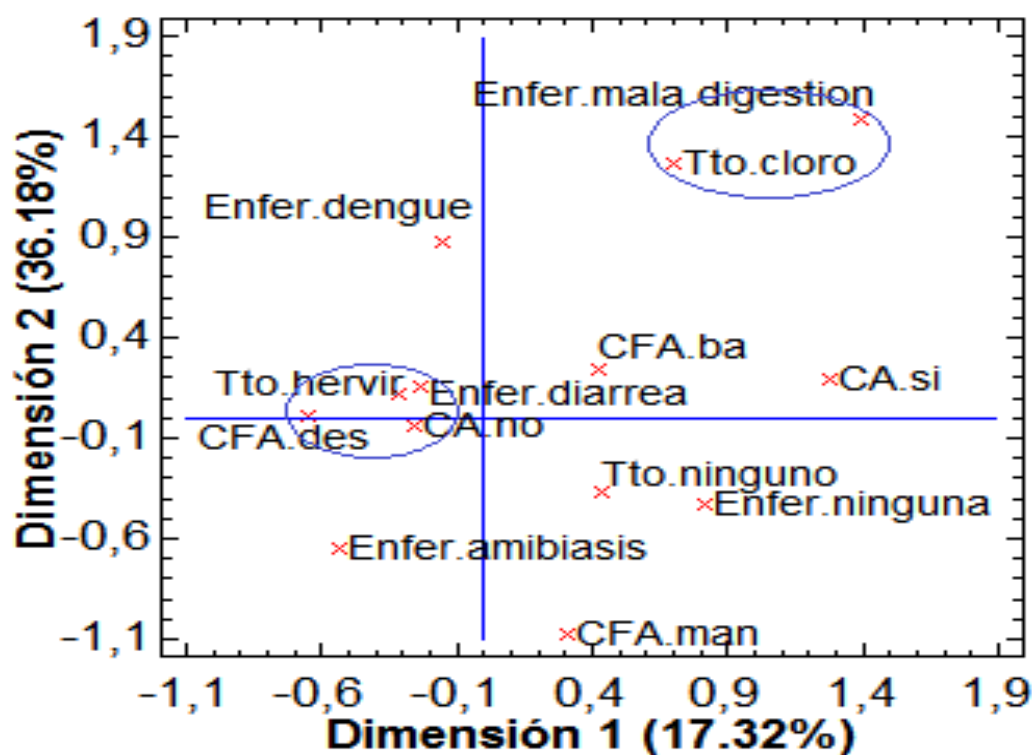
Las variables relacionadas respecto a la calidad del agua fueron: tipo de familia, tipo de enfermedad sufrida en los últimos seis meses, tratamiento que se le hace al agua y actividad que piensa que puede estar contaminando el agua.

Se puede observar como la variable falta de calidad de agua (CA), se relaciona con presencia de diarrea en las personas de la comunidad que hierven el agua y con la contaminación de la fuente de agua por basuras; lo anterior indica que hervir el agua

no garantiza eliminar la presencia de diarrea, como tampoco, tratarla con cloro, puesto que tiende a producir mala digestión en las personas si no se hace adecuadamente.

Figura 6. Mapa de correspondencia múltiple

CA: calidad de agua. CFA: contaminar fuentes de agua. Ba: basura. Des: desecho.  
Man: mantenimiento. Enfer: Enfermedad. Tto: tratamiento



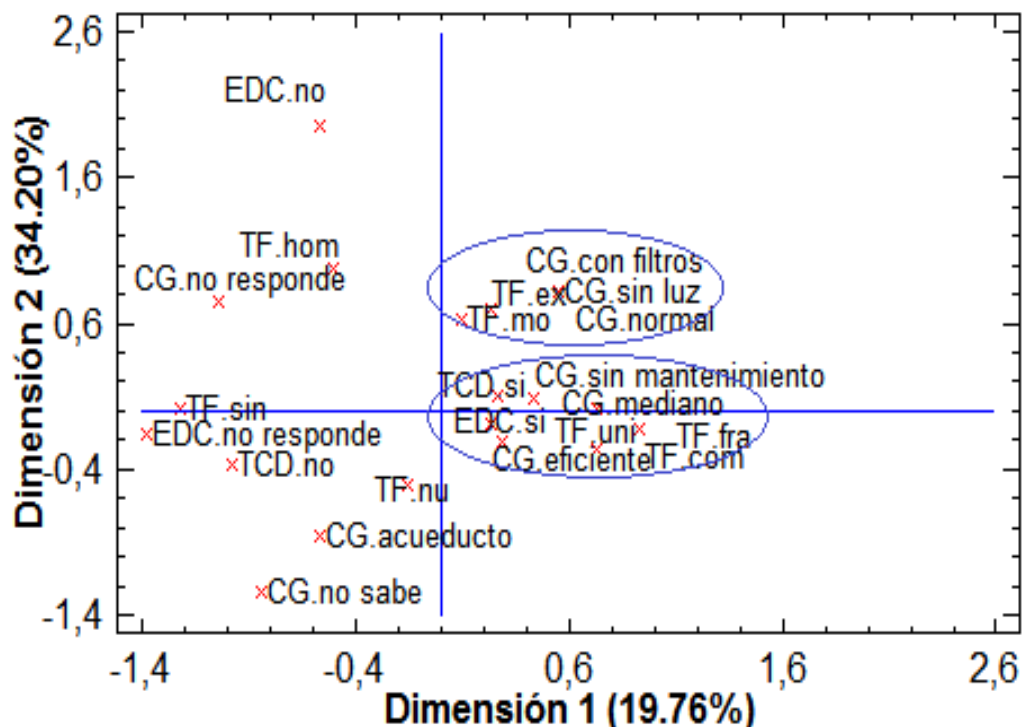
Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

En la Figura 6 se evidencia el 53.50% de relación entre las variables antes descritas, lo que traduce que la actividad que más contamina el agua según la encuesta fue la presencia de desechos en ella y a su vez la diarrea y la mala digestión como las principales enfermedades derivadas del consumo de esta agua, pese a que se hierve y se le aplica cloro como tratamiento casero para la purificación, que concluyen los habitantes del Palomá como falta de calidad de agua.

Se preguntó en la encuesta a la comunidad del Palomá sobre su preferencia en la instalación de un sistema de purificación del agua, conocimiento que tuvieran en Filtros purificadores y que características serían importante que tuviera el sistema de tratamiento.

Figura 7. Mapa de correspondencia múltiple

EDC: Estaría de acuerdo con la instalación de un sistema de purificación para agua en la vivienda. TCD: Tiene conocimiento de lo que es un filtro de agua. TF: tipo de familia. CG: como le gustaría que fuera el sistema



Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

Visto en la Figura 7, las familias fraterna, unipersonal y comunitaria que representan el menor porcentaje de la población encuestada, tienen conocimiento y están de acuerdo con la instalación de un sistema de purificación para agua en la vivienda; además, desean que este sistema sea sin mantenimiento y eficiente. Por su

parte las familias monoparental y extensa que representan el mayor porcentaje en la población objeto, prefieren un sistema con filtros que no opere con energía, dadas las condiciones del territorio, ya que los servicios que provee EPM son para esa comunidad de servicio prepago, lo que significaría altos costos de electricidad si fuese de luz el sistema.

Adicional a esto, se encontró en la encuesta que la mayoría de la población está familiarizada con los Filtros y tiene conocimiento de estos, además que consideran que la instalación de estos en sus viviendas mejoraría su calidad de vida.

### **Resultados y Análisis de la calidad del agua**

Como primer insumo para seleccionar el Sistema ideal para la purificación del agua en Palomá se tomaron las respuestas relacionadas con el tema en la encuesta, pero se consideró pertinente tener un concepto científico dado por estudios microbiológicos, físico y químicos que arrojaran la condición actual del Agua en el sector para determinar qué otras necesidades debe solucionar el sistema de tratamiento a parte de los deseos económicos y prácticos de la población, por lo que se procedió a realizar tomas de muestras al Rebose de donde ellos toman el agua para consumo en las viviendas y al agua de la llave, lo que permitió analizar lo siguiente:



### **Análisis de regresión Logística (Alimentos)**

Inicialmente y en el marco legal colombiano, fue necesario establecer si los alimentos que consumen en las viviendas del Palomá cumplen con los parámetros establecidos como máximos y mínimos en términos de condiciones y disposición de los alimentos.

Para determinar las predicciones del cumplimiento con la norma respecto a las variables independientes: microbiológicos, tipo alimento y especificaciones del alimento, se empleó un modelo de regresión logística que permite estimar la probabilidad de que se presente el evento de interés (cumplir con la norma o no), dado los valores de las variables independientes. (Barón López, Téllez Montiel 2000)

Por lo tanto el modelo de regresión logística es aconsejable en este caso ya que se presenta una variable que describe una respuesta en forma dicotómica (cumple o no cumple) y se desea estudiar el efecto que otras variables (independientes) tienen sobre ella. El modelo de regresión logística se escribe como:

Ecuación 1. Modelo de regresión logística

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k$$

Donde “p” es la probabilidad de que ocurra el evento de interés (en nuestro caso cumplir o no cumplir la norma). Dado el valor de las variables independientes, se puede calcular directamente la estimación de la probabilidad de que ocurra el evento de interés de la siguiente forma:

Ecuación 2. Estimación de probabilidad

$$\hat{p} = \frac{e^\theta}{1 + e^\theta} \quad \text{donde } \theta = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$$

La Tabla 2 muestra el análisis de desviación donde se puede observar como el modelo de regresión logística es significativo ( $vp < 0,05$ ), y el residuo no. Lo anterior indica que el modelo de regresión logística descrito en la ecuación 1 sirve para realizar los análisis estadísticos concernientes a este caso.

Tabla 7. Análisis de desviación

Fuente	Desviación	GI	Valor-P
Modelo	8,66247	4	0,0401
Residuo	7,63817	7	0,3656
Total (corr.)	16,3006	11	

Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

La prueba de máxima verosimilitud se empleó para determinar cuál de los factores o variables independientes presentan diferencias significativas respecto a la variable respuesta, como se puede advertir en la Tabla 3; la microbiología y especificaciones presentan diferencias significativas ( $vp < 0,05$ ), caso contrario sucedió con el tipo de alimento.

Tabla 8. Pruebas de razón de verosimilitud

Factor	Chi-Cuadrada	GI	Valor-P
Microbiología	4,93784	2	0,0447
Alimento	0,679596	1	0,4097
Especificaciones	5,40673	1	0,0201

Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

En la ecuación 3 se muestra el modelo de regresión logística ajustado para este caso.

Ecuación 3. Modelo de regresión logística ajustado

$$\hat{p} = \frac{e^{\theta}}{1 + e^{\theta}} \quad \text{donde } \theta = -18,43 + 17,74x_1 + 1,37x_2 + 17,74x_3$$

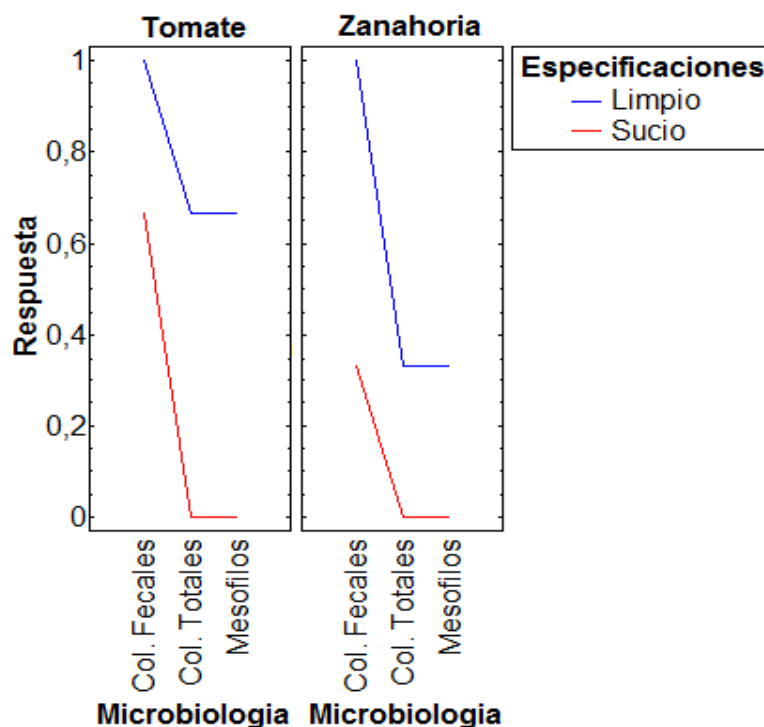
$x_1 = \text{Microbiología (Col. fecales, Col. totales y mesófilos)}$ .

$x_2 = \text{Alimento (Tomate y zanahoria)}$ .

$x_3 = \text{Especificaciones (Límpio y sucio)}$ .

Lo anterior que significa presencia de microorganismos contaminantes en los alimentos, lo que produce enfermedades en quienes los ingieren y contaminación en el agua con que tienen contacto.

Figura 8. Regresión logística. Tipo de alimento, Especificaciones y microbiología.  
(1 cumple la norma, 0 no cumple la norma)



Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

La figura 8, muestra la gráfica de regresión logística para el caso donde se relaciona el tipo de alimento, microbiología y especificación del alimento. En esta gráfica se analiza como los alimentos que están sucios no cumplen con la norma respecto a Coliformes totales y Mesófilos y los Coliformes fecales en la zanahoria están por debajo del 40% en cumplimiento. La zanahoria y el tomate no presentaron Coliformes

fecales en el producto limpio, pero en Coliformes totales y Mesófilos tienden a no cumplir la norma.

### **Análisis sobre aguas de rebose**

La Tabla 9 muestra el análisis de desviación donde se puede observar como el modelo de regresión logística es significativo ( $vp < 0,05$ ), y el residuo no. Lo anterior indica que el modelo de regresión logística descrito en la ecuación 2 sirve para realizar los análisis estadísticos concernientes a este caso.

Tabla 9. Análisis de desviación

Fuente	Desviación	Gl	Valor-P
Modelo	29,452	6	0,0000
Residuo	3,81911	17	0,9996
Total (corr.)	33,2711	23	

Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

La prueba de máxima verosimilitud se empleó nuevamente para determinar cuál de los factores o variables independientes presentan diferencias significativas respecto a la variable respuesta, como lo indica la Tabla 10; la microbiología y condición presentan diferencias significativas ( $vp < 0,05$ ).

Tabla 10. Pruebas de razón de verosimilitud

Factor	Chi-Cuadrada	Gl	Valor-P
Microbiología	7,56364	3	0,0459
Condición	28,0928	3	0,0000

Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

En la ecuación 4 se muestra el modelo de regresión logística ajustado para este caso.

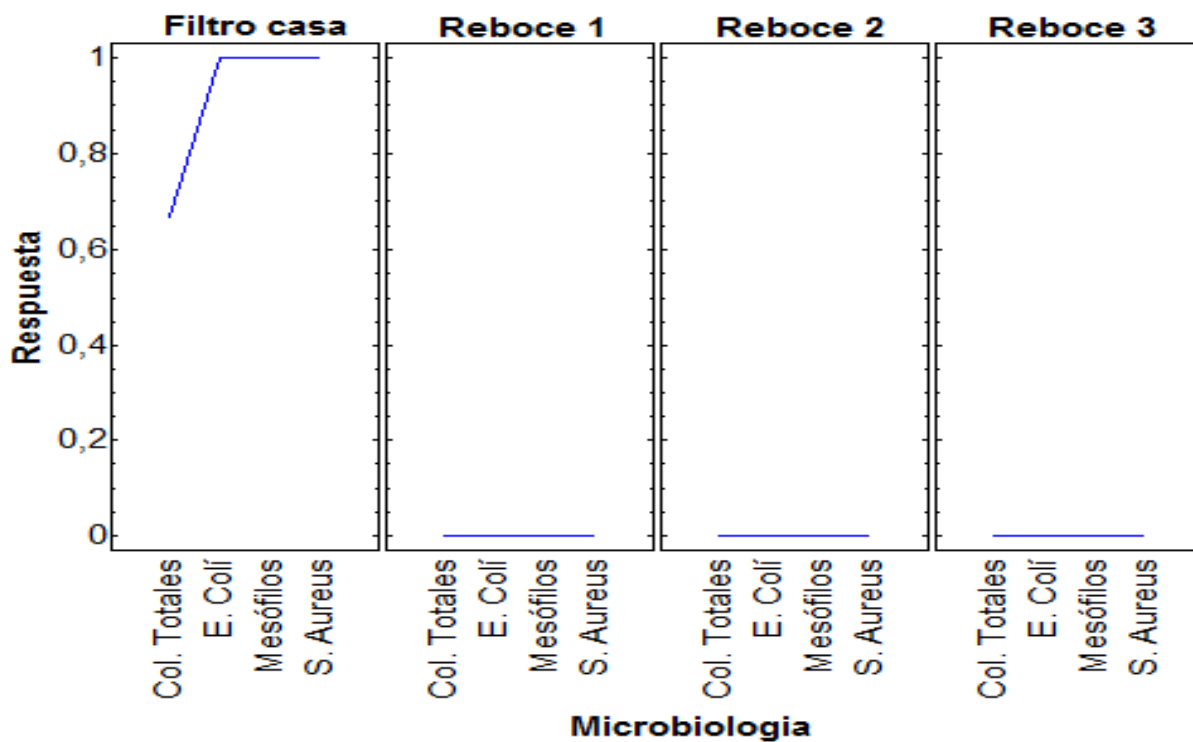
Ecuación 4. Modelo de regresión logística ajustado 2

$$\hat{p} = \frac{e^{\theta}}{1+e^{\theta}} \text{ donde } \theta = -18,44 - 48,86x_1 + 68,00x_2$$

$x_1 = \text{Microbiología (Col. fecales, Col. totales, S. aureus y mesófilos)}$ .

$x_2 = \text{Condiciones (Tomate y zanahoria)}$ .

Figura 9. Regresión logística. Condiciones y microbiología.  
(1 cumple la norma, 0 no cumple la norma)



Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

La Figura 9, muestra la gráfica de regresión logística para el caso donde se relaciona la condición y microbiología. Esta muestra como los reboques no cumplen con la norma respecto a la microbiología evaluada.

### **Selección del método de tratamiento de agua contaminada**

Teniendo en cuenta los porcentajes de las anteriores variables, se consideró la opción del Filtro como el sistema de purificación ideal para la población del sector y se procedió a evaluar las distintas opciones de estos en el mercado, partiendo de las condiciones que este debería tener para que fuera efectivo en el territorio.

Ilustración 5. Unidad de filtración



Recuperado de (tmsmx, 2018)

Se encontró una unidad de ultrafiltración, que cumple con los requerimientos de la comunidad y el territorio arrojados en la encuesta y los estudios microbiológicos y físicos químicos. (Ilustración 5)

Tabla 11. Etapas de la unidad de Filtración

<b>Etapas</b>	<b>Filtros</b>
Etapa 1	Filtros de Sedimentos: filtra arena, tierra, lodo y sedimentos en el agua
Etapa 2	Carbón activado Granular – GAC: cartucho de carbón activado granular, remueve los malos olores, cloro, sedimentos orgánicos en el agua
Etapa 3	Carbón activado Block – CTO: remueve los remanentes del mal olor, cloro, sedimentos orgánicos y de partículas suspendidas
Etapa 4	Membrana Ultrafiltración: remueve metales pesados, minerales, bacterias, virus y otras sustancias perjudiciales
Etapa 5	Post filtro de carbón activado: ajusta el sabor del agua pura manteniendo el sabor siempre del agua fresca
Etapa 6	Luz ultravioleta: Esteriliza bacterias, virus y microorganismos del agua

Nota. Elaboración propia con base a la información del fabricante “Purikor” de los filtros instalados.

En tres viviendas del sector Palomá, seleccionadas de acuerdo con las condiciones del territorio y las características de cada familia se instaló una unidad. En la Tabla 11 se describen las etapas de filtración que tiene esta, las cuales son seis (6), que garantizan la efectividad del mismo y cumplen con las expectativas de la población frente al consumo de energía que al ser muy bajo no representa incremento en gastos, no requiere mantenimiento constante por parte del proveedor y es de fácil uso; en cuanto a lo microbiológico hace tratamiento completo del agua, este requiere de cuidado cauteloso en cuanto a las condiciones higiénicas de su manipulación.

### Análisis de agua después de instalación de filtros

Posterior a la instalación de los filtros, se realizaron tomas de muestras nuevamente para estudiar microbiológica, física y químicamente la calidad del agua luego de ser tratadas por la Unidad, con el fin de concluir las condiciones habilitantes para establecer contaminación o no en el recurso hídrico. Lo arrojado por estos estudios se relaciona a continuación:

Tabla 12. Características Fisicoquímicas

Características físicas químicas	Técnicas utilizadas	Filtro casa 1	Filtro casa 2	Filtro casa 3	Valor máximo aceptable
Amonio (mg/ L)	Electrométrico	0,01	0,00	0,00	
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	Espectrofotometría	0,00	0,00	0,00	
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	Electrométrico	0,00	0,00	0,00	1,85
pH	(unidades de pH)	8,1	8,1	8,2	6,5 - 9,0
Turbidez (FNU)	FNU	0,05	0,4	0,04	5
Alcalinidad (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Espectrofotometría	0,00	0,00	0,00	
Salinidad (%)	Electrométrico (%)	0,04	0,02	0,4	250

Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de encuestas.

Como se aprecia en la Tabla 12, se puede observar las pruebas físico-químicas realizadas a tres (3) viviendas ubicadas en tres (3) puntos distintos del sector Palomá, y como se puede notar los diferentes parámetros físico-químicos evaluados cumplen con la norma vigente. Respecto a las características microbiológicas evaluadas, se puede

apreciar en la Tabla 13, como los valores en Coliformes totales en la casa 3, no cumplieron según la norma.

Tabla 13. Características microbiológicas

Características microbiológicas	Técnicas utilizadas	Filtro casa 1	Filtro casa 2	Filtro casa 3	Norma
Mesófilos (UFC /mL)	Recuento en placa	0	60	2	<100
Coliformes Totales (NMP/100 mL)	NMP	<1	<1	145,5	0
Escherichia Coli (NMP/100 mL)	NMP	<1	<1	<1	0
Staphylococcus Aureus (UFC /mL)	Recuento en placa	0	0	0	0

Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de Laboratorio

Lo anterior permite concluir que la calidad del agua tomada desde la fuente es apta para el consumo con base en los parámetros legales, pero que se contamina y presenta alteraciones microbiológicas es en la manipulación dentro de las viviendas dadas por las condiciones higiénicas de las mismas y sus habitantes, como muestra de ello la presencia alta de Coliformes totales en solo una de las tres analizadas y los resultados del análisis microbiológico a las personas que manipulan los alimentos de la muestra, dando protagonismo absoluto a la presencia de partículas contaminantes en el ambiente y no en el agua filtrada por la unidad.

### Capítulo III

#### **Elementos presentes en el agua que pueden poner en riesgo la salud y la nutrición**

A raíz de los estudios realizados al agua en el Rebose, los grifos y la tratada por medio de los filtros, además del estudio microbiológico de los alimentos, se obtuvo como principal hallazgo en común, la presencia de microorganismos perjudiciales para la salud humana como los Mesófilos, Coliformes totales y fecales, bacterias como la *Escherichia Coli* y posiblemente la *Salmonella*.

El agua potable y al saneamiento son fundamentales para la nutrición, la salud y la dignidad de todos. La falta de acceso a agua potable, servicios de saneamiento y prácticas de higiene menoscaba el estado nutricional de las personas a causa de la difusión de enfermedades transmitidas por el agua e infecciones intestinales crónicas. FAO (2015)

El anterior hallazgo representa para esta investigación el encuentro del elemento clave más relevante en la relación de calidad de agua, nutrición y salud. La hipótesis inicial que motivó este ejercicio, partió de encontrar en el contexto del sector poca disposición de agua para las viviendas, que además no era tratada, la ausencia de sistemas de acueducto y alcantarillado, junto a las dificultades en términos de salud presentes en la población.

En el discurso de la comunidad y el dialogo en la cotidianidad con ellos, se escucha cómo relacionan directamente todas las enfermedades gastrointestinales y demás con lo que nombran “el agua contaminada del rebose”. Pese a esto, los estudios realizados, luego de ser analizados y contrastados con la norma, revelan como la calidad del agua tanto del rebose, como del grifo y la procesada por los filtros es apta para el consumo humano.

El factor contaminante aparece en el contacto del agua con quienes la manipulan y con alimentos previamente infectados, como se evidencia en la muestra de agua realizada a las viviendas donde se instaló unidad de filtración; a pesar de que las tres casas tuvieran el filtro, lo que garantizaría agua apta para el consumo, solo en una de ellas, hubo presencia de coliformes totales en un elevado índice, la existencia de estos agentes en un estudio de calidad indican contaminación proveniente del suelo o la no adecuada manipulación de alimentos.

### **Consideraciones desde lo microbiológico**

Como se enuncio anteriormente, los resultados de los análisis evidencian cómo no es la calidad del agua directamente la causante de las enfermedades, sino más bien la contaminación del ambiente, las bacterias presentes en las personas por inadecuados hábitos higiénicos, los posibles causantes de las enfermedades como la gastroenteritis, mala digestión, diarrea, despigmentación de la piel y las demás manifestadas por la población en la encuesta realizada.

En el Marco Teórico, se definieron los conceptos de Mesófilos, Coliformes totales y fecales y *Escherichia Coli*, puesto que estos cuatro, son los que más figuran con alteraciones por fuera de la norma permitida en los estudios y a su vez estos son los indicadores microbiológicos de mayor validez para determinar la calidad del agua y de los alimentos. De acuerdo a Ríos-Tobón, Agudelo-Cadavid, & Gutiérrez-Builes (2017) afirman:

La presencia o aumento de bacterias, parásitos, virus y hongos en el agua surge usualmente por efecto directo o indirecto de cambios en el medio ambiente y en la población tales como urbanización no controlada, crecimiento industrial, pobreza, ocupación de regiones antes deshabitadas, y la disposición inadecuada de excretas humanas y animales. (p.2)

La determinación microbiológica encontrada para la calidad del agua en Palomá sugiere como principal tarea para los pobladores mejorar sus hábitos de higiene, puesto que es gracias a las deficiencias en estos que se propagan las bacterias, que si bien son naturales a los suelos y la naturaleza, no son favorables en el consumo de los alimentos desencadenando problemas en la nutrición y la salud.

Se hace imperativo la protección y tratamiento a las fuentes de agua para el consumo ya que se evidencia la conexión entre las bacterias, el agua y el brote de enfermedades, haciendo hincapié en la manipulación dentro de las viviendas donde hay mayor propagación de estas. Para el caso de estudio de esta investigación, las enfermedades que más padece la población de Palomá son la diarrea, la mala

digestión y las relacionadas con trastornos de la piel, las cuales se describen a continuación:

Tabla 14. Relación de enfermedades más comunes en Palomá

Síntomas	Enfermedad	Agente patógeno	Origen
Diarrea Mala digestión	Cólera Fiebre tifoidea shigella Poliomielitis Meningitis Hepatitis Disentería	Campylobacter jejuni Escherichia coli Salmonella spp Yersinia enterocolitigggca	Ingesta de agua y alimentos contaminados con los agentes patógenos
Trastornos en la piel	Esquistosomiasis Tiña	Huevos de esquistosoma	Escases de agua Contacto con aguas estacadas o tratadas con cloro en cantidades alteradas Ingesta de agua contaminada Malos hábitos en la higiene personal

Nota: Elaboración propia. Basada en resultados de Encuesta y búsqueda de fuentes secundarias

El riego de cultivos con agua que presente bacterias malignas para la salud y el posterior consumo de estos alimentos, así como también el acceso en las viviendas del agua proveniente de fuentes no tratadas, también generan deficiencias en la nutrición de las personas.

Situación a la cual la comunidad de Palomá en el barrio Bello Oriente ha estado expuesta por más de treinta (30) años, tiempo en el cual sus habitantes han presentado diferentes patologías relacionadas con el consumo de agua no tratada para que sea

apta para su consumo, dado que el suministro del líquido vital que provee cada una de las viviendas proviene de un flujo de agua sobrante, nombrado como “el rebose”, de la Planta de abastecimiento de agua La Montaña de EPM, cuya agua no entra en el proceso de tratamiento.

La población de Bello Oriente, lo que ha resuelto para lograr tener agua apta para su consumo en las viviendas, es adaptar mangueras no convencionales al tanque donde se almacena el agua sobrante de la fuente madre de EPM, agua que no será tratada por la empresa y así, metro tras metro desde la montaña, se despliegan cantidad de mangueras hasta las llaves de sus respectivas viviendas.

Lo anterior, permite que las familias puedan usar el agua para su consumo diario, desde el lavado y preparación de alimentos, hasta para sus servicios básicos de higiene. Las formas empleadas para lograr esto, junto con las características de higiene de la población, han desencadenado situaciones de salubridad no adecuadas, ocasionando enfermedades especialmente en los niños, las niñas y población adulta.

### **Calidad del agua, nutrición, y salud como reflejo de seguridad alimentaria**

Sin calidad de agua no se puede hablar de seguridad alimentaria en la población. Para el caso de Palomá, el agua con que se abastecen tiene buena calidad en la fuente, pero en su recorrido no convencional en mangueras hasta el grifo de sus casas, se contamina por la condiciones de los terrenos, la presencia de bacterias propias del

suelo y las que se suman a la cadena de contaminación al ser manipuladas por las personas en las viviendas.

El agua potable y el saneamiento son fundamentales para la nutrición, la salud y la dignidad de todos. La falta de acceso a agua potable, servicios de saneamiento y prácticas de higiene menoscaba el estado nutricional de las personas a causa de la difusión de enfermedades transmitidas por el agua e infecciones intestinales crónicas. FAO (2015)

La Cumbre Mundial de alimentación define que para que sea posible hablar de seguridad alimentaria, debe haber disponibilidad física de los alimentos, acceso económico y físico de los mismos, utilización de los alimentos y estabilidad en el tiempo de los tres anteriores.

Teniendo en cuenta lo anterior, y partiendo de que el agua es considerada como un alimento, la población objeto de esta investigación no goza de seguridad alimentaria, porque no cuenta con las posibilidades económicas, físicas y condiciones microbiológicas de acceder a agua apta para el consumo humano, lo que pone en riesgo inminente la salud de la misma; todo esto soportado en los capítulos anteriores donde se evidencia el nivel de ingresos en cada familia, la disponibilidad de alimento que reciben en el día y la calidad de agua que consumen frente a la ausencia de acueducto y fuentes legales para el suministro en el caso de ellos.

## **Consideraciones desde una mirada a las afectaciones del agua contaminada en la nutrición**

La ardua tarea de aplicar filtración manual y procesos caseros de potabilización de agua en comunidades sin sistemas de acueductos y plantas de tratamiento, es una de las principales causas por las que tomar agua y bebidas naturales sea totalmente nula en estas poblaciones y sí por el contrario haya un consumo masivo de bebidas gaseosas o pulverizadas químicamente que no aportan a la salud integral en las familias y que no permiten dietas saludables especialmente en niños, niñas, adolescentes y personas mayores.

Si a lo anterior se suma el hecho de que la canasta básica alimenticia no está integrada por alimentos de origen vegetal o consumo de frutas, además de la capacidad mínima que tienen para acceder a las tres comidas principales, da como resultado, hábitos alimenticios desequilibrados para el sano estado de salud y nutrición de las personas.

En poblaciones como la de Palomá, las deficiencias en el sistema de agua y lo que significa en términos económicos y de disponibilidad de tiempo acceder a ella y aplicarle algún procedimiento para poder consumirla, ha significado como vía práctica para los pobladores y que se ha convertido en hábito común para ellos, no consumirla directamente para hidratarse durante el día o preparar jugos naturales para la jornada.

Por lo tanto se argumenta en lo expuesto en el artículo Agua en la Nutrición, que Ávila, Santos, Levin, Bourges, & Barquera, (2013) “el consumo de grasas y carbohidratos va en aumento; el número de niños con sobrepeso se ha incrementado casi al doble, y en el caso de los adolescentes casi al triple” (p.3). situación que no es ajena a Palomá, puesto que aparte de que la situación ha obligado la compra de bebidas industrializadas, esto va acompañado del consumo de fritos y harinas en tiendas locales.

Pese a que las dietas ricas en verduras y frutas aportan significativamente agua al cuerpo, la población objeto tampoco goza de una buena nutrición desde esta mirada, puesto que a pesar de que siembran algunas leguminosas, frutas, verduras y especias en sus huertas no son para consumo propio y quienes sí las consumen, tienen el problema de que son cultivos irrigados con agua contaminada, generando malnutrición, ya que su biodisponibilidad en el organismo no será adecuada.

Finalmente, tal como se rebeló en el Grupo focal, en las tiendas barriales no hay oferta permanente de legumbres, lo que aleja a esta comunidad de consumir en su menú diario alimentos que aporten a buenas condiciones de nutrición.

## Capítulo IV

### Conclusiones

La calidad del agua es el eje central de bienestar tanto en lo social, lo económico y lo ambiental, que garantizara a las comunidades que gocen de ella de una seguridad alimentaria que propenda por mejorar las condiciones de vida, cubriendo las necesidades básicas de la población en el marco de un desarrollo sostenible.

#### Mirada microbiológica a la calidad del agua

- La calidad del agua del sector de Palomá es apta para el consumo humano de acuerdo a los parámetros legales establecidos, tiene variaciones en cuanto al clima, por lo que los microorganismos presentes en el agua tienden a propagarse en condiciones climáticas más elevadas, lo que corresponde a tiempos de verano en Bello Oriente.
- El agua dispuesta para el consumo humano, una vez tratada por las unidades de filtración sigue expuesta a agentes contaminantes puesto que los Mesófilos, coliformes totales y fecales que son los microorganismos con mayor aparición en los estudios, están presentes en el ambiente junto con la bacteria *Escherichia Coli* la

cual está en los alimentos manipulados sin cuidados higiénicos previos.

### **Mirada desde la salud y la nutrición**

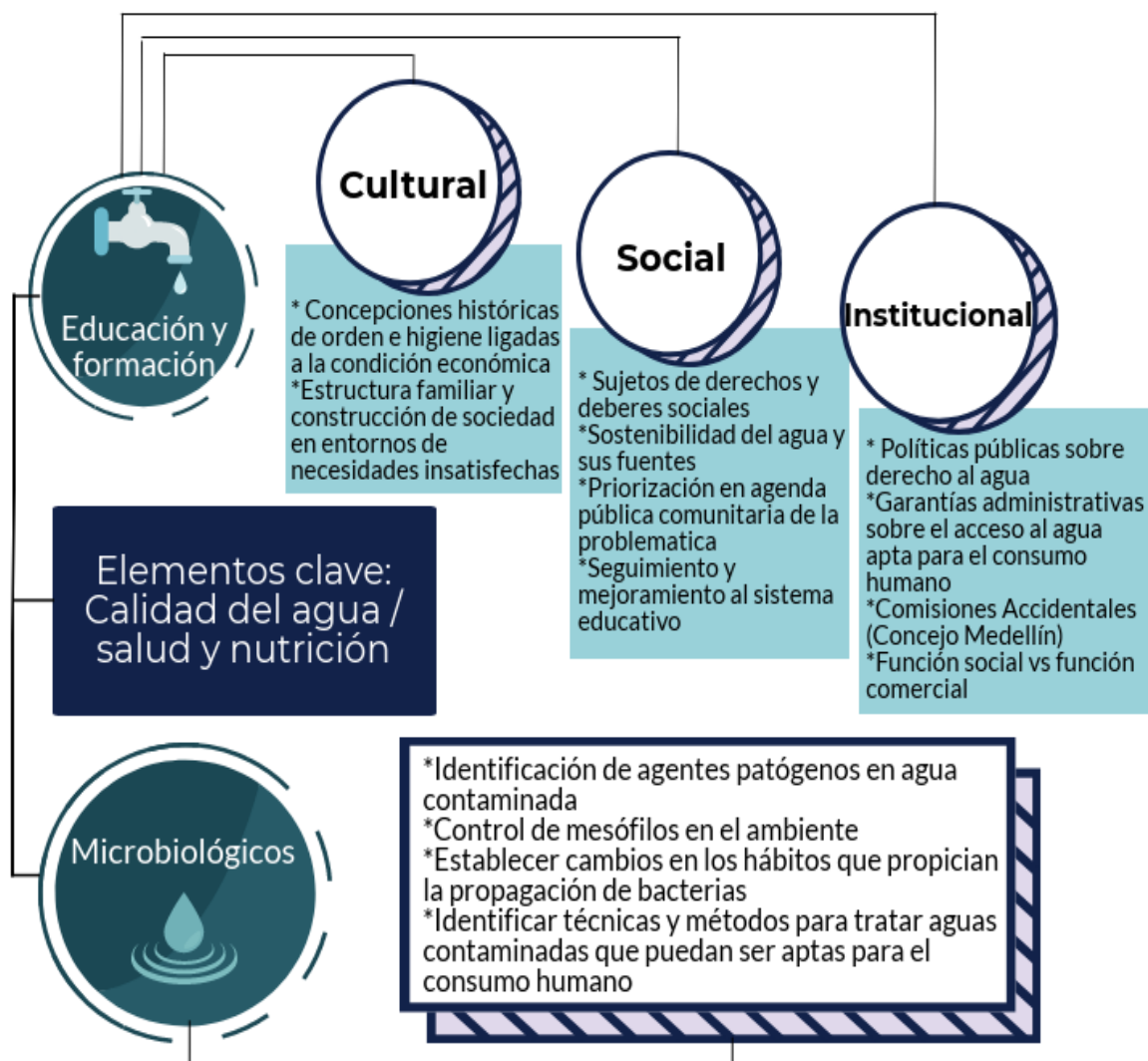
- Los trastornos en la salud más comunes en la población de Palomá son la diarrea, daño estomacal y trastornos en la piel, las cuales hacen parte de las reacciones sintomáticas más comunes de las enfermedades derivadas del consumo o contacto con agua contaminada, como lo son Fiebre Tifoidea, Disentería, Esquistosomiasis y Tiña.
- La desnutrición presente en la población, especialmente en niños, niñas, adolescentes y adultos mayores, está directamente ligada con las prácticas de consumo derivadas de la problemática del acceso al agua en dos vías: la primera, en lo relacionado con el consumo excesivo de bebidas gaseosas, refrescos químicos pulverizados y de la mano el consumo de fritos y harinas en tiendas locales. Por otra parte, la ausencia de frutas y verduras en el menú diario por la falta de oferta en los establecimientos locales y la contaminación presente en los cultivos irrigados con el agua del rebose, puesto que tienen microorganismos perjudiciales para la salud humana.

## Mirada desde lo social

- No es suficiente la instalación de acueductos convencionales o no convencionales, ni sistemas de alcantarillado como solución a la problemática de la contaminación presente en el agua, puesto que las causas principales que propician la generación de bacterias son las prácticas cívicas y ciudadanas de la población frente al cuidado de las fuentes hídricas y la higiene en general en sus viviendas, especialmente en la manipulación de alimentos.
- Se descartó el analfabetismo como causa principal de falta de cultura ciudadana expresada en las inadecuadas prácticas de higiene en la población y la ausencia de acciones para el cuidado de las fuentes hídricas en cuanto a la disposición de los residuos sólidos y el vertimiento de aguas residuales a cielo abierto, por lo que es prioritario desde las acciones locales de las organizaciones de base e instituciones educativas crear procesos comunitarios de educación sanitaria.

## Recomendaciones

Ilustración 6. Esquema calidad del agua – relación – nutrición/salud



## Recomendaciones desde lo microbiológico

Considerando que las aguas superficiales provenientes del rebose del tanque son susceptibles de contaminación por heces humanas y animales, ya que el tanque no tiene ningún tipo de protección ni vigilancia epidemiológica, es natural que en época de verano estas aguas presenten más alta contaminación que en invierno, porque el agua tiende a sedimentar, es por ello que se hace necesario:

- Concientizar a la comunidad que en época de verano, trate de mantener agua almacenada, que le permita sedimentar los sólidos del agua, con ello logra bajar la turbidez, el color y disminuir los microorganismos patógenos.
- Contar con filtros de agua, mantenerlos limpios, garantizar su mantenimiento al menos una vez al mes y darles un último enjuague con agua, preferiblemente hervida.
- Utilizar cloro doméstico para lavar las frutas y verdura. Diluir 5 c.c del cloro en un litro de agua. en un tazón se sumerge las verduras y se agrega del agua preparada para ayudar a la desinfección.
- Mantener las manos incluyendo las uñas limpias, cada que se manipule comida o se esté comiendo.
- De ser posible, mantener ventiladas las cocinas, que permitan salir los vapores cuando se esté cocinando.
- Lo más importante, hacer un adecuado manejo de los residuos sólidos, especialmente de los residuos orgánicos provenientes de la

preparación de los alimentos. Ubicarlos fuera de la cocina o colocarlos en un recipiente con bolsa plástica y mantener la bolsa cerrada, es necesario evitar que haya generación de moscos y todo tipo de vectores ya que son ellos los portadores de varias enfermedades.

### **Recomendaciones en el ámbito educativo**

Como segundo gran núcleo de análisis respecto a las conclusiones obtenidas de este trabajo investigativo, después del aspecto microbiológico, se encuentra el ámbito educativo, que sugiere resignificar lo educativo más allá de la formalidad en las instituciones y ampliarlo a una concepción que incluya la cultura ciudadana y la ética civil como transversales en la formación de los individuos en contextos de vida comunitaria. A continuación se describen las recomendaciones que se consideran pertinentes a tomar por parte de la población, las organizaciones de base y las entidades de la Administración municipal para menguar la problemática de salud y nutrición vigente en el territorio a causa del acceso que tienen actualmente a agua contaminada.

### **Consideraciones para la población en lo cultural**

- Los pobladores, conscientes de los perjuicios que trae la inadecuada disposición de los residuos sólidos, la manipulación de alimentos con manos contaminadas y el mal manejo de cría de animales dentro de la vivienda, entre otras, que se ven reflejado en las enfermedades que padecen niños, niñas, adolescentes y adultos mayores, deben comprometerse con el cambio de hábitos de higiene personal y de la vivienda que sean favorables para la salud y el bienestar general.
- Los adultos como responsables directos de la educación de los menores en las familias, deben comprometerse con una educación ética y humana que propenda por la generación de valores frente el cuidado del medio ambiente y los ecosistemas, garantizando la permanencia en los territorios y mejoría en sus condiciones de vida.

### **Consideraciones para la organización social – comunitaria y demás estamentos locales**

- Las organizaciones de base instaladas en el territorio deben proponer desde sus áreas de trabajo, estrategias encaminadas a solucionar la problemática del agua en todos sus aspectos, como

aporte a la población y su obligación misional al ser organizaciones de índole social.

- Las instituciones educativas deben considerar de manera prioritaria la inclusión en el curriculum y los Planes Educativos Institucionales – PEI, la educación ambiental e higiénico sanitaria, ética civil y cultura ciudadana con un enfoque más asertivo con relación a la vida en sociedad y las problemáticas de su comunidad.
- La Junta de Acción Comunal, por ser la organización comunitaria por excelencia frente al estado, debe intensificar su trabajo en la búsqueda de soluciones frente al problema del agua en Bello Oriente como unidad básica para el desarrollo integral de la población.
- Las organizaciones de base en conjunto con las instituciones educativas, deben aunar sus esfuerzos en materia de educación y velar por la creación de un proceso de educación sensible para los pobladores que permita garantizar acciones a favor del recurso hídrico y de la gestión sobre el acceso al agua como construcción de comunidad sostenible.

### **Consideraciones para la Administración Municipal y demás entes**

- El estado como garante de los derechos fundamentales, debe acoger la población de Bello Oriente, específicamente la asentada en

el sector de Palomá en el reconocimiento de ellos como habitantes de la comuna tres (3) Manrique perteneciente a la ciudad de Medellín, la inclusión del mismo en el catastro y planeación de la ciudad para que puedan ser tenidos en cuenta en la destinación presupuestal en los Planes de Desarrollo y con ello mejoras en las infraestructuras de acueductos y alcantarillados y proyectos de educación y participación comunitaria.

- Desde las Administraciones Municipales, debe haber una mirada interinstitucional desde lo local, regional y nacional para que hayan transformaciones reales en la problemática del acceso al agua y el consumo del recurso contaminado, no solo en esta población, sino también en las zonas periféricas de la ciudad que comparten las mismas condiciones, incluyendo los actores que son autoridad en esta materia.
- El estado debe propender por generar entornos incluyentes a la población, para que puedan ser efectivos los mecanismos de participación ciudadana de los que han hecho uso los habitantes de Palomá pero que no han sido escuchados como los derechos de petición, tutelas, acciones populares y comisiones accidentales.
- Aunque la presencia de microorganismos de transmisión hídrica no está limitada a una región específica en el mundo, o a su nivel de desarrollo, los problemas de desplazamiento, la respuesta ineficiente de los servicios de salud, la poca inversión de los Estados en la

garantía de la potabilización del agua para toda la población, la falta de control de brotes y la falta de intervención de los sistemas de salud pública, favorecen la propagación, incidencia, morbilidad y mortalidad asociada a enfermedades relacionadas con el agua de consumo, principalmente en países en vía de desarrollo.

- El Estado, debe intensificar la presencia política en estos sectores, para realizar una distribución de fondos pertinente, destinada a mejoras en el suministro de agua y saneamiento; así mismo, diseñar un plan de control para el suministro y calidad del agua de carácter participativo que involucre a la comunidad, proponiendo incentivos a los pobladores en la conservación del recurso hídrico y el uso eficiente del mismo, promoviendo que las acciones individuales, sean sumadas a esfuerzos colectivos en pro de una buena salud, nutrición y calidad de agua.
- El Estado debe vigilar y controlar que las acciones de índole comercial por parte de la entidad prestadora de los servicios públicos domiciliarios, no vayan en contraposición de lo que la Constitución Política de Colombia y los protocolos internacionales dictan en materia del derecho al agua.

## Referencias

Food and Agriculture Organization - FAO (2015). Contribución del agua a la seguridad alimentaria y la nutrición. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-av045s.pdf>

Alberto Moro González. (2011). Contaminación del agua potable: problemas microbiológicos. Recuperado de April 29, 2018, de <http://www.interempresas.net/Agua/Articulos/50288-Contaminacion-del-agua-potable-problemas-microbiologicos.html>

Alcántara Moreno, G. (2008). La definición de salud de la Organización Mundial de la Salud y la interdisciplinariedad. *Sapiens*, 9(1), 93–107. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=41011135004> Sapiens

Alonso Nore, L. X., & Poveda Sánchez, J. A. (2008). Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas Petrifilm para el análisis de alimentos. Recuperado de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis230.pdf>

Anaya, P. A. F., Gutiérrez, L. A. L., & Ugarriza, M. E. O. (2011). Calidad microbiológica del agua destinada para consumo humano en siete municipios de la región Caribe Colombiana. *Ciencia Actual* (Vol. 3). Universidad de San Buenaventura,

Facultad de Ciencias de la Salud. Recuperado de  
<http://revistas.usb.edu.co/index.php/Cienciactual/article/view/1593/2046>

Andrade C, M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales, 35(137), 491–508. Recuperado de  
<http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v35n137/v35n137a08.pdf>

Arboleda, J. (2000). Teoría y Práctica de la Porificación del Agua. Bogotá: Nomos S.A.

Ávila, Giovanna; Fonseca, M. (2008). Calidad microbiológica de jugos preparados en hogares de bienestar familiar en la Zona Norte de Cundinamarca. Recuperado de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis105.pdf>

Ávila, H., Santos, Á., Levin, G., Bourges, H., & Barquera, S. (2013). El Agua en Nutrición. Perinatología Y Reproducción Humana, 27(1). Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/inper/ip-2013/ips131e.pdf>

Banrepcultural. (2015). Filtro de agua - Enciclopedia | Banrepcultural. Recuperado Abril 29, 2018, de [http://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php/Filtro\\_de\\_agua](http://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php/Filtro_de_agua)

Cepal. (Febrero de 2009). Recursos naturales e infraestructura. Santiago de Chile, Chile.

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. (23 de Enero de 2001). Resolución N° 151 de 2001. Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Congreso de Colombia. (24 de Enero de 1979). Ley 9 de 1979 Código Sanitario Nacional. Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. Bogotá, Colombia.

Congreso de la Republica de Colombia. (11 de Julio de 1994). Ley 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Congreso de la Republica de Colombia. (16 de Marzo de 1998). Decreto 475 de 1998 Nivel Nacional. Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Congreso de la Republica de Colombia. (22 de Junio de 2007). Resolución N° 2115 de 2007. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (24 de Noviembre de 2008). Conpes 3550 de 2008. Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Correa, G., & Muñoz, A. (2015). Agua, pobreza y equidad: un análisis asimétrico. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 1, 90 - 99.

Decreto N° 1575 de 2007. (Mayo de 2007). Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Defensoría del Pueblo. (2012). Diagnóstico Sobre la Calidad del Agua para el Consumo Humano en Colombia, en el Marco del Derecho Humano al Agua. Bogotá.

Facsa. (2017). Conoce nuestra empresa y nuestra historia - FACSA. Recuperado Abril 29, 2018, de <https://www.facsa.com/conocenos/>

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2013). La Familia: El Entorno Protector De, (15), 1–20.

Ministerio de la Protección Social, & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2017). Resolución Numero 2115. Min ambiente, 23. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Ministerio de la Protección Social, Ambiente, V. y D. T. (2007). Consulta de la Norma: Decreto 1575 de 2007. Recuperado Enero 18, 2018, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30007>

OMS. (2004). Aspectos microbiológicos. Guías Para La Calidad de Agua Potable de La Organización Mundial de La Salud, 105–126. [https://doi.org/10.1016/S1578-1550\(05\)75110-X](https://doi.org/10.1016/S1578-1550(05)75110-X)

Orellana, J. (2005). Características del agua potable. Ingeniería Sanitaria, 1–7.

Organización de las Naciones Unidas. (27 de Enero de 2014). Un Objetivo Global para el Agua Post-2015: Síntesis de las Principales Conclusiones y Recomendaciones de ONU-Agua. Estados Unidos.

Organización de la Naciones Unidas. (2014). Agua y Salud. Zaragoza, España.

Organización Panamericana de la Salud. (1983). Agua y Salud. México D.F.: Limusa, S. A. de C. V.

Otero, B. (2012). Nutrición. Recuperado de <http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Nutricion.pdf>

Peralta, A. P., Santiago, S., Astudillo, G. S., & Clave, P. (2014). Calidad microbiológica de bebidas frías de frutas consumidas en los bares o comedores de la Universidad de Cuenca. Tesis.

Quintero, A. (2009). Contingencias de las Estructuras Familiares del Milenio. Ago. USB, 9(2), 307–326.

Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., & Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 35(2), 236–247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Salud, I. N. (2014). Análisis comparativo de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano entre Brasil y Colombia. Bogotá.

Scarpati, M. P., & Pertuz, M. S. (2014). Límites, reglas, comunicación en familia monoparental Con hijos adolescentes, 10(2), 225–246.

Sebastián Méndez Errico. (2017). ¿Qué es la familia nuclear? :Significado de la familia nuclear. Recuperado Enero 18, 2018, de <http://www.innatia.com/s/c-organizacion-familiar/a-que-es-la-familia-nuclear.html>

Sistema de Información para la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano. (2012). Estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Colombia. Bogotá.

Tort Toni. (2016). Todo sobre el agua. Recuperado Abril 29, 2018, de <http://todosobreelagua.com/acerca-de-todosobreelagua/>

Yanez Contreras, M., & Acevedo González, K. (2013). El acceso al agua para consumo humano en Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 15(29), 125–148. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41929178007>

## Apéndice

### **Sistema Categorial**

#### **Trabajo de Campo**

##### Grupo focal

- Ficha para diligenciar
- Formato de bitácora
- Asistencia
- Ficha diligenciada
- Soporte fotográfico

##### Encuesta

- Formato de encuesta
- Encuesta diligenciada
- Formato de consentimiento Informado
- Consentimiento informado diligenciado
- Tabulación de encuestas

##### Diario de Campo

#### **Análisis de laboratorio**

##### Muestra de alimentos y frote de uñas a manipuladoras

- Muestra de alimentos. Microbiológica.
- Reporte. Microbiológicos

##### Muestras de agua

###### Rebose. Muestra N°1

- Muestra de agua. Rebose 1
- Reporte de resultados. Metales
- Reporte de resultados. Microbiológico
- Reporte de resultados. Fisicoquímicos

###### Rebose. Muestra N°2

- Muestra de agua. Rebose - Agua llave
- Reporte de resultados. Metales
- Reporte de resultados. Fisicoquímicos

Muestra N°3 (verano)  
Muestra de agua. Rebose 3 (verano)  
Reporte de resultados

Muestra de agua casa 2  
Muestra de agua (verano)  
Reporte de resultados (antes de filtros)

Paralelo Filtros  
Resultados casa 1  
Resultados casa 2  
Resultados casa 3  
Paralelo resultados de los tres (3) filtros

Protocolos de procedimientos  
Análisis Microbiológico. Agua  
Análisis Microbiológico. Alimentos y frote a manipuladoras  
Análisis físico- químico  
Acidez  
Alcalinidad  
Cloruro  
Color  
Conductividad  
Dureza  
PH

### **Complementos**

Esquemas  
Enfermedades del agua  
Metodología  
Enfermedades relacionadas con el consumo de agua  
Recomendaciones  
Seguridad alimentaria

Presentación de capítulos  
Capítulo I

Capitulo II

Capitulo III

Capitulo IV

## Mapas

Ubicación de Bello Oriente en Comuna Tres (3) Manrique

Ubicación de sector Palomá en Bello Oriente

## . Soporte fotográfico trabajo campo

Instalación de filtros

Toma de muestras