

**MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE CENTRO DE  
INVESTIGACIONES EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**



**UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES**

**CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA COMO ALTERNATIVA COMUNITARIA  
ANTE LA ESCASEZ Y LA CONTAMINACIÓN PARA EL CONSUMO  
HUMANO Y ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN LAS VEREDAS EL  
SALADO Y LA AGUADA DEL MUNICIPIO DE LEBRIJA SANTANDER,  
COLOMBIA**

**NELSY GUALDRON BECERRA**

**Profesional en producción agroindustrial**

Tesis Presentada Como Requisito Para Optar al Título de Magíster en  
Desarrollo Sostenible Y Medio Ambiente

Director

Adam Jhon Rankin

Ingeniero químico, Magister ingeniería química ambiental

Manizales, 2014

## **Dedicatoria**

*Este trabajo está dedicado a mi hija Mariana, las familias campesinas de las veredas El Salado, La Aguda, El Santero, El Oso y FUNDAEXPRESIÓN que me facilitaron la información para hacer posible esta investigación.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimiento especial a DIOS por permitir hacer mis sueños realidad, a la señora Norma, Rafael y Alex y demás familias que hicieron parte de este proceso; por la información suministrada, hospitalidad, a FUNDAEXPRESIÓN por el apoyo brindado para el desarrollo de la investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN.....   | 9  |
| ABSTRACT .....   | 10 |
| INTRODUCCIÓN.....  | 11 |
| OBJETIVOS .....  | 13 |
| Objetivo general .....   | 13 |
| Objetivos específicos .....  | 13 |
| JUSTIFICACIÓN.....   | 14 |
| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....  | 15 |
| HIPÓTESIS .....  | 18 |
| ANTECEDENTES.....  | 19 |
| MARCO TEÓRICO .....  | 24 |
| EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL, ECONÓMICO.....  | 24 |
| TÉCNICAS EN LA COSECHA DE AGUAS LLUVIAS.....   | 24 |
| EXPERIENCIAS EN EL USO DE LAS AGUAS LLUVIAS .....  | 27 |
| METODOLOGÍA.....   | 30 |
| ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN .....  | 30 |
| DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROBLEMA.....   | 31 |
| VARIABLES Y CATEGORÍAS DE ANÁLISIS.....  | 37 |
| FORMAS DE VALIDACIÓN .....   | 39 |
| POBLACIÓN .....  | 39 |
| PROCEDIMIENTOS.....  | 39 |
| TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....  | 40 |
| RESULTADOS .....   | 44 |
| Fotografías de los canales de recolección y conducción .....   | 52 |
| MATERIALES Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA.....   | 57 |
| USO DEL AGUA PARA USOS AGRÍCOLAS Y DOMESTICAS TOMANDO COMO CASO EL ESTUDIO DE LA FINCA LOS MULATOS EN LA VEREDA LA AGUADA DE MUNICIPIO DE LEBRIJA SANTANDER..... | 59 |
| PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA LLUVIA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA FAMILIA EN LA FINCA LOS                                   |    |

|  |    |
|--|----|
| MULATOS EN LA VEREDA LA AGUADA DE MUNICIPIO DE LEBRIJA SANTANDER.....  | 66 |
| FAMILIAS QUE HA REPLICADO LA EXPERIENCIA CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN LAS VEREDAS LA AGUADA, EL SALADO, EL OSO, EL SANTERO PARA USO EN LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS Y DOMÉSTICAS. .... | 67 |
| DISCUSIÓN.....   | 76 |
| CONCLUSIONES .....   | 82 |
| RECOMENDACIONES.....   | 84 |
| BIBLIOGRAFÍA.....  | 85 |
| ANEXOS.....  | 88 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Totales de precipitación en mm/año del IDEAM y Reserva campesina Los Mulatos.                                       | 46 |
| Tabla 2: Calculo captación de agua lluvia en el techo casa de cuatro aguas del año 2006 al 2013.                             | 49 |
| Tabla 3: Calculo captación de agua lluvia en el techo del aprisco de un agua del año 2006 al 2013.                           | 49 |
| Tabla 4: Calculo captación de agua lluvia en el techo del galpón de un agua del año 2006 al 2013.                            | 50 |
| Tabla 5: Calculo captación de agua lluvia en el techo del garaje de dos del año 2006 al 2013.                                | 50 |
| Tabla 6: Total agua lluvias captadas en el año 2013.   | 51 |
| Tabla 7: Cuadro resumen de la capacidad de almacenamiento de los tanques de agua lluvia.                                     | 54 |
| Tabla 8: Costos del sistema implementado en la reserva campesina Los Mulatos.  | 57 |
| Tabla 9: Costos de las reparaciones realizadas al sistema implementado en la reserva campesina Los Mulatos.                  | 58 |
| Tabla 10: Costos calculados del sistema proyectados teniendo como base el incremento del salario mínimo.                     | 58 |
| Tabla 12: Cantidad de agua lluvia destinada para lavado de loza y preparación de alimentos diario.                           | 60 |
| Tabla 11: Cálculo del agua lluvia captada del techo del galpón destinada para el consumo humano.                             | 61 |
| Tabla 12: Cálculo del déficit y excedente del agua lluvia para el consumo humano.  | 62 |
| Tabla 13: Cálculo del agua lluvia captada y destinada para el riego del cultivos y jardín.                                   | 64 |
| Tabla 14: Cantidad de agua lluvia destinada para riego diario.   | 65 |
| Tabla 15: Calculo déficit y excedente del agua lluvia para el riego.   | 66 |
| Tabla 16: Costos detallados del pozo construido por el señor Wilson Morantes.  | 74 |
| Tabla 16: Costos del sistema del señor Wilson Morantes al año 2014 con capacidad de almacenar 80.000 litros aproximadamente. | 75 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Componentes del sistema de captación de agua lluvia   | 44 |
| Figura 2: Comparativa de los acumulados anuales de los registros pluviométricos reserva campesina Los mulatos y el IDEAM. | 47 |
| Figura 3: Registro pluviométrico reserva campesina Los Mulatos, mes a mes del 2006 al 2013                                | 47 |
| Figura 4: Uso del agua y distribución del agua lluvia captada   | 55 |
| Figura 5: Otros uso y distribución del agua lluvia captada cuando escasea el agua del acueducto.                          | 56 |
| Figura 7: Cantidad de agua en porcentaje del agua lluvia captada y destinada para el consumo humano y riego.              | 66 |
| Figura 7: Ubicación geográfica y fotografías de las réplicas comunitarias.  | 72 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|   |    |
|---|----|
| Imagen1: Tanque con capacidad de almacenar 84.000 mil litros de agua lluvia.                                | 45 |
| Imagen2: Adaptación artesanal para la distribución del agua lluvia captada en tanques de depósito y reserva | 45 |
| Imagen 3: Pluviómetro de la reserva campesina los mulatos.  | 46 |
| Imagen 4: Casa del techo de cuatro aguas.   | 49 |
| Imagen 5: Apriscos del techo de un agua.  | 49 |
| Imagen 6: Galpón del techo de un agua.  | 50 |
| Imagen 7: Garaje del techo de dos agua.   | 50 |
| Imagen 8: Canal y tubería para la conducción del agua captada en el aprisco.                                | 52 |
| Imagen 9: Canal y tubería para la conducción del agua captada en la casa de cuatro aguas.                   | 52 |
| Imagen 10: Canal y tubería para la conducción del agua captada en galpón.                                   | 52 |
| Imagen 11: Canal y tubería para la conducción del agua captada en el garaje.                                | 52 |
| Imagen 12: Tanque con capacidad de 1.000 litros   | 53 |
| Imagen 13: Tanque con capacidad de 84.000 litros.   | 53 |
| Imagen 14: Tanque con capacidad de 200 litros.  | 53 |
| Imagen 15: Tanque con capacidad de 14.000 litros.   | 53 |
| Imagen 16: Tanque con capacidad de 2.000 litros.  | 53 |
| Imagen 17: Tanque del lavadero.   | 53 |
| Imagen 18: Trazado de excavación pozo en forrecemento.  | 68 |
| Imagen 19: Formación del Casquete.  | 68 |
| Imagen 20: Instalación de Malla.  | 68 |
| Imagen 21: Estanque terminado.  | 69 |
| Imagen 22: Pozo construido por el señor Ovido Cadena.   | 73 |
| Imagen 23: Pozo construido por el señor Luis Beltran.   | 73 |
| Imagen 24: pozo construido por el señor Félix Alarcon.  | 74 |
| Imagen 25: pozo construido por el señor Wilson Morantes.  | 74 |
| Imagen 26: Sistema tradicional para la captación de agua lluvia.  | 75 |
| Imagen 27: Sistema tradicional para la captación de agua lluvia.  | 75 |



## RESUMEN

El presente documento recoge los resultados de la investigación desarrollada en las veredas El Salado, La Aguda, El Santero, El Oso del municipio de Lebrija departamento de Santander - Colombia.

En esta se realizó con el objetivo de evaluar en términos sociales y económicos el impacto de la captación de agua lluvia como alternativa comunitaria ante la escasez y la contaminación del agua para el consumo humano y actividades agropecuarias en las veredas El Salado y La Aguada del municipio de Lebrija - Santander, Colombia. Para tal fin se identificaron los diseños y los componentes que hacen parte del sistema para la captación, almacenamiento y tratamiento del agua lluvia; a través de pruebas realizadas en laboratorio se evaluó las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua lluvia utilizada para el consumo humano y se valoró el agua para usos agrícolas y domésticos, tomando como caso el estudio de la finca Los Mulatos. A nivel comunitario, se identificó el número de familias que han replicado la experiencia de captación de aguas lluvias en las veredas La Aguada, El Salado, El Santero y El Oso para uso en las actividades agropecuarias y domésticas.

**Palabras Clave:** alternativas y escasas captación de aguas lluvias, contaminación del agua, ferrocemento, comunitario.

## **ABSTRACT**

This paper presents the results of research carried out in the villages of El Salado, The Aguda, El Santero, Bear Township Lebrija Santander department – Colombia.

This was done in order to assess the social and economic terms the impact of rainwater harvesting as a community alternative to the scarcity and pollution of water for human consumption and agricultural activities in the villages of El Salado and La Aguada Township Lebrija - Santander, Colombia. To this end designs and components that are part of the system for the collection, storage and treatment of rainwater were identified; through laboratory tests on the physical, chemical and microbiological properties of rain water used for human consumption and water for agricultural and domestic uses was assessed, taking as a case study of the farm The mulattoes were evaluated. At the community level, the number of families who have replicated the experience of capturing rainwater in the villages of La Aguada, El Salado, El Santero and Bear for use in agricultural and domestic activities was identified.

**Key Words:** alternatives and Community shortage rainwater catchment, water pollution, ferrocement.

## INTRODUCCIÓN

Con la finalidad de dar a conocer el impacto que ha tenido la captación de aguas lluvias se realizó un estudio de caso; en el cual se evaluó en términos sociales, económicos, el impacto de la captación de agua lluvia como alternativa comunitaria ante la escasez y la contaminación del agua para el consumo humano y actividades agropecuarias en las veredas El Salado y La Aguada del municipio de Lebrija - Santander, Colombia. En el estudio realizado se pudo identificar que un factor clave para la réplica de los sistemas de captación de agua lluvia fue apoyo técnico y económico brindador por la ONG FUDAEXPRESIÓN, las réplicas a nivel social han sido lideradas por hombre cuyas esposas están vinculadas AMMUCALE y por agricultores de la localidad que tienen necesidades de captar y almacenar agua lluvia para actividades domésticas y agropecuarias o almacenar agua de aljibes o del acueducto para el riego de cultivos de cítricos, cacao y piña.

Para la familia de la reserva campesina Los Mulatos la captación de aguas lluvias, reserva y almacenamiento ha sido una alternativa viable y de solución frente al problema de escasez y contaminación que presenta el agua en la localidad al momento de realizar actividades como el riego al cultivo, jardín, especialmente en época de verano, preparación de alimentos y lavado de loza diariamente; a bajo costo que contribuya a que la familia supla sus necesidades básicas que demanden el uso de agua. La demanda de agua lluvia según las actividades productivas y número de integrantes de las familia puede variar; para el presente estudio de caso la oferta de agua lluvia para actividades agropecuarias y domésticas es suficiente; para familias con requerimiento mayores se podría pensar en combinar la captación de agua lluvias a nivel de techos con prácticas de manejo y conservación de suelos que permitan la captación a nivel de suelo (coberturas vivas, coberturas muertas, zanjas de infiltración, terrazas de banco) inmersas en el manejo técnico de los cultivos en la localidad.

Por ultimo para hacer un uso eficiente de un sistema de captación de agua lluvia se requiere de un estudio que contemple aspectos técnicos y metodológicos tomando como base la oferta de agua lluvia y demanda de agua al interior de la familia que se beneficiaría.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar en términos sociales y económicos el impacto de la captación de agua lluvia como alternativa comunitaria ante la escasez y la contaminación del agua para el consumo humano y actividades agropecuarias en las veredas El Salado y La Aguada del municipio de Lebrija - Santander, Colombia.

### **Objetivos específicos**

Identificar el diseño y los componentes que hacen parte del sistema para la captación, el almacenamiento y el tratamiento del agua lluvia en la finca Los Mulatos en la vereda La Aguada de municipio de Lebrija - Santander.

Valorar el uso del agua para uso agrícola y domestica tomando como estudio de caso la finca Los Mulatos en la vereda La Aguada de municipio de Lebrija Santander.

Evaluar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua lluvia utilizada para el consumo humano en la familia en la finca Los mulatos en la vereda la Aguada de municipio de Lebrija, Santander

Identificar el número de familias han replicado la experiencia captación de aguas lluvias en las veredas La Aguada y El Salado para uso en las actividades agropecuarias y domésticas.

## JUSTIFICACIÓN

Una actividad que hace parte de las estrategias ambientales en la producción agroecológica es el uso sostenible y racional del agua, y para tal fin, desde la práctica se propone la protección de los nacimientos de agua, la descontaminación, el reciclaje de las aguas servidas y la captación de las aguas lluvias para el uso en las actividades agropecuarias y domésticas. La investigación tiene como objetivo estudiar el caso de la captación de aguas lluvias como alternativa comunitaria ante la escasez y la contaminación del agua para el consumo humano y actividades agropecuarias en las veredas El Salado y La Aguada del municipio de Lebrija - Santander, Colombia; esta una tecnología que surgió como respuesta a una necesidad del recurso hídrico. Al mismo tiempo se pretende sistematizar con un enfoque participativo el conocimiento que se ha venido generando de manera empírica frente a esta práctica que podría aportar a solucionar en parte la problemática en las comunidades que presenten dificultades de acceso al agua.

En Colombia son pocas las experiencias documentadas de las comunidades que han venido implementando esta práctica, la cual resulta novedosa porque se le va a dar un soporte científico a esta técnica, ya que aunque las comunidades se han beneficiado de dicho sistemas estos no han sido evaluados y sistematizados desde lo económico, ambiental, social y cultural.

Esta investigación resulta importante porque los resultados pueden ser divulgados y puestos a disposición de otras comunidades con condiciones similares a las de los habitantes de las veredas El Salado y La Aguada y desde el punto de vista teórico y práctico va a enriquecer las diversas alternativas documentadas en manejo eficiente de agua. Esta investigación no está por fuera de las técnicas y adelantos tecnológicos que se han trabajado en lo relacionado con el aprovechamiento y uso del agua de una manera racional como se propone desde la agroecología.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los habitantes de las veredas El Salado y La Aguada del municipio de Lebrija captan el agua para las actividades agropecuarias y domésticas de la microcuenca Angula-Las Lajas. Según el Plan de Manejo para la Microcuenca Angula Lajas de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Mesta de Bucaramanga - CDMB:

*“Esta microcuenca hace parte de la cuenca superior del río Lebrija, es considerada uno de los principales sistemas hidrográficos del departamento de Santander, tiene aproximada 21.538 hectáreas de extensión. La microcuenca atraviesa 31 veredas desde su nacimiento en la laguna natural El Pantano en Girón, hasta desembocar en el río Lebrija en el límite entre Lebrija y Rionegro, por el sitio denominado las Palmas.*

*La microcuenca es considerada de gran importancia para sostener la vida de más de 8.000 habitantes rurales que se surten para la realización de diversas actividades tipo agrícola, pecuario, doméstico, también surte a los habitantes de la zona urbana de Lebrija. El ecosistema de dicha microcuenca presenta un alto fragilidad ambiental, debido al deterioro de los suelos por erosión y pérdida de vegetación natural, contaminación ambiental y escasez del recurso hídrico”.*  
(CDMB, 2004, p.140)

A continuación se describe las principales amenazas ambientales que afectan dicha microcuenca y por ende la calidad y disponibilidad del agua para el consumo doméstico y la realización de las actividades agropecuarias en las veredas El Salado y La Aguada. *“Las empresas avícolas y piscícolas ubicadas en el territorio*

*que cruza la microcuenca, son algunas de las principales fuentes de contaminación directa del agua con los desechos y vertimientos".*  
(Fundaexpresión, 2004, p. 2)

Las actividades agroindustriales entre ellas el manejo de las aves y los cerdos demandan de grandes cantidades de agua y estas empresas toman el agua de la microcuenca y de esta manera se han venido apropiando del flujo de agua de las fuentes hídricas existentes.

*Se calcula, que la actividad avícola en Lebrija consume 590.000 m<sup>3</sup> de agua al año, que para el consumo de viviendas equivaldría al agua para 4.900 hogares; los monocultivos como la piña, que se realizan a suelo limpio, producen erosión y sedimentación de los cauces de agua, además que agravan la contaminación con el uso de agroquímicos tóxicos y gallinazas sin compostar.*

*El saneamiento básico de las zonas rurales es muy deficiente, no hay recolección de basuras y las viviendas carecen de pozos sépticos y sistemas sanitarios adecuados, el crecimiento de la población, el fraccionamiento de la tierra y las prácticas inadecuadas de uso del suelo han generado una fuerte presión sobre los recursos naturales, causando la pérdida de la cobertura de bosques y vegetación, dejando un suelo estéril y desértico.*

*La contaminación del agua ha provocado infecciones intestinales, brotes en la piel y parásitos que constituyen 20% de las causas de enfermedad en el municipio según datos del hospital de Lebrija y afecta la población más vulnerable como son niños, niñas, adultos mayores y animales.*  
(Fundaexpresión, 2004, p.2)



Por lo anterior, las principales fuentes de agua dulce que surten la vereda La Aguada y El Salado se encuentran contaminadas con agentes biológicos y químicos, al igual que las cuencas de agua dulce está perdiendo su capacidad hídrica. Debido al uso indiscriminado de paquetes tecnológicos en las actividades agropecuarias (monocultivo de piña, granjas de dedicadas a la avicultura y porcicultura) con un alto impacto negativo en el medio ambiente, así la tala de bosques con el fin de ampliar la frontera agrícola, la falta de saneamiento básico en las viviendas, el uso irracional del agua de las granjas avícolas y porcícolas de la localidad, lo cual ha sido causante de que el agua para actividades domésticas y agropecuarias esté contaminada con agentes biológicos y químicos.

El agua apta para las actividades domésticas y actividades agrícolas es escasa en la localidad y hay problemas de salud en la comunidad; además de ser causa importante en el cambio climático en la localidad, manifestado en altas temperaturas de día y bajas temperaturas en la noche, cambios en el régimen y comportamiento de las lluvias.

A fin de adaptarse a las condiciones locales y como una alternativa de solución frente a la problemática que afronta la comunidad ante la contaminación y escasez del agua para las actividades domésticas y las actividades agropecuarias en esta localidad se han implementado sistemas para la cosecha de aguas lluvias que permite captar y almacenar las aguas lluvias que caen sobre áreas techadas como las viviendas, entre otras para luego ser utilizadas en actividades agrícolas y pecuarias.

¿Cuál ha sido el impacto que ha tenido la captación de aguas lluvias en términos sociales y económicos en las veredas El Salado y La Aguada del municipio de Lebrija - Santander, Colombia?

## **HIPÓTESIS**

La captación de aguas lluvias es una alternativa viable de solución ante la contaminación y escasez de agua potable para realización de actividades agropecuarias y domesticas para las comunidades campesinas de las veredas La Aguada y El Salado del municipio de Lebrija, Santander - Colombia.

## ANTECEDENTES

A continuación se presentan tres experiencias relacionadas con la captación y uso del agua lluvia.

De acuerdo con una investigación titulada Sistemas de Aprovechamiento de Agua Lluvia para Vivienda Urbana, realizada por José Alejandro Ballén Suárez<sup>1</sup>, Miguel Ángel Galarza García<sup>2</sup>, Rafael Orlando Ortiz Mosquera<sup>3</sup> del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de la Universidad Nacional, realizaron un estudio sobre los Sistemas de Aprovechamiento de Agua Lluvia para Vivienda Urbana como una propuesta para el abastecimiento parcial de agua en las viviendas ubicadas en zonas urbanas.

Este trabajo se realizó como una respuesta a la reducción de la oferta hídrica en los municipios de Colombia, debido a la contaminación de las aguas superficiales y el proceso de degradación que sufren las cuencas. El IDEAM afirma, que si estos procesos no se modifican para el año 2015, en condiciones hidrológicas secas, el 60% de la población colombiana podría estar en alto riesgo de desabastecimiento de agua, y que para el año 2025 el valor alcanzaría el 66%.

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia - Ingeniero Civil – Departamento de Ingeniería civil y Agrícola –Unidad de Hidráulica – Bogotá, Colombia. E-mail: [jballens@unal.edu.co](mailto:jballens@unal.edu.co)

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia - Ingeniero Civil – Departamento de Ingeniería civil y Agrícola –Unidad de Hidráulica – Bogotá, Colombia. E-mail: [magalarzag@unal.edu.co](mailto:magalarzag@unal.edu.co)

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Colombia - Ingeniero Civil – Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola –Unidad de Hidráulica – M. Sc. En Docencia – Candidato a M. Sc. en Recursos Hidráulicos – Director de la Unidad de Hidráulica -Integrante GIREH (Grupo de investigación de Recursos Hídricos) - Bogotá, Colombia.

En la construcción de la metodología de pre diseño de sistemas de aprovechamiento de agua lluvia, se ha tenido en cuenta dos aspectos fundamentales: la Factibilidad Técnica y la Factibilidad Financiera. El diseño del sistema es un proceso iterativo, donde al final de cada etapa se evalúan los parámetros para lograr que el producto último sea funcional y económico; pero si la implementación del sistema es totalmente inconveniente por sus altos costos y/o bajo nivel de funcionalidad la aplicación de la metodología de modelación evidenciará este hecho sugiriendo la no realización del proyecto.

Las principales construcciones de esta investigación permiten afirmar que la aplicación de la metodología propuesta a diferentes casos de estudio lleva a afirmar que es factible utilizar sistemas tecnificados de aprovechamiento de agua lluvia en Colombia en edificaciones de vivienda urbana ubicados en lugares con deficiencias en el suministro, baja calidad del agua o costos elevados. Estos sistemas son más eficientes cuando se combinan con otras fuentes de abastecimiento. Extrapolando los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que la aplicación de estos sistemas es factible en condiciones diferentes a las de vivienda urbana, por ejemplo en edificaciones institucionales, comerciales o industriales ya que existen grandes áreas de cubiertas y las demandas de agua son menores haciendo que el sistema entregue una eficiencia muy alta. En el caso de las edificaciones de usos comercial o industrial los precios del agua potable son mayores, haciendo rentable el uso de agua lluvia. El ambiente propicio para un sistema de aprovechamiento de agua lluvia son las zonas rurales o semiurbanas, ya que la densidad de personas por área de cubierta es muy baja debido al desarrollo horizontal de las construcciones, aumentando la eficiencia del sistema, además en estas zonas existen amplios espacios para la ubicación de un tanque de almacenamiento de agua lluvia de gran tamaño.

En la investigación titulada Uso del Agua Lluvia en la Bacana – Buenaventura, realizada por Sánchez, L. D. y Caicedo, E. Y. del Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación

del Recurso Hídrico de la Universidad del Valle realizaron un estudio relacionado con el Uso del Agua Lluvia en la Bacana – Buenaventura con los objetivos del identificar las formas de uso del agua lluvia en la localidad y evaluar participativamente los sistemas de captación y almacenamiento del agua lluvia en esta localidad.

La metodología se desarrolló siguiendo los siguientes pasos: a) investigación preliminar para identificar las zonas, tipo de uso de los sistemas y recolección de información pluviométrica; b) desarrollo de instrumentos de recolección de información; c) identificación del número de viviendas por zona para hacer seguimiento al uso de los sistemas; d) talleres comunitarios para el seguimiento y e) análisis de la calidad del agua.

En conclusión, en esta investigación determinó que el agua lluvia se usa y es aceptada por la comunidad de la Bocana, el 83% de las viviendas la usa en diferentes formas: agua lluvia sola (27%), agua lluvia-acueducto (42%), agua lluvia-acueducto-río (7%), agua lluvia-aljibe (2%). El agua lluvia se utiliza para consumo doméstico, lavado de ropa, preparación de alimentos y aseo personal. Esta técnica ha garantizado la satisfacción de la demanda básica de la comunidad, dado que el sistema entubado no ha cumplido con el nivel de servicio esperado.

Las precipitaciones son suficientes en cantidad y calidad para el suministro, pero existen limitaciones para un mejor aprovechamiento por deficiencias en el área de los techos y tanques de almacenamiento. El área promedio de techo es de 70 m<sup>2</sup> y el volumen del tanque es de 250 litros en el 78% de las viviendas. En los periodos secos la dotación es limitada alcanzando valores de 15 l/h/día. Hay alta viabilidad para el agua lluvia, pues para un periodo de 10 años, el mes más seco presenta 15 días seguidos sin lluvia (Enero) y el de mayor precipitación (Abril y Agosto) se registran entre 28 y 29 días seguidos de lluvia.

En los muestreos realizados se encontró presencia de coliformes fecales en los tanques, situación causada por la falta de cubrimiento y la ausencia de la desinfección. El agua lluvia antes de interceptar el techo no presenta riesgo microbiológico.

El 76% de las familias hacen operación y mantenimiento en los tanques de cada 1 – 8 días, pero no se evidencia mantenimiento de los techos y canales. Adicionalmente el 39% de los tanques están descubiertos incrementando el riesgo sanitario. La comunidad con el apoyo de las instituciones debe adelantar el mejoramiento del volumen del tanque y área de captación e implementar un programa de seguimiento en operación y mantenimiento de la calidad del agua almacenada. Las acciones deben considerar procesos educativos con la comunidad en relación a la planeación y diseño, operación y mantenimiento, integralidad con el saneamiento y la higiene.

En la investigación titulada Potabilización del agua lluvia rodada por medio de filtraciones en múltiples etapas modificada, México y realizada por Sofía E. Garrido Hoyos (Tomado el 28 de abril del 2012) Realizó el Trabajo Potabilización de Agua de Lluvia Rodada por medio de Filtración en Múltiples Etapas Modificada, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua de México. El propósito de este trabajo fue desarrollar un sistema de captación y tratamiento de agua de lluvia a nivel domiciliario y colectivo en la zona norte del Estado de Morelos.

En la metodología se analizaron tres puntos de muestreo en tres fechas diferentes (noviembre 2004 a julio 2005). El primero de ellos fue al agua de lluvia captada del techo de una casa y almacenada en una cisterna; el segundo fue para el agua de lluvia rodada del sistema colectivo, Villa Nicolás Zapata y el tercero el agua captada del techo de la iglesia en Jumiltepec. Los análisis físico-químicos y microbiológicos se realizaron según las Normas Mexicanas y Métodos Hach.

Las principales construcciones de este trabajo fueron:

- El agua de lluvia es una excelente solución alternativa en el abastecimiento de agua para uso y consumo humano, en zonas donde no existen o son muy deficientes los sistemas de abastecimiento formales.
- La captación de agua de lluvia es una práctica común en los municipios de la zona norte del estado de Morelos, sin embargo su uso es muy desordenado, no existiendo las etapas de planeación, diseño, construcción y mantenimiento.
- La tecnología de filtración en múltiples etapas modificada (FIMEM), es apta para tratar agua de lluvia rodada, obteniéndose un efluente con una calidad de agua que cumple con la NOM-127-SSA1-1994.
- Con base en los resultados de las pruebas de tratabilidad se lograron eficiencias de eliminación de 94.5% para turbiedad y 93.3% para color verdadero.
- Las tasas de filtración (0.75 y 0.31 m/h) son las adecuadas para el diseño del sistema de filtración (FIMEM).
- El sistema domiciliario de captación, conducción, almacenamiento y tratamiento propuesto para Jumiltepec, resolverá el problema de abastecimiento de agua para la familia y el servicio de agua para el buen funcionamiento de la iglesia.
- Desde el punto de vista financiero los proyectos de captación y tratamiento, FIMEM, de agua de lluvia, son mayores los beneficios que los costos debido al bajo costo de mantenimiento y operación.
- Se requieren programas a mediano y largo plazos, que permitan implementar la captación de agua de lluvia con apoyos técnicos y económicos (costos compartidos).

## MARCO TEÓRICO

### EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL, ECONÓMICO.

Para el desarrollo de esta investigación el ejecutor de la misma definió por evaluación social y económica lo siguiente:

**Impacto social:** Para este estudio de caso por evaluación de impacto social se entiende la identificación a nivel comunitario del número de familias que en la localidad están captando aguas lluvias, los cambios que se han dado dentro de la cultura de la familia a partir de la captación del agua lluvia, el diseño y componentes que hacen parte del sistema para la captación, almacenamiento, tratamiento del agua lluvia.

**Impacto económico:** Identificación de los materiales y costos de la implementación del sistema para la captación de aguas lluvias.

la cuantificación de la cantidad de agua limpia captada y utilizada para el uso doméstico y agropecuario, identificación de la precipitación pluvial de la localidad desde la fecha que fue implementado el sistema, el estudio de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua lluvia utilizada para el consumo humano a fin de establecer su calidad.

### TÉCNICAS EN LA COSECHA DE AGUAS LLUVIAS

La Organización Panamericana de la Salud – OPS (2004) define la captación de



aguas lluvias como una técnica que permite obtener agua para el consumo humano y uso agrícola donde no se dispone o es escasa el agua dulce superficial para dichas actividades. La captación de aguas lluvias con fines domésticos se realiza a nivel de techos, utilizando la superficie de los techos como sistema de captación evitando así su contaminación. El agua lluvia después de ser interceptada, colectada, es almacenada para su posterior uso.

Para la captación de aguas lluvias con fines agrícolas requiere de mayores superficies de captación, ya que se requiera mayores volúmenes de agua que el uso doméstico debido a que algunas especies agrícolas demandan de grandes cantidades de agua.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) identifica las siguientes ventajas con la captación del agua lluvia para el consumo doméstico entre las cuales se encuentra:

*“Alta calidad físico química del agua de lluvia, Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas. Empleo de mano de obra y/o materiales locales, no requiere energía para la operación del sistema, es fácil de mantener, y comodidad y ahorro de tiempo en la recolección”.*

(Organización Panamericana de la Salud, 2004, p. 3)

Y al mismo presentan desventajas *“Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos, y la cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación”* (Organización panamericana de la salud, 2004)

Para la Organización Panamericana de la Salud en el diseño de un sistema para la captación de aguas lluvias se debe tener en cuenta los factores de tipo social, técnicos y económicos.

El factor técnico hace referencia a la oferta y la demanda del agua, la oferta de agua está relacionada con la precipitación pluvial durante el año con sus

variaciones estacionales de la misma. La demanda depende de necesidad y los usos que se quieran dar al agua.

El factor económico está relacionado con la inversión económica que se requiere para la implementación del sistema, el área de captación y volumen de almacenamiento, según la OPS se recomienda tener en cuenta: *“En la evaluación económica es necesario tener presente que en ningún caso la dotación de agua debe ser menor a 20 litros de agua por familia y por día, la misma que permite satisfacer sus necesidades básicas elementales”*. El factor social se debe tener en cuenta los hábitos y costumbres de la familia o comunidad.

La OPS describe que el sistema para la captación de aguas lluvias está compuesto por los siguientes elementos: a) captación, b) recolección y conducción c) interceptor d) almacenamiento.

La captación está conformada por el techo de la vivienda, la cual debe de contar con pendientes y superficies adecuadas que faciliten el escurrimiento del agua lluvia hacia la recolección, entre los materiales utilizados se encuentran las tejas de zinc, eternit y arcilla.

La recolección y conducción está conformada por canales que van aproximados en los bordes bajo el techo, donde el agua se acumula evitando que caiga al suelo, el material para las canales debe ser liviano y garantizar la higiene en el agua.

El interceptor o dispositivo de descarga captar las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que se encuentran al inicio de la lluvia, este impide que el material indeseable y que pueda afectar la calidad del agua ingrese al tanque de almacenamiento.

La zona de almacenamiento es la obra destinada a almacenar el volumen de agua necesaria para el consumo diario en tanques, pozos etc.

Según la OPS la unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

*“Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración, de no más de 2 m de altura para minimizar las sobre presiones, con tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar, disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias, la entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales, dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje, los tipos de tanques de almacenamiento de agua de lluvia que pueden ser empleados en el medio rural pudieran ser construidos con los materiales siguientes: mampostería para volúmenes menores 100 a 500 L, ferrocemento para cualquier volumen, concreto para cualquier volumen”. (Organización panamericana de la salud, 2001, p.6)*

Es necesario el tratamiento del agua retirada y destinada para el consumo directo de las personas antes de si ingesta, en el cual se debe de realizar la remoción de las partículas o parásitos que puedan ser perjudiciales para la salud. El tratamiento se puede realizar a través de filtro de arena seguida de la desinfección con cloros. – identificar los componentes del sistema

## **EXPERIENCIAS EN EL USO DE LAS AGUAS LLUVIAS**

Para Fonseca Álvaro (2010) la captación de aguas lluvias y el almacenamiento para luego ser utilizada en actividades de tipo agrícola, pecuario y doméstico es una de las tecnologías más antiguas en el mundo y de la cual los seres humanos se han beneficiado desde hace miles de años; algunos sistemas encontrados para la captación de aguas lluvias tiene unos 4000 años de antigüedad y fueron hallados en el desierto de Negev, en Israel y Jordania. A los pozos que los romanos implementaron para almacenar agua lluvia se le llamaba “impluvium” los cuales estaban ubicados a unos 30 cm por debajo del nivel del suelo, normalmente era conectado a un tanque almacenaba exceso de agua, para ser utilizada en momentos de necesidad, algunos eran contraídos en mármol y adornados con pequeñas estatuas.

Los sistemas implementados por los mayas “chultuns” que se caracterizaban por ser unas grandes cisternas subterráneas en forma de botella y el agua que allí recogían la utilizaban en el riego de los cultivos.

Las casas en Nicaragua en la época de la colonia española contaban con un sistema para que contaba de una gran pila para almacenar las aguas lluvias de los techos de las viviendas. Hoy día en países como China, Norte de África, Egipto, Brasil, México, Perú entre otros se han ejecutado proyectos con el objetivo de captar y almacenar aguas lluvias.

*“Uno de los más exitosos es el proyecto de cosecha de agua de lluvia que se lleva a cabo desde 1995 en la seca provincia de Gansu donde la precipitación promedio es de 300 milímetros/año en la China con 1.2 millones de agricultores beneficiados y ha permitido el riego suplementario de 236 mil hectáreas, agua para un millón de cabezas de ganado” (Fonseca, 2010, p.1).*

En el norte de África debido a sus condiciones ambientales y escasez de agua lluvia, el estado ha impulsado proyectos que apoyan la construcción de sistemas para la captación y almacenamiento de aguas lluvias especialmente en los países que colindan con el desierto de Sahara como Argelia, Egipto, Marruecos, Sudan y Libia.

En América Latina, específicamente en Brasil el gobierno ha impulsado numerosos proyectos, entre los ejecutados se encuentra la construcción de 500 pozos superficiales para uso comunitario en la década de 1990 con el fin de captar aguas subterráneas; en Perú se tiene proyectado la construcción de 100 pozos y 30 reservorios como una medida de adaptación a la escasez de agua debido al calentamiento global. “En enero de 2009, en México, la Secretaria del Ambiente se creó la Dirección Especial de la Cosecha de Agua para la captación de agua de lluvia entre los habitantes de la ciudad de México”. (Fonseca, 2010, p.1)

Es así como en México y Perú se han creado centros con el fin de capacitar a la ciudadanía en tecnologías para el diseño y construcción de obras de captación de

agua de lluvia. Dentro de las tecnologías diseñada y desarrollada se encuentran dos sistemas que permiten la captación del agua lluvia. Un método es del techo de las casas, edificios y la capacidad de almacenamiento varía dependiendo del tamaño de la zona de captación y del depósito los cuales son construidas en ferrocemento y el otro sistema es la construcción de obras de mayor escala como reservorios, lagunas, presas para captar y almacenar el agua de lluvia de escorrentía en una ladera.

En otras localidades donde el agua es escasa *cómo en África subsahariana, una gran parte de la tierra esta ubicada en zonas donde por las condiciones climáticas el agua normalmente es escasa y en medio de esta el agua es abundante para las actividades agrícolas* (Altieri & Nicholas, 2009).

Según Altieri y Nicholas (2009), uno de los problemas que afronta África subsahariana es la pérdida del agua por escorrentía superficial, evaporación, filtración por horizontes más profundos del suelo; uno de los principales desafíos que afrontaron los agricultores fue hallar la forma de captar el agua a nivel de suelo en épocas de lluvias, para disponer de esta en época de escasez y con este propósito de desarrollaron adaptaron tecnologías tradicionales para la cosecha de aguas lluvias a nivel de suelo.

En Túnez, México ante la escasez de agua, los cultivos siempre están en riesgo de sufrir sequía fisiológica y por este motivo el agua lluvia es rápidamente cosechada, almacenada y transferida a los cultivos evitándose su pérdida por evaporación e infiltración a través de técnicas que las comunidades indígenas han desarrollado. Entre las técnicas aplicadas se encuentra la selección y siembras de plantas con un alto valor nutricional que demandan poca cantidad de agua para su desarrollo y son resistente a sequías, la construcción zanjas de infiltración, terrazas, barreras, aplicación de materia orgánica, que tiene como propósito disminuir la escorrentía del agua.

## METODOLOGÍA

### ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación está enmarcada dentro de la línea de desarrollo sostenible y ambiental, la cual está enfocada en el análisis de problemáticas y plantear un modelo local que contribuya a la adecuada y racional utilización de los recursos naturales.

La investigación es de tipo descriptiva evaluativa ya que la realización de esta investigación tiene como objetivo evaluar y caracterizar en términos sociales, ambientales y económicos el impacto de la captación del agua lluvia en las veredas El Salado y La Aguada en el municipio de Lebrija, Santander y estudio de caso, Friedlander y Morra (2001, p. 2) definen el estudio de caso *como “un método de aprendizaje acerca de una situación compleja; se basa en el entendimiento comprensivo de dicha situación el cual se obtiene a través de la descripción y análisis de la situación la cual es tomada como un conjunto y dentro de su contexto”*.

El enfoque de la presente investigación a realizarse es cuantitativo ya que en el proceso de recolección de la información en campo y sistematización de la misma se requiere la realización de algunos balances hídricos que permitirán la identificación de los volúmenes y valor económico de la producción obtenidos a partir del uso del agua lluvia para las actividades agrícolas, pecuarias, cuantificación de los materiales y costos de implementación del sistema para la captación de aguas lluvias, la cuantificación de la precipitación pluvial a la fecha y la cantidad de agua lluvia captada, las pruebas de laboratorio para determinación

de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua lluvia utilizada para el consumo humano.

Y al mismo tiempo con enfoque cualitativo/descriptivo ya que para la recolección de la información en campo se aplicaran técnicas como lo son las entrevistas, análisis documental, diario de campo, observación participe las cuales son comúnmente aplicadas en las investigaciones de tipo cualitativo con el fin de identificación del número de familias que están captando aguas lluvias en las veredas para el uso en las actividades agropecuarias, domésticas y la identificación del diseño y los componentes que hacen parte del sistema para la captación, almacenamiento y tratamiento del agua lluvia a nivel familiar y comunitario. Para la realización de esta investigación se evaluara y documentara en detalle el caso de unas de las familias que han venido captando aguas lluvias en la finca Los Mulatos, vereda La Aguada del municipio de Lebrija, Santander - Colombia.

## **DESCRIPCION DEL AREA DEL PROBLEMA**

Según la CDMB (2004) la microcuenca de la quebrada Angula-Lajas hace parte de la cuenca superior del río Lebrija, ubicándose al Nororiente del departamento de Santander con una extensión de 21.538 hectáreas aproximadamente, la microcuenca Lajas posee una extensión de 3116 hectáreas, de las cuales 489 pertenecen a Girón - veredas Bocas y Aguada - y 2.301 hectáreas a Lebrija - veredas Aguada y El Santero.

La topografía de sus suelos es ondulada, quebrada, con una pendiente del 50 y 75% caracterizada por ser escarpada que conlleva a procesos erosivos significativos, acelerados por el mal uso dado a la mayoría de estos.

La precipitación media mensual tiene una distribución bimodal, con una temporada lluviosa en el primer semestre, registrada en los meses de abril y mayo, época en la cual caen 390.9 mm de precipitación, o sea el 33% de la lluvia anual. Un segundo período de lluvia se presenta en los meses de octubre y noviembre con

263.8 mm, o sea el 22.4 % de la lluvia anual. También se registran dos épocas de menores lluvias, una entre junio y agosto, y la otra entre diciembre y febrero.

Existen dos períodos de excesos de lluvias que probablemente se pierden por escorrentía y evapotranspiración debido a que los suelos no presentan coberturas. En las épocas secas del año la Evapotranspiración es mayor que precipitación. Los suelos en las microcuencas Angula – Lajas son poco evolucionados, desarrollados a partir de limolitas y areniscas; moderadamente profundos, bien drenados y con problemas de erosión.

Los bosques se clasifican en bosques seco premontano y húmedo premontano caracterizado por, el bosque seco premontano, está conformado por pastos en forma de juncos de bajo valor nutritivo (pajonales), acompañados con asociaciones de especies como el gaque (*Clusia aff. memorosa*), zanca de diablo (*Miconia sp.*), arrayancito (*Calyptranthes sp.*), pega mosco (*Befaria resinosa*) y manchador (*Vismia multiflora*). El bosque húmedo premontano está conformado por relictos de bosque secundario donde predominan especies como el cedrillo, cucubo, mulato, laurel, copillo, cúcharo, guacharaco entre otras.

De igual manera, los árboles de valor económico y social se han venido explotando por años, entre las especies con esta características están: laurel, pajarito, nauno, mulato, estas especie se ubican protegiendo zonas de nacimientos y rondas de las quebradas, que se consideran como únicos relictos de bosque en estos sitios. Las familias más predominantes en la Microcuenca son: Anacardiaceae, Mimosaceae, Lauraceae, Compositae, Moraceae, Meliaceae, Caesalpiniaceae, Rutaceae, entre los nombres comunes figuran: caracolí, cedro, tachuelo.

La fauna se encuentra casi en su totalidad intervenida, disminuyendo la diversidad de fauna silvestre, limitada a especies a poco número de especies que se encuentran marginadas a áreas muy reducidas, especialmente al sur de la cuenca donde aún se observan relictos de bosque que representan su hábitat original.



La tala y quema, para la implementación de cultivos limpios como la piña, cítricos y actividades pecuarias (porcicultura, avicultura) han reducido las zonas con vegetación en la microcuenca, dejando solo manchas aisladas de bosque secundario en estado de sucesión

De las especies encontradas los mamíferos y reptiles se encuentran muy reducidos; en este sentido las siguientes especies se encuentran en vía de extinción, como son: El zorro pato, armadillo, picure, tinaja y cuerpo espín entre los mamíferos; de los reptiles figura la iguana.

Con respecto a las aves en la microcuenca, se nota que la mayor variedad se reporta en zonas donde hay mayor alimento, es decir, en las áreas de grandes cultivos; llevando a un notorio aumento en la variedad y diversidad de aves como: la perdiz de bosque, carpintero, pechirojo, cardenal pico plata, golondrina, azulejo, buitres o gallinazos, garcita blanca entre otras.

La micro cuenca presenta una alta demanda por el recurso hídrico para actividades agrícolas, pecuarias (porcicultura y avicultura), presentándose conflictos por el uso inadecuado en estos sectores por la gran cantidad de mangueras instaladas en la zona, sin ningún control produciendo la escases del recurso hídrico en época de verano, adicionalmente a esto la deforestación de los bosques en los bordes de las quebradas y cuerpos de agua con el fin de ampliar la frontera agrícola para la implementación de mono cultivos de piña.

El sistema de producción agrícola presenta un alto porcentaje de aparcería como forma de tenencia y explotación que sumado a la existencia de un mayor porcentaje de pequeños propietarios productores de piña, se convierte en los mayores agentes del uso inadecuado del suelo, produciendo grados crecientes de erosión y degradación, reducción de los caudales de agua y de su calidad.

La avicultura se ha convertido en un medio para la propagación para la mosca de la piña convirtiéndose en el principal factor del deterioro de la fruta con pérdidas en la actividad hasta de un 20% de la producción, aproximadamente 30 toneladas en

el año e igualmente produciendo el incremento de los gastos de producción principalmente de insumos.

La contaminación ambiental del agua de la microcuencas se ha venido dando por el vertimiento de desechos y sub productos de avicultura y porcicultura sin ningún tratamiento previo e igual por el uso de insecticidas y pesticidas para el control de plagas para la producción agrícola manifestada en las mayores tasas de morbilidad representadas en enfermedades respiratorias agudas (38.7 %) y en enfermedades diarreicas y enteritis por la contaminación del agua (32.2 %).

Según observaciones de campo realizadas por el investigador por espacio de varios años y notas consignadas en su diario de campo y en el territorio de la microcuenca se encuentran geográficamente ubicadas las veredas El Saldado y Santero cuya principal actividad económica es el cultivo de la piña, porcicultura, avicultura, cítricos, actividades productivas que se han constituido en una amenaza ambiental para la microcuenca y por ende ha venido afectando la calidad y disponibilidad del agua para el consumo doméstico y la realización de las actividades agropecuarias en las veredas.

El Salado y La Aguada que la presencia de empresas avícolas y porcícolas, genera contaminación directa del agua con sus desechos y vertimientos como se mencionó en el planeamiento del problema. Además estas empresas le han sido concesionadas grandes cantidades de agua y se están apropiando de las pocas fuentes hídricas existentes en lo localidad.

La población afectada por la problemática son habitantes de la vereda El Salado y La Aguada, campesinos de bajos recursos, que viven con la familia en sus fincas. Sus principales actividades productivas son cultivos transitorios, cítricos, y el monocultivo de la piña, las veredas cuentan con servicio de luz, carretera, escuela, aunque no hay servicio de alcantarillado y saneamiento básico, los niños realizan la primaria en la escuela de la localidad y la secundaria en un establecimiento educativo cercano, el nivel de escolaridad más alto que alcanzan la mayoría de los jóvenes es el bachillerato.

En esta comunidad han hecho presencia organizaciones gubernamentales y ONG que han brindado formación no formal a hombres y mujeres de esta localidad en técnicas de producción agroecológica para el área agrícola y pecuaria en la localidad. La vereda cuenta con una junta de acción comunal quien gestiona por las necesidades de la comunidad ante la administración municipal y de administrar el acueducto comunitario que surte de agua las veredas El Santero, La Aguada y El Salado. Un buen número de las mujeres de esta localidad se encuentran asociadas a la Asociación Municipal de Mujeres Campesinas de Lebrija – AMMUCALE y ha venido adelantando en la localidad actividades productivas tendientes a aprovechar los recursos naturales de manera racional, sostenible y conservar el medio ambiente.

AMMUCALE es una Asociación de Mujeres Campesinas del Municipio de Lebrija que se encuentra ubicado en el departamento de Santander y está integrada aproximadamente por 250 mujeres de 12 veredas.

Integrado por 25 de mujeres en la vereda El Santero y El Salado se encuentra el comité de mujeres perteneciente a AMMUCALE quienes ante la problemática ambiental que afecta a la comunidad ha venido trabajando con la familias en el concepto de granjas integrales y para el manejo agronómico de los cultivos y cuidado de los animales han venido aplicando tecnologías y técnicas de producción agroecológicas como abonamiento orgánico con abonos y líquidos, sólidos que son producidos en cada una de las fincas con los sub productos de cosecha.

Prácticas de manejo y conservación de suelos entre las cuales se encuentran las coberturas vivas y muertas con el fin de proteger la superficie del suelo de la erosión y los rayos del sol, manejo ecológico de plagas y enfermedades con preparados a base de plantas y sales minerales.

Mingas para la siembra de cultivos asociados en sistemas agroforestales que permiten dentro del sistema el reciclaje de materia orgánica y la producción diversificada, rescate y la conservación de las semillas criollas, la cría de lombriz para la producción de humus y lixiviado, peces, camuros y gallinas criollas,

establecimiento de bancos de forrajes para la alimentación de especies pecuarias, conservando ecosistemas estratégicos con el fin de proteger las cuencas hídricas de la vereda y ante la escasez de agua para las actividades agropecuarias y domésticas implementaron un sistema que les permite cosechar y almacenar aguas lluvias del techo de sus viviendas.

Con el fin de darle un valor agregado a la producción han desarrollado procesos artesanales de agroindustria en la elaboración de conservas, productos medicinales y aromáticos, vinos, artesanías; los productos son utilizados para el autoconsumo y comercializados en mercados veredales, urbanos y ferias agroecológicas. Para esta localidad las actividades se han constituido en una opción productiva diferente o alternativa al mono cultivo de la piña.

A pesar de las dificultades sociales, económicas y ambientales este grupo de mujeres ha generado estrategias tecnológicas, sociales que les ha permitido adaptarse, desarrollar sus capacidades y potencialidades como mujeres campesinas en la localidad, ser parte de la solución de sus problemas y ser ejemplo para otras comunidades campesinas que han replicado el trabajo que éstas han venido realizando.

La experiencia de este grupo de mujeres inició en 1996 y con sus acciones se ha aportado en la transformación de las relaciones de género y han sido las protagonistas de la generación de conocimiento, adopción y aplicación de nuevas tecnologías al igual que las promotoras del desarrollo integral de su familia y comunidad.

## VARIABLES Y CATEGORIAS DE ANALISIS.

En la siguiente matriz se presentan las variables, técnicas e instrumento diseñados y aplicados para el desarrollo de la investigación.

| VARIABLE                                       | CATEGORIA DE ANALISIS  | TÉCNICA  | INSTRUMENTO  |
|--|--|--|--|
| 1. Sistema para la captación de agua lluvia.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseños para la captación.</li> <li>- Depósitos para el almacenamiento.</li> <li>- Sistema para el tratamiento.</li> <li>- Registros pluviométricos.</li> <li>- Condiciones agroclimáticas</li> <li>- Materiales de construcción.</li> <li>- Costos de construcción.</li> <li>- Mantenimiento del sistema.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista a familia del estudio de caso</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía para la realización de entrevista</li> </ul> |
| 2. Balance hídrico                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumen del agua lluvia que entra al mes al sistema.</li> <li>- Volumen del agua lluvia que sale al mes al sistema.</li> <li>- % del agua lluvia que sale del sistema utilizada para actividades agrícolas y pecuarias.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Balance hídrico</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía para la realización de entrevista</li> </ul> |
| 3. Actividades agrícolas y pecuarias obtenidas | <ul style="list-style-type: none"> <li>- % del uso del agua producción agrícola anual</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- balance hídrico</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía para la realización de entrevista</li> </ul> |

|                                    |  |   |  |
|------------------------------------|--|---|--|
| con base en el uso del agua lluvia | <ul style="list-style-type: none"> <li>- % del uso del agua producción pecuaria anual</li> <li>- Ingresos por productos agrícolas y pecuarios.</li> <li>- Cantidad de agua lluvia empleada para riego.</li> </ul>  |   |  |
| 4. Actividades domésticas.         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumen de agua para lavado de ropa.</li> <li>- Volumen de agua para Cocina.</li> <li>- Volumen de agua para Sanitario.</li> <li>- Volumen de agua para Ducha.</li> <li>- Volumen de agua para Jardín.</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía para la realización de entrevista</li> </ul> |
| 5. Familias de réplica.            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseños para la captación.</li> <li>- Depósitos para el almacenamiento.</li> <li>- Sistema para el tratamiento.</li> <li>- costos del sistema.</li> <li>- # de familia que implementaron el sistema.</li> <li>- usos del sistema</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Encuesta</li> <li>- Visita de campo</li> <li>- Mapa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuestionario</li> </ul>                           |

## FORMAS DE VALIDACIÓN

Como formas de validación, se utilizó la triangulación, tanto de métodos como de fuentes como el IDEAM y otros estudios para la validación interna de los datos recogidos, verificando las conclusiones convergentes a partir del análisis de los datos aportados por los diversos actores del proceso; se realizó ponderación de evidencias.

## POBLACIÓN

Grupo de familias que han venido captando aguas lluvias en las veredas El Salado y La Aguada en el municipio de Lebrija del departamento de Santander; esta técnica obedece a una serie de técnicas desarrolladas y aplicadas como medida de solución frente a la escasez de recurso hídrico y la contaminación que afrontan en las comunidades donde habitan un promedio de 100 – 150 familias dedicadas a la realización de actividades agropecuarias que requieren de agua.

## PROCEDIMIENTOS.

Las siguientes son las fases que se siguieron en el proceso de ejecución de la investigación

| FASE                                  | ACTIVIDAD   |
|---------------------------------------|---|
| <b>1. Fase conceptual</b>             | - Formulación y delimitación del problema.          |
|                                       | - Revisión de literatura.                           |
|                                       | - Construcción del marco teórico.                   |
|                                       | - Formulación de la hipótesis.                      |
| <b>2. Fase de planeación y diseño</b> | - Selección del diseño de investigación.            |
|                                       | - Identificación de la población a estudiar.        |
|                                       | - Selección de técnicas e instrumentos              |
|                                       | - Diseño de instrumentos.                           |
| <b>3. Fase empírica</b>               | - Terminación y revisión del plan de investigación. |
|                                       | - Recolección de datos.                             |
| <b>4. Fase analítica</b>              | - Preparación de datos para el análisis.            |
|                                       | - Análisis de datos.                                |
|                                       | - Interpretación de resultados.                     |

## TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Entre las técnicas que se aplicaron en el desarrollo de la investigación se encuentran:

- Observación participativa
- Análisis documental.
- Diario de campo.
- Entrevista individual estructurada.
- Medición de datos y registros de lluvias

**Observación partícipe:** (Martínez, 2006) define la observación participativa como una de las técnicas tradicionales y más utilizadas por los investigadores cualitativos para la obtención de información; para ello el investigador vive lo más que pueda con las personas o grupos a investigar a fin de compartir en su diario vivir, para tal fin el investigador debe de ser aceptado por esas personas y participar de sus actividades corrientes y cotidianas, va tomando notas de campo, esas notas son después revisadas periódicamente con el fin de complementarlas o para orientar la observación e investigación.

A fin de que la información colectada sea veraz es importante que el investigador cualitativo debe de responder a las preguntas de quién, qué, cuándo, cómo, y por qué alguien hizo algo, es decir se consideran importantes los detalles, el anterior conjunto de interrogantes centra la actividad en la ubicación de datos más significativos que después serán útiles para la interpretación adecuada de los hechos o acontecimientos. *“También es importante que las expresiones más valiosas y típicas sean recogidas literalmente, para citarlas después entre comillas como testimonio de las realidades observadas. Las anotaciones de campo nunca pueden ser muy pormenorizadas, sino, más bien, abreviadas y esquemáticas, conviene detallarlas o ampliarlas el mismo día o al día siguiente, de lo contrario perderán su capacidad de información. Un modo práctico de hacerlo con rapidez consiste en grabar en una cinta un amplio comentario, bien pensado, de las anotaciones tomadas. Estas anotaciones concretas y situacionales serán,*



además, un testimonio real de la honestidad y "objetividad" de la investigación" (Martínez, 2006, p. 138).

Para la realización de la presente investigación la información recopilada con la técnica observación participante se documentara a través de un diario de campo y una grabadora digital para luego ser sistematizada y analizada.

**Análisis Documental:** Los documentos fuente pueden ser de diversas naturalezas entre las cuales se encuentran: personales, institucionales, grupales, formales e informales. A través de la consulta de las diversas fuentes dar respuesta a los interrogantes planteados en la investigación a realizarse.

Para realizar el análisis documental de la presente investigación se tendrán en cuenta las cinco etapas que plantea Sandoval Casi limas.

*"El análisis documental se desarrolla en cinco etapas: En la primera, se realiza el rastreo e inventario de los documentos existentes y disponibles; en la segunda, se hace una clasificación de los documentos identificados; en la tercera, se hace una selección de los documentos más pertinentes para los propósitos de la investigación; en la cuarta, se realiza una lectura en profundidad del contenido de los documentos seleccionados, para extraer elementos de análisis y consignarlos en "memos" o notas marginales que registren los patrones, tendencias, convergencias y contradicciones que se vayan descubriendo; finalmente, en el quinto paso, se realiza una lectura cruzada y comparativa de los documentos en cuestión, ya no sobre la totalidad del contenido de cada uno, sino sobre los hallazgos previamente realizados, de modo que sea posible construir una síntesis comprensiva total, sobre la realidad humana analizada" (Sandoval, 2002, p. 138).*

**Diario de campo:** El diario de campo es una herramienta de apoyo que le permite al investigador cuando realiza observación participante realizar un registro continuo y acumulativo de toda lo acontecido durante el desarrollo del proyecto de

investigación para luego ser analizada, organizada, sistematizada y validada (Sandoval, 2002).

En el desarrollo de la investigación se llevó un diario de campo el cual contara con una respectiva guía de preguntas

**Entrevista individual estructurada:** La entrevista individual estructurada es la más convencional de las alternativas de entrevista, añade que se caracteriza por la preparación anticipada de un cuestionario guía que se sigue en la mayoría de los casos en forma estricta aun en su orden de formulación (Sandoval, 2002).

El cuestionario que se formula cumple varias funciones:

Su primer papel es, asegurar que el investigador cubra todo el terreno (tema), en el mismo orden, para cada entrevistado, preservando de manera consistente el contexto conversacional de cada entrevista. La segunda función es, cuidar el itinerario requerido para mantener la distancia con el entrevistado. La tercera función consiste en, establecer los canales para la dirección y delimitación del discurso. La cuarta función es, permitir al investigador prestar toda su atención al testimonio de su entrevistado.

En resumen, el cuestionario busca proteger la estructura y objetivos de la entrevista en una forma tal que el entrevistador pueda atender, de manera inmediata y sin perder el "hilo de la conversación", tareas que surjan contingencia mente en el desarrollo de la entrevista, tales como revisar el funcionamiento de la grabadora o resolver algún asunto breve ajeno a la charla en curso, las cuales requieren de la atención momentánea del investigador. (Sandoval, 2002, p.144)

El enfoque cualitativo con que se asume este tipo de entrevistas abre la oportunidad para que con cada una de las respuestas a las preguntas del

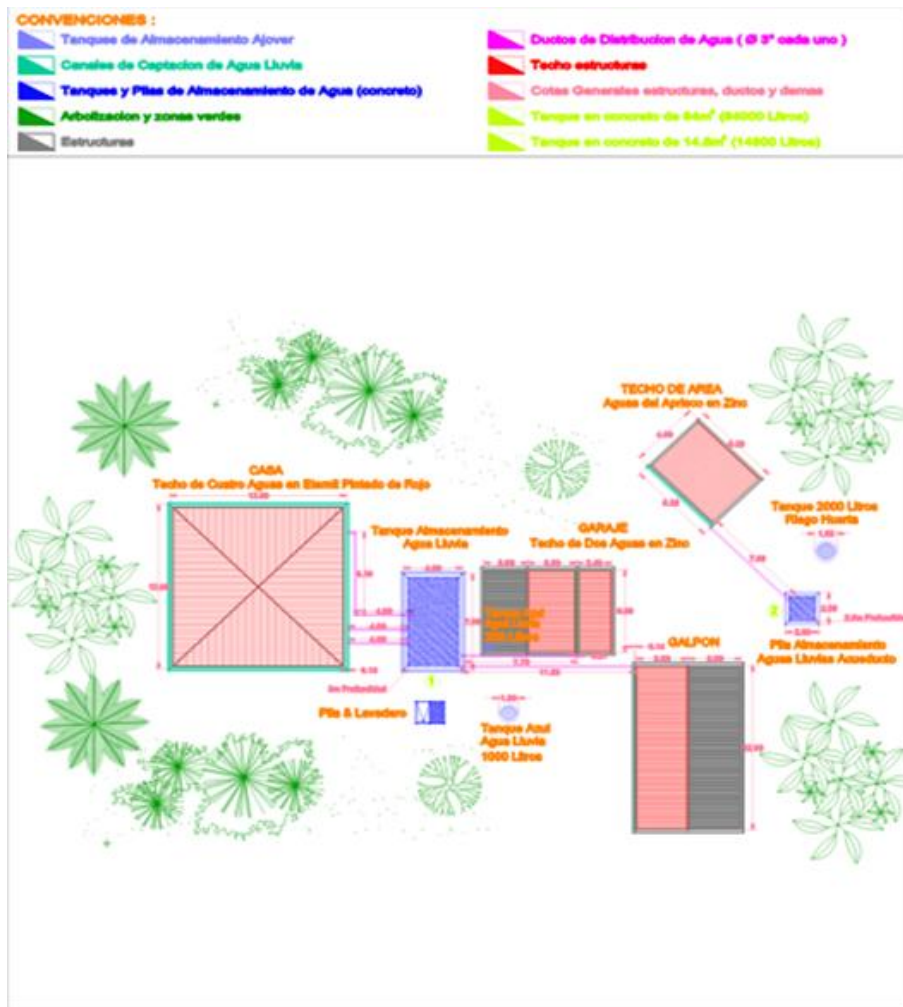
cuestionario se explore de manera estructurada aspectos derivados de las respuestas proporcionadas por el entrevistado. Para efectos del análisis no basta solo con registrar las ideas sino que también se requiere examinar el contexto en que esas ideas aparecen, el cual se identifica principalmente por la manera de hablar. Las entrevistas se realizaron de manera individual y para su realización se elaboró guía de preguntas.

**Instrumentos:** a continuación se nombran los instrumentos que se utilizaron en la investigación para la recopilación y análisis de la información; computador portátil, diario de campo, cámara fotográfica, grabadora de voz, guía para la realización de entrevistas, guía para el diario de campo, cuestionario para las encuestas.

## RESULTADOS

En la Figura 1. Se muestra el área geográfica y los componentes que hacen parte del sistema para la captación de la lluvia y el proceso llevado a cabo en la reserva Los Mulatos una vez el recurso es recogido.

Figura 1. Componentes del sistema de captación de agua lluvia



Fuente: Construcción de la autora



Imagen 1: Tanque con capacidad de almacenar 84.000 mil litros de agua lluvia.

En la entrevista realizada a la señora Norma, ella manifiesta que cuando llegaron a la vereda y notaron que la finca no disponía de una fuente de agua propia se dijeron que debían de idearse un medio para tener agua en todo momento para las actividades agropecuarias, domésticas y pensaron en la captación de agua lluvia del

techo de la casa. El montaje del sistema lo iniciaron con la edificación de un tanque en ladrillo y cemento con capacidad de almacenar 84.000 litros de agua que construyó un maestro, elaboración e instalación de canales metálicos en las goteras del techo de la casa. En la segunda fase se instalaron canales metálicos al garaje, el aprisco y se llevó el agua al tanque con capacidad de almacenar 84.000 litros y el galpón a través de una adaptación artesanal al tanque con capacidad de 200 litros y 1000 litros como se puede ver en la fotografía, el sobrante se almacena también el tanque con capacidad de 84.000 litros.



Imagen2: Adaptación artesanal para la distribución del agua lluvia captada en tanques de depósito y reserva.

A continuación se describe de manera detallada los componentes que hacen parte del sistema: pluviómetros canales, tubería de conducción, tanques de almacenamiento como se puede observar en la figura 1.

### **Registro pluviométricos**

Desde el año 2006 la finca Los Mulatos cuenta con pluviómetros y una matriz donde día a día se registran las lluvias de la localidad. Los siguientes son valores de los registros pluviométricos de la reserva campesina Los Mulatos desde el año 2006 hasta el año 2013 comparados con los registros del IDEAM tomados en los mismos años.

Tabla 1: Totales de precipitación en mm/año del IDEAM y Reserva campesina Los Mulatos.

| ANO  | LOS MULATOS | IDEAM |
|------|-------------|-------|
| 2006 | 958         | 1159  |
| 2007 | 1197        | 1013  |
| 2008 | 1562        | 1513  |
| 2009 | 1087        | 1459  |
| 2010 | 1851        | 1573  |
| 2011 | 1740        | 1514  |
| 2012 | 1279        | 1321  |
| 2013 | 1197        | 1464  |


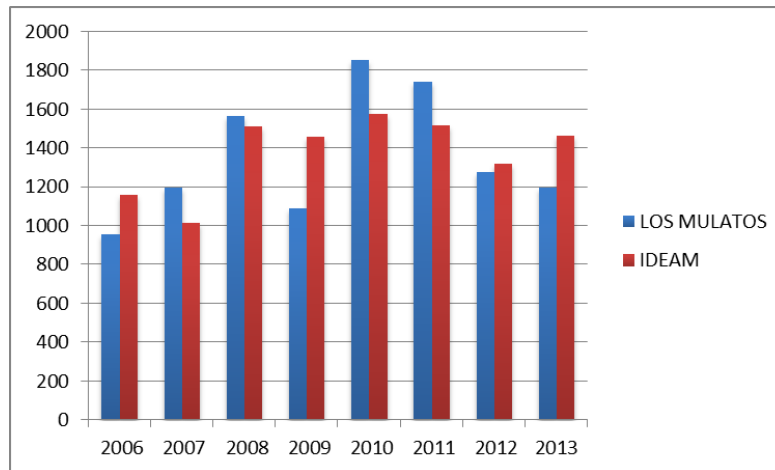


Imagen 3: Pluviómetro de la reserva campesina Los Mulatos.

Fuente: Construcción de la autora

Comparando los registros pluviométricos con los del IDEAM se puede evidenciar diferencias entre los valores llevados a nivel local; los cuales son importante al momento de realizar los estudios técnicos y metodológicos para implementar un sistema y deben ser tenidos en cuenta, porque indican el diseño y cantidad de materiales a utilizar en el montaje del sistema para la captación y depósitos de agua lluvia captada.

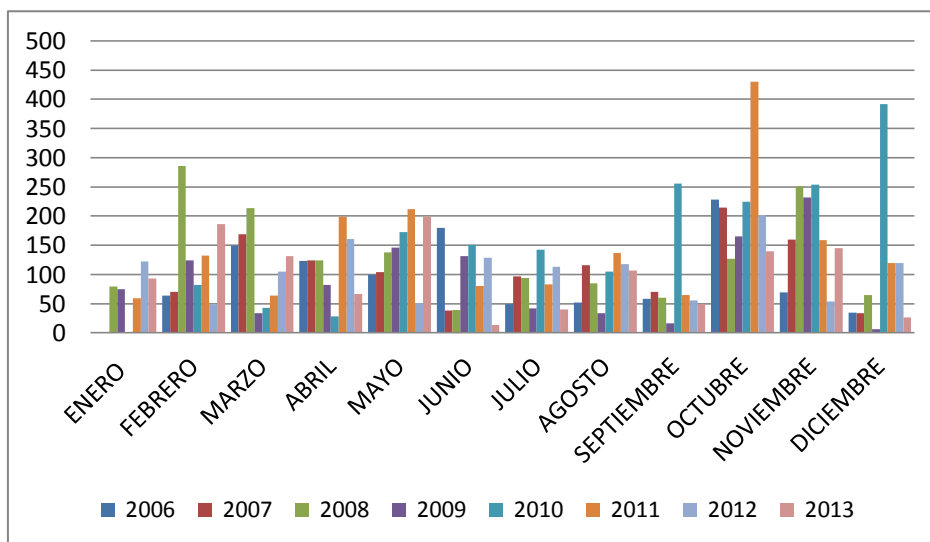
Figura 2: Comparativa de los acumulados anuales de los registros pluviométricos reserva campesina Los mulatos y el IDEAM.



Fuente: Construcción de la autora

En el mes diciembre del 2010 hasta marzo del 2011 se presentó el fenómeno de la niña, presentándose fuertes aguaceros; en el registro acumulado de las lluvias anuales de la finca Los Mulatos e IDEAM se puede ver que en el año 2010 y 2011 Hay mayor presencia de agua en un metro cuadrado lo que incremento a nivel de techo la disponibilidad de agua para ser captada.

Figura 3: Registro pluviométrico reserva campesina Los Mulatos, mes a mes del 2006 al 2013.



Fuente: Construcción de la autora

En los registro de las lluvias mes a mes se puede ver los meses con mayor y menor precipitación pluvial.

**Área de captación:** La superficie utilizada para la captación de las aguas lluvias son los techos de la vivienda de la familia, garaje, aprisco y galpón para las gallinas criollas manejadas en corrales de pastoreo, con una pendiente (no inferior al 5%) que facilitan la esorrentía de agua lluvia y está compuesta por: techo casa de dos aguas, techo de una agua del aprisco, techo de una agua del galpón, techo del garaje de dos aguas

Teniendo en cuenta los acumulados anuales de los registro pluviométricos se realizó el cálculo del agua que se capta en cada uno de los techos anteriormente nombrados, en los siguientes tablas se presentan los resultados.

Fórmula utilizada para los cálculos

$$ALC = AT \times PA / M3 = MCLC$$

ALC: agua lluvia captada

AT: área techada

PA: Precipitación anual

M3: 1000 litros

MCALC: metros cúbicos de agua lluvia captada



Tabla 2: Calculo captación de agua lluvia en el techo casa de cuatro aguas del año 2006 al 2013.

| AÑO  | AREA TECHADA | PRECIPITACIÓN ANUAL | AGUA LLUVIA CAPTADA EN METROS CUBICOS ANUAL |
|------|--------------|---------------------|---|
| 2006 | 144          | 958                 | 138   |
| 2007 | 144          | 1197                | 172   |
| 2008 | 144          | 1562                | 225   |
| 2009 | 144          | 1087                | 157   |
| 2010 | 144          | 1851                | 267   |
| 2011 | 144          | 1740                | 251   |
| 2012 | 144          | 1279                | 184   |
| 2013 | 144          | 1197                | 172   |



Imagen 4: Casa del techo de cuatro aguas

Fuente: Construcción de la autora

Tabla 3: Calculo captación de agua lluvia en el techo del aprisco de un agua del año 2006 al 2013.

| AÑO  | AREA TECHADA | PRECIPITACIÓN ANUAL | AGUA LLUVIA CAPTADA EN METROS CUBICOS ANUAL |
|------|--------------|---------------------|---|
| 2006 | 30           | 958                 | 29  |
| 2007 | 30           | 1197                | 36  |
| 2008 | 30           | 1562                | 46  |
| 2009 | 30           | 1087                | 32  |
| 2010 | 30           | 1851                | 55  |
| 2011 | 30           | 1740                | 52  |
| 2012 | 30           | 1279                | 38  |
| 2013 | 30           | 1197                | 36  |



Imagen 5: Apriscos del techo de un agua.

Fuente: Construcción de la autora

Tabla 4: Calculo captación de agua lluvia en el techo del galpón de un agua del año 2006 al 2013.

| AÑO  | AREA TECHADA | PRECIPITACIÓN ANUAL | AGUA LLUVIA CAPTADA EN METROS CUBICOS ANUAL |
|------|--------------|---------------------|---|
| 2006 | 42           | 958                 | 40  |
| 2007 | 42           | 1197                | 50  |
| 2008 | 42           | 1562                | 66  |
| 2009 | 42           | 1087                | 46  |
| 2010 | 42           | 1851                | 78  |
| 2011 | 42           | 1740                | 73  |
| 2012 | 42           | 1279                | 54  |
| 2013 | 42           | 1197                | 50  |



Imagen 6: Galpón del techo de un agua.

Fuente: Construcción de la autora

Tabla 5: Calculo captación de agua lluvia en el techo del garaje de dos del año 2006 al 2013

| AÑO  | AREA TECHADA | PRECIPITACIÓN ANUAL | AGUA LLUVIA CAPTADA METROS CUBICOS ANUAL |
|------|--------------|---------------------|--|
| 2006 | 34           | 958                 | 33                                       |
| 2007 | 34           | 1197                | 41                                       |
| 2008 | 34           | 1562                | 53                                       |
| 2009 | 34           | 1087                | 37                                       |
| 2010 | 34           | 1851                | 63                                       |
| 2011 | 34           | 1740                | 60                                       |
| 2012 | 34           | 1279                | 44                                       |
| 2013 | 34           | 1197                | 41                                       |



Imagen 7: Garaje del techo de dos agua.

Fuente: Construcción de la autora

Tabla 6: Total agua lluvias captadas en el año 2013.

| Área de captación                |                               | Precipitación anual año 2013 | Total litros de agua lluvia captados |
|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Instalación                      | Dimensiones en m <sup>2</sup> |                              |                                      |
| Casa de dos aguas                | 144                           | 1191                         | 171.504                              |
| Aprisco                          | 30                            | 1191                         | 35.730                               |
| Galpón                           | 42                            | 1191                         | 50.022                               |
| Garaje                           | 34                            | 1191                         | 40.494                               |
| <b>Total agua lluvia captada</b> |                               |                              | <b>297.750</b>                       |

Fuente: Construcción de la autora

La capacidad de captación para el año 2013 es de 297.750 litros de agua lluvia.

**Recolección y conducción:** Los canales para la conducción del agua son metálicos, sin malla que impida la entrada de hojas secas o animales que el agua arrastra por escorrentía a los canales cuando llueve; están ubicados en los bordes más bajos del techo que, son los encargados de conducir a través de tubo en PVC de cuatro pulgadas el agua del techo hasta el sitio de depósito.

Los canales en época de lluvias torrenciales y sin mantenimiento se rebosan y el agua se pierde.

## Fotografías de los canales de recolección y conducción



Imagen 8: Canal y tubería para la conducción del agua captada en el aprisco.



Imagen 9: Canal y tubería para la conducción del agua captada en la casa de cuatro aguas.



Imagen 10: Canal y tubería para la conducción del agua captada en galpón.



Imagen 11: Canal y tubería para la conducción del agua captada en el garaje.

**Almacenamiento:** El sistema cuenta con tanques, pilas destinadas para la acumulación y conservación del agua lluvia para su posterior distribución y usos en las actividades agrícolas y domésticas.

## Fotografías del sistema de almacenamiento



Imagen 12: Tanque con capacidad de 1.000 litros.



Imagen 13: Tanque con capacidad de 84.000 litros.



Imagen 14: Tanque con capacidad de 200 litros.



Imagen 15: Tanque con capacidad de 14.000 litros.



Imagen 16: Tanque con capacidad de 2.000 litros.



Imagen 17: Tanque del lavadero.

Tabla 7: Cuadro resumen de la capacidad de almacenamiento de los tanques de agua lluvia.

| <b>Capacidad de almacenamiento</b> |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Tanque</b>                      | <b>Capacidad de almacenamiento en litros</b> |
| Tanque ajover azul                 | 1.000  |
| Tanque ajover azul                 | 200  |
| Tanque negro                       | 2000   |
| Tanque en cemento uno              | 84.000                                       |
| Tanque en cemento dos              | 14.000                                       |
| <b>Total</b>                       | <b>101.200</b>                               |

Fuente: Construcción de la autora

La capacidad de almacenamiento del sistema es de 101.200 litros de agua lluvia

**Usos, distribución del agua lluvia y sistema de bombeo:** El agua para el consumo humano (preparación de alimentos y lavado de ropa) es almacenado en los tanques ajover con capacidad de 200 y 1000 litros cuando llueve una vez los tanques se llenan la demás se deposita en el tanque con capacidad de almacenar 84.000 litros.

El agua lluvia almacenada en el tanque con capacidad de 84.000 litros es utilizada para el riego manual del jardín el agua y cultivos mediante mangueras de ½ y una pulgada y regaderas.

Figura 4: Uso del agua y distribución del agua lluvia captada.



Fuente: Construcción de la autora

Figura 5: otros usos del agua y distribución del agua lluvia captada.



Fuente: Construcción de la autora

El agua del acueducto es racionada; llega cada tres días por dos horas, en época de verano cuando el agua escasea del tanque con capacidad de 84.000 mil litros se bombea agua para el tanque con capacidad de 14.000 litros que almacena agua para el acueducto para el lavado de ropa, ducha, sanitario y para el tanque con negro plástico con capacidad de almacenar 2.000 litros para el riego de la huerta a través de un sistema de riego que surte de agua la huerta.



## MATERIALES Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA.

Los siguientes son los costos del sistema según información suministrada en la finca los mulatos para el año 2001, en que fue establecido el sistema:

Tabla 8: Costos del sistema implementado en la reserva campesina Los Mulatos

| MATERIALES / MANO DE OBRA            | UNIDAD      | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL  |
|--------------------------------------|-------------|----------|----------------|--------------|
| Perforación del pozo con maquinaria. | Horas       | 16       | \$ 5.800.000*  | \$ 5.800.000 |
| Ladrillo de sogá.                    | Ladrillo    | 1200     |                |              |
| Arena.                               | Metros      | 5        |                |              |
| Cemento.                             | Tonelada    | 1.5      |                |              |
| Barrilla para cercha de 6 metros.    | Tonelada    | ½        |                |              |
| Triturado.                           | Volqueadas  | 2        |                |              |
| Piedra.                              | Volquetadas | 3        |                |              |
| Mano de obra maestro.                | Días        | 15       |                |              |
| Mano de obra de ayudante.            | Días        | 60       |                |              |
| Canales                              | Metros      | 168      |                |              |
| Tubería de tres pulgadas             | Metros      | 45       |                |              |

\*Pesos colombianos al 2014

Fuente: Construcción de la autora

### Reparaciones y mantenimiento del sistema.

Al tanque se le han realizado reparaciones debido a errores técnicos en la construcción 1) la temosa del tanque se debía de instalar sogá y el maestro lo instalo paralelo 2) la mezcla para el friso presentó más arena que cemento 3) las columnas no se construyó con refuerzo y de un tamaño menor la recomendado técnicamente.

Tabla 9: Costos de las reparaciones realizadas al sistema implementado en la reserva campesina Los Mulatos.

| FECHA | TIPO DE MANTENIMIENTO / REPARACIONES | MATERIALES Y/O MANO DE OBRA  | COSTOS              |
|-------|--------------------------------------|--|---------------------|
| 2008  | Esmaltado y resanes de grietas       | Cemento, arena, sika, mano de obra,  | \$ 1.500.000        |
| 2010  | Esmaltado y resanes de grietas       | Cemento, arena, sika, mano de obra,  | \$ 1.500.000        |
| 2012  | Refuerzo de vigas en las esquinas    | Cemento, arena, sika, mano de obra, varilla, triturado, alambre, lámina corrugada. | \$ 3.000.000        |
| 2012  | Esmaltado del tanque                 | Cemento, arena, sika, mano de obra,  | \$ 2.000.000        |
|       |                                      | <b>TOTAL</b>   | <b>\$ 8.000.000</b> |

Fuente: Construcción de la autora

Los siguientes son los costos calculados del sistema proyectados teniendo como base el incremento del salario mínimo legal vigente desde el 2002 al 2014.

Tabla 10: Costos calculados del sistema proyectados teniendo como base el incremento del salario mínimo.

| Año  | % del incremento del Salario mínimo | Valor total de sistema | Valor del incremento | valor total + valor del incremento anual |
|------|-------------------------------------|------------------------|----------------------|--|
| 2002 | 8                                   | \$ 5.800.000           | \$ 464.000           | \$ 6.264.000                             |
| 2003 | 7,4                                 | \$ 5.800.000           | \$ 431.520           | \$ 6.264.000                             |
| 2004 | 7,83                                | \$ 5.800.000           | \$ 454.140           | \$ 6.718.140                             |
| 2005 | 6,56                                | \$ 5.800.000           | \$ 380.480           | \$ 7.098.620                             |
| 2006 | 6,95                                | \$ 5.800.000           | \$ 403.100           | \$ 7.501.720                             |
| 2007 | 6,3                                 | \$ 5.800.000           | \$ 365.400           | \$ 7.867.120                             |
| 2008 | 6,41                                | \$ 5.800.000           | \$ 371.780           | \$ 8.238.900                             |
| 2009 | 3,64                                | \$ 5.800.000           | \$ 211.120           | \$ 8.450.020                             |
| 2010 | 4                                   | \$ 5.800.000           | \$ 232.000           | \$ 8.682.020                             |
| 2011 | 5,8                                 | \$ 5.800.000           | \$ 336.400           | \$ 9.018.420                             |
| 2012 | 4                                   | \$ 5.800.000           | \$ 233.160           | \$ 9.251.580                             |
| 2013 | 4,5                                 | \$ 5.800.000           | \$ 261.000           | \$ 9.512.580                             |
| 2014 | 4,5                                 | \$ 5.800.000           | \$ 261.000           | \$ 9.773.580                             |

Fuente: Construcción de la autora

El valor estimado para implementación del sistema a la fecha actual es de \$ 9.773.580 pesos.

**USO DEL AGUA PARA USOS AGRÍCOLAS Y DOMESTICAS TOMANDO COMO CASO EL ESTUDIO DE LA FINCA LOS MULATOS EN LA VEREDA LA AGUADA DE MUNICIPIO DE LEBRIJA SANTANDER.**

El agua lluvia captada es utilizada para la preparación de los alimentos, lavado de loza, riego del jardín y cultivos de la finca. En época de verano se utiliza para llenar el tanque donde se deposita el agua del acueducto para el uso en la ducha, inodoro, lavado de ropa y llenado del tanque que surte de agua el sistema de regío de la huerta como se puede observar en los gráficos 1 y 2

A continuación se estima la cantidad de agua lluvia destinada para la preparación de los alimentos y lavado de loza al interior de la familia.

Tabla 11: Cantidad de agua lluvia destinada para lavado de loza y preparación de alimentos diario

| <b>DESTINO DEL AGUA</b> | <b>CANTIDAD DE AGUA EN LITROS DIARIOS</b> |
|-------------------------|---|
| Lavado de loza          | 45  |
| Preparar alimentos      | 36  |
| <b>Total</b>            | <b>81 litros diarios</b>                  |

Fuente: Construcción de la autora

**Consumo agua lluvia mensual de la familia** = número de personas integran la familia x Consumo de agua por persona por día x Periodo de consumo considerado

C: Consumo de agua por tres persona por día: 81 litros diarios.

P: Periodo de consumo considerado: 30 días

**CALLMF:**  $81 \times 30 = 2.340$  litros mensual

**Consumo agua lluvia anual de la familia** = Total de agua consumida en el mes x los doce meses del año.

**CALLAF** =  $2.340 \text{ litros} \times 12 \text{ meses} = 28.080$  litros anuales.

**Consumos mensual por persona** = agua consumida en el año / 3 personas / 12 meses del año

**CALLMP** =  $ACA / 3 \text{ integrantes de la familia} / 12 \text{ meses del año}$ .

**CALLMP** =  $28.080 / 3 / 12$

**CALLMP** = 780 litros mensuales

**Consumo agua lluvia anual por cada integrante de la familia** = Consumo Anual Total / 3 personas.

**CALLAF** =  $CAT / 12 \text{ meses} / 3 \text{ personas}$

**CALLAF** =  $28.080 \text{ litros} / 3$

**CALLAF** = 9.360 litros anual

Para el cálculo del agua lluvia captada del techo del galpón destinada para el consumo humano multiplica el área techada x la precipitación mensual con los valores del registro pluviométrico del año 2013.

Tabla 12: Cálculo del agua lluvia captada del techo del galpón destinada para el consumo humano.

| MES     | AREA TECHADA | PRECIPITACIÓN MENSUAL | AGUA LLUVIA CAPTADA EN LITROS |
|---------|--------------|-----------------------|-------------------------------|
| ENERO   | 42           | 93                    | 3906                          |
| FEBRERO | 42           | 186                   | 7812                          |
| MARZO   | 42           | 131                   | 5502                          |

|              |    |     |               |
|--------------|----|-----|---------------|
| ABRIL        | 42 | 67  | 2814          |
| MAYO         | 42 | 199 | 8358          |
| JUNIO        | 42 | 14  | 588           |
| JULIO        | 42 | 40  | 1680          |
| AGOSTO       | 42 | 107 | 4494          |
| SEPTIEMBRE   | 42 | 49  | 2058          |
| OCTUBRE      | 42 | 140 | 5880          |
| NOVIEMBRE    | 42 | 145 | 6090          |
| DICIEMBRE    | 42 | 26  | 1092          |
| <b>TOTAL</b> |    |     | <b>50.274</b> |

Fuente: Construcción de la autora

Para realizar el cálculo del déficit y excedente del agua lluvia para el consumo humano, se le resto al total del agua lluvia captada como se puede ver en la tabla 12, el total de agua lluvia para el consumo humano.

Tabla 13: Cálculo del déficit y excedente del agua lluvia para el consumo humano

| VARIABLE   | MES                           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | LITROS AÑO |        |
|------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|--------|
|            |                               | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |            | 12     |
| CONSUMO    | HUMANO                        | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340      | 25.740 |
|            | TOTAL                         | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340 | 2.340      | 25.740 |
| SUMINISTRO | AGUA CAPTADA TECHO DEL GALPON | 3906  | 7812  | 5502  | 2814  | 8358  | 588   | 1680  | 4494  | 2058  | 5880  | 6090  | 1092       | 50274  |
| DEFICIT    | LITROS / MES                  | 0     |       |       |       |       | -1752 | -660  |       | -282  |       |       | -1248      | -3942  |
| EXCEDENTE  | LITROS / MES                  | 1566  | 5472  | 3162  | 474   | 6018  |       |       | 2154  |       | 3540  | 3750  |            | 25662  |

Fuente: Construcción de la autora

En el cálculo realizado se puede observar que el agua captada del techo del galpón y destinada para el consumo humano abastase la demanda de agua que la familia tienen para el lavado de la loza y la preparación de los alimentos y los excedentes de unos meses compensan los déficit de otros; aunque al final de la sumatoria se puede ver que hay un excedentes de 25.662 litros que son utilizados para riego.

A continuación se estima la cantidad de agua lluvia destinada para el riego de cultivos y zonas verdes en la reserva campesina.

Tabla 14: Cantidad de agua lluvia destinada para el riego de los cultivos diario.

| <b>DESTINO DEL AGUA</b> | <b>CANTIDAD DE AGUA EN LITROS</b> |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Riego de cultivos       | 450 litros                        |
| Riego del jardín        | 120 litros                        |
| <b>Total</b>            | <b>570 litros diarios</b>         |

Fuente: Construcción de la autora

**Cantidad de agua lluvia riego mensual** = Agua lluvia utilizada por día para riego de cultivos y jardín x Periodo de consumo considerado

C: Agua lluvia utilizada por día para riego de cultivos y jardín: 570 litros diarios.

P: Periodo de consumo considerado: 20 días

CALLRM =  $570 \times 20 = 11.400$  litros mensual

**Cantidad de agua lluvia riego mensual** = Cantidad de agua lluvia utilizada para riego mensual x doce meses del año.

CALLRM =  $11.400$  litros mensuales x 12 meses =  $136.800$  litros anuales.

Para el calcula del agua lluvia captada y destinada para el riego se multiplica las áreas techadas x la precipitación mensual mes a mes con los valores del registro pluviométrico del año 2013.

Tabla 15: Cálculo del agua lluvia captada y destinada para el riego del cultivos y jardín.

| MES          | PRECIPITACIÓN MENSUAL | AREA TECHADA GARAGE | AREA TECHADA APRISCO | AREA TECHADA CASA | TOTAL AGUA LLUVIA CAPTADA EN LITROS GARAGE | TOTAL AGUA LLUVIA CAPTADA EN LITROS APRISCO | TOTAL AGUA LLUVIA CAPTADA EN LITROS CASA | TOTAL LITROS CAPTADOS |
|--------------|-----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|--|---|--|-----------------------|
| ENERO        | 93                    | 34                  | 30                   | 144               | 127  | 123   | 13392                                    | 13.642                |
| FEBRERO      | 186                   | 34                  | 30                   | 144               | 220  | 216   | 26784                                    | 27.220                |
| MARZO        | 131                   | 34                  | 30                   | 144               | 165  | 161   | 18864                                    | 19.190                |
| ABRIL        | 67                    | 34                  | 30                   | 144               | 101  | 97  | 9648                                     | 9.846                 |
| MAYO         | 199                   | 34                  | 30                   | 144               | 233  | 229   | 28656                                    | 29.118                |
| JUNIO        | 14                    | 34                  | 30                   | 144               | 48   | 44  | 2016                                     | 2.108                 |
| JULIO        | 40                    | 34                  | 30                   | 144               | 74   | 70  | 5760                                     | 5.904                 |
| AGOSTO       | 107                   | 34                  | 30                   | 144               | 141  | 137   | 15408                                    | 15.686                |
| SEPTIEMBRE   | 49                    | 34                  | 30                   | 144               | 83   | 79  | 7056                                     | 7.218                 |
| OCTUBRE      | 140                   | 34                  | 30                   | 144               | 174  | 170   | 20160                                    | 20.504                |
| NOVIEMBRE    | 145                   | 34                  | 30                   | 144               | 179  | 175   | 20880                                    | 21.234                |
| DICIEMBRE    | 26                    | 34                  | 30                   | 144               | 60   | 56  | 3744                                     | 3.860                 |
| <b>TOTAL</b> |                       |                     |                      |                   |  |   |  | <b>175.532</b>        |

Fuente: Construcción de la autora



Para realizar el cálculo déficit y excedente del agua lluvia para el riego, se le resto al total del agua lluvia captada, el total del agua destinada para riego como se puede ver en la tabla 13 del total de agua lluvia utilizada para el riego.

Tabla 16: Cálculo déficit y excedente del agua lluvia para el riego

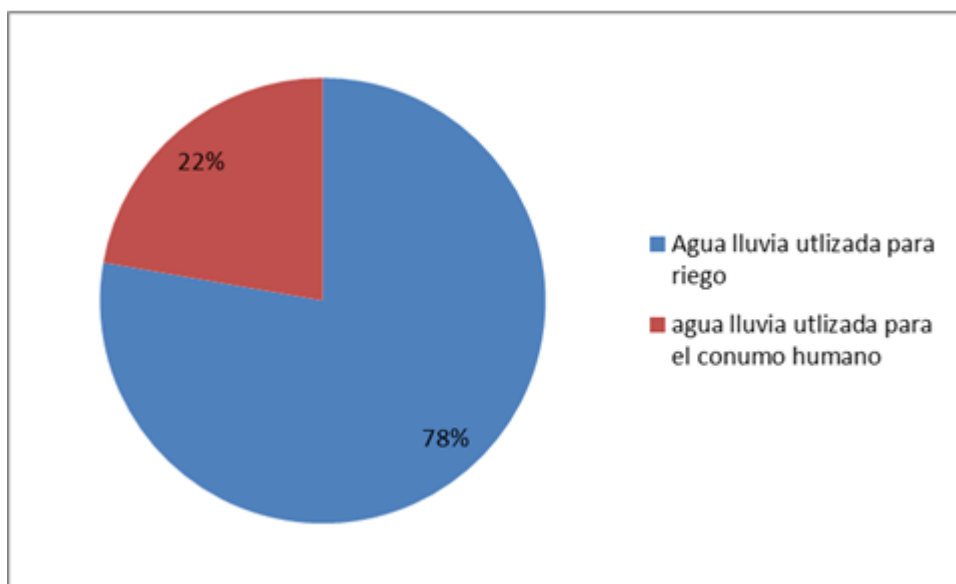
| VARIABLE   | MES             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | LITROS<br>AÑO |         |
|------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------|
|            |                 | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     |               | 12      |
| RIEGO      | RIEGO           | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400        | 136.800 |
|            | TOTAL           | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400 | 11.400        | 136800  |
| SUMINISTRO | AGUA<br>CAPTADA | 13.642 | 27.220 | 19.190 | 9.846  | 29.118 | 2.108  | 5.904  | 15.686 | 7.218  | 20.504 | 21.234 | 3.860         | 175.530 |
| DEFICIT    | LITROS /<br>MES | 0      |        |        | -1.554 |        | -9.292 | -5.496 |        | -4.182 |        |        | -7.540        | -18.772 |
| EXCEDENTE  | LITROS /<br>MES | 2.242  | 15.820 | 7.790  |        | 17.718 |        |        | 4.286  |        | 9.104  | 9.834  |               | 66.794  |

Fuente: Construcción de la autora

En el cálculo realizado se puede observar que el agua captada abastase la demanda de agua para el riego de los cultivos y jardín y los excedentes de unos meses compensan el déficit de otros; aunque al final de la sumatoria se puede ver que hay un excedente de 48.022 litros de agua lluvia.

La siguiente grafica describe en que porcentaje se está utilizando el agua lluvia que es captada; un 22% equivalente a 50.274 litros es destinada para el consumo humano y el 78% equivalente a 175.532 litros es destinada para el riego cultivos y jardín de la reserva campesina.

Figura 7: Cantidad de agua en porcentaje del agua lluvia captada y destinada para el consumo humano y riego



Fuente: Construcción de la autora

### **PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA LLUVIA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA FAMILIA EN LA FINCA LOS MULATOS EN LA VEREDA LA AGUADA DE MUNICIPIO DE LEBRIJA SANTANDER.**

En Colombia no hay una resolución que regule los análisis físicos, químicos y microbiológicos para pruebas en agua lluvia destinada para el consumo humano; los análisis realizados para esta investigación fueron regulados por la resolución 2115 del 2007 para la calidad del agua para el consumo humano.

En los resultados de los análisis físicos químicos se puede ver que en el agua lluvia analizada, los valores de la acidez son altos en comparación de los parámetros de referencia. En los resultados de los análisis microbiológicos se puede ver que en el agua lluvia analizada, el contenido de meso filis y coliformes totales son altos en comparación de los parámetros de referencia.

### **FAMILIAS QUE HA REPLICADO LA EXPERIENCIA CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN LAS VEREDAS LA AGUADA, EL SALADO, EL OSO, EL SANTERO PARA USO EN LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS Y DOMÉSTICAS.**

En el año 2006 FUNDAEXPRESIÓN realizó un taller en cosecha de aguas lluvias en la reserva campesina Los Mulatos que contó con el apoyo técnico de la CORPORACIÓN SEMILLAS DE AGUA donde se brindó herramientas técnicas para la implementación del depósitos de aguas lluvias en ferro cemento.

Según las memorias del taller FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES EN EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA realizado en la Vereda El Salado, Lebrija (Santander), 19 - 22 de Septiembre de 2006 una construcción en ferrocemento es:

*“Es una técnica para la construcción de pozos para el almacenamiento de agua en plantas de potabilización, filtros lentos en arena, reservorios de agua lluvia, o estanques para el cultivo de peces, es un sistema sencillo que consiste en una estructura metálica con mallas de gallinero recubiertas por un mortero (mezcla de cemento y arena) enriquecida con un producto impermeabilizante que puede ser SIKA, el tanque lleva como parte de su propia estructura de resistencia el mismo suelo” (FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES EN EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA, 2006)*

El siguiente es un ejemplo de construcción para un pozo en forma de media naranja con capacidad de 1,8 metros cúbicos.

Para construir un tanque en ferrocemento se toma un radio de 2 metros, luego se traza una circunferencia en donde se va a construir el tanque (Se coloca en el centro una estaca a la cual se amarra una cuerda de 2 metros y se hace el trazo).



Imagen 18: Trazado de excavación pozo en ferrocemento.



Imagen 19: Formación del Casquete.

Luego se hace una excavación en la mitad del círculo de 1,7 mts. De profundidad y un de un metro ancho ya sea circular o cuadrado. Se pican los costados para comenzar a darle la forma esférica a la excavación. Antes de colocar la malla se esparce una película delgada de cemento para evitar que la malla quede en contacto directo con el suelo

El siguiente paso es enmallar el hueco con la malla de gallinero de la de "ojo" pequeño, y se comienza a pasarla de extremo a extremo en forma de cruz, esta malla se fija al piso con alambre de amarre recortado en formas de U. (foto 3)



Imagen 20: Instalación de Malla.



Imagen 21: Estanque terminado.

Se revoca el pozo con la mezcla de cemento y arena enriquecida con SIKA, para mayor facilidad se recomienda empezar de adentro hacia fuera.

El pozo debe tener un tubo para el desagüe y se ubica en el fondo para que funciona como de drenaje cuando se realice limpieza al pozo.

Dentro del grupo de agricultores que participaron en el taller el señor Félix Alarcón y Ovidio Cadena dos señores se especializaron en la construcción de pozos en ferro cemento y aportaron sus conocimientos técnicos y su mano de obra para la construcción de los pozos a nivel comunitario y mingas realizadas para la construcción.

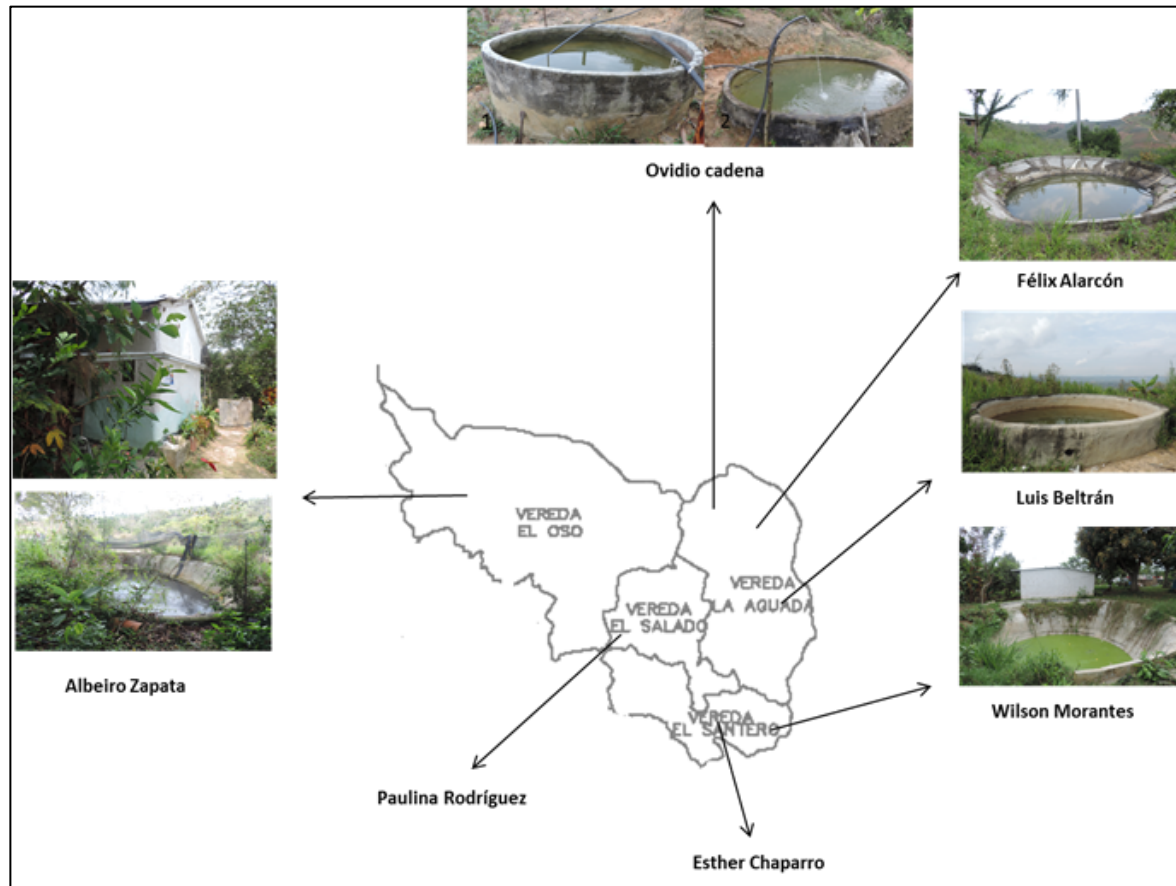
Para la identificación de las réplicas a nivel comunitario se entrevistó al señor Félix Alarcón quien facilitó el nombre de las personas y veredas donde se construyeron pozos en ferro cemento, además de la vereda El Salado, La Aguada, en El Santero y en El Oso también hay réplica de este tipo de tecnología: algunas fueron construidas con recursos propios y otros apoyados con recursos de aporte la ONG FUNDAEXPRESIÓN a través de la Campaña Educativa y de Trabajo Agroecológico - Comunidades Campesinas por el Acceso Colectivo al Agua ejecutado entre los años 2006 y 2007.

El siguiente ficha resumen copila la información de las réplicas comunitarias implementadas después del taller y la visitas a la finca de la señora Norma.

| Vereda     | Nombre y apellidos | Año de implementación del sistema | Tipo de sistema (sistema, volumen)   | Usos  | Costo inicial | Costos de mantenimiento  | Valoración de la réplica  | Estado actual del tanque   |
|------------|--------------------|-----------------------------------|--|---|---------------|--|---|--|
| El Santero | Wilson Morantes    | 2009                              | Pozo en ferro cemento, se utiliza para el almacenamiento del agua lluvia que es captada del techo del galpón de las gallinas ponedoras tiene capacidad aproximada de 80. 000 litros de agua  | Riego del cultivo de cacao                                  | \$ 1.500.000  |  | Ha sido útil para almacenar agua lluvia y utilizar en época en el riego de varano | Está en uso y presenta la perdida de una parte de las pared en un costado  |
| La Aguada  | Ovidio Cadena      | 2006                              | Dos pozos en ferro cemento para depositar de un nacimiento de agua que es traída hasta el pozo (1) por gravedad y llevada al pozo (2) con la presión de una motobomba, los pozos tiene la siguiente capacidad 1) 3960 litros 2) 2603 litros. | Riego de los cultivos y uso domestico                       | \$ 500.000    | Resane de grietas ocasionadas por la raíz de un árbol que creció cerca al pozo \$ 30.000 pesos | Ha sido útil ya no se carga el agua y se disponemos de agua en todo momento.      | Los pozos en ferro cemento construidos están siendo utilizados y están en perfecto estado por dos meses se utilizaron para almacenar agua lluvia pero dejaron de cosecharla porque el agua se llenaba de cabezones y zancudos. |
| La Aguada  | Félix Alarcón      | 2006                              | Pozo en ferro cemento tiene una capacidad de almacenamiento de 32.600 litros de agua de la quebrada que es   | Riego de los cultivos (mango, piñas, cítricos) de la finca. | \$ 350.000    | \$ 100.000<br>Resane de las grietas ocasionadas por  | La construcción es económico me ha sido   | El tanque está en uso almacena agua para el riego de los cultivos de la finca.   |

|            |                   |      |  |  |            |  |  |   |
|------------|-------------------|------|--|--|------------|--|--|---|
|            |                   |      | bombeada con una motobomba hasta el pozo.  |  |            | los las raíces de los árboles que se sembraron cerca al pozo.  | muy útil para el riego de los cultivos de la finca.                                      |   |
| La Aguada  | Luis Beltrán      | 2006 | Pozo en ferro cemento tiene una capacidad de almacenamiento de 16.800 litros de agua de la quebrada que es bombeada con una motobomba hasta el pozo don es almacenada. | Riego de los cultivos (mango, piñas, cítricos) de la finca.  | \$ 600.000 | \$ 30.000<br>Resana de una filtración con cemento  | Es bueno el agua no se filtra, ha durado y económico para construir.                     | Está en uso y se utiliza para almacenar agua para el riego de los cultivos de la finca. |
| El Salado  | Paulina Rodríguez | 2006 | De los dos pozos en ferro cemento contruidos solo hay no en funcionamiento con capacidad de almacenar 1700 litros  | Para almacenar agua del acueducto y regar la sábila en poca de verano  | \$ 250.000 | El segundo presento se agrieto y presento filtraciones y no se realizaron reparaciones por tal motivo se dejó de utilizar. | Ha sido útil y económica la construcción.  | De los dos pozos contruidos solo hay en uso el otro se encuentra abandonada.            |
| El Santero | Esther Chaparro   | 2006 | Pozo en ferro cemento con una capacidad de almacenamiento una capacidad de almacenar litros de agua 6.800 litros.  | Almacena agua que se bombea de la quebrada y agua lluvia que se cosecha para el riego del cacao.   |            | Ha presentado grieta   | Ha sido muy útil hay disponibilidad de agua para riego de los cultivos e época de verano | No está en uso se encuentra abandonada  |
| El Oso     | Albeiro Zapata    | 2006 | Pozo, en ferro cemento con capacidad de almacenar 25.000 litros de agua, este se llena con el agua lluvia que capta del techo de la vivienda.                          | Hasta el año 2011 se utilizó el agua para el riego de cultivos, en la actualidad se está utilizando para la cría de mojarra roja para el autoconsumo familiar. | \$ 450.000 | \$ 70.000<br>Se esmalto con unas mezcla de cemento y agua; por que presentaba problemas de filtración                      | Ha sido útil para almacenar el agua lluvia que se capta del techo.                       | Esta es uso en la actualidad tiene mojarra roja sembrada                                |

Figura 7: Ubicación geográfica y fotografías de las réplicas comunitarias



Fuente: Construcción de la autora



De acuerdo a lo descrito en las memorias y lo encontrado en campo en las réplicas y construcción de los pozos en ferrocemento hay una variante, en la parte superior el tanque los terminan con varias hiladas de librillo lo que aumenta su capacidad de almacenamiento y prolonga la vida útil en los tanques construidos. Un ejemplo, de lo anterior es el señor Luis Beltrán y Ovidio Cadena quienes a la fecha la han realizado a los pozos hasta la fecha pocas reparaciones. La vida útil se ha prolongado porque toda el área construida está en contacto con el agua y protegido de las altas temperaturas de los rayos del sol como su puede ver es las siguientes fotografías



Imagen 22: Pozo construido por el señor Ovido Cadena.



Imagen 23: Pozo construido por el señor Luis Beltran.

En los pozos construidos siguiendo la técnica del taller los tanques han presentado agrietamiento como se puede ver en las fotografías; debido a que el pozo no está cubierto todo el tiempo con agua y por ende está expuesto a las altas temperaturas de los rayos del sol de la zona que elevan hasta los 35 grados en un día soleado e inestabilidad del terreno donde se construyeron.



Imagen 24: pozo construido por el señor Félix Alarcon.



Imagen 25: pozo construido por el señor Wilson Morantes.

Tabla 17: Costos detallados del pozo construido por el señor Wilson Morantes

| DESCRIPCIÓN                      | UNIDAD   | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL         |
|----------------------------------|----------|----------|----------------|---------------------|
| <b>Mano de obra</b>              |          |          |                |                     |
| Jornales para cavación del hueco | Jornal   | 20       | \$ 23.000      | \$ 460.000          |
| Jornales para sacar el arena     | Jornal   | 4        | \$ 23.000      | \$ 92.000           |
| Mano de obra aportada en minga   | Jornal   | 10       | \$ 23.000      | \$ 230.000          |
| <b>Materiales</b>                |          |          |                |                     |
| Tuvo en PVC de dos pulgadas      | Metros   | 6        | \$ 33.000      | \$ 198.000          |
| malla metálica                   | Metros   | 92       | \$ 138.000     | \$ 138.000          |
| Barrilla de 12 milímetros        | Barrilla | 1        | \$ 11.000      | \$ 11.000           |
| Barrilla de 5 milímetros         | Barrilla | 7        | \$ 16.100      | \$ 112.700          |
| Pegante                          | Frasco   | 1        | \$ 22.000      | \$ 22.000           |
| Cementos                         | Bulto    | 30       | \$ 20.000      | \$ 600.000          |
| Arena                            | Bulto    | 60       | \$ 30.000      | \$ 30.000           |
| <b>Total</b>                     |          |          |                | <b>\$ 1.893.700</b> |

Fuente: Construcción de la autora

Tabla 18: Costos del sistema del señor Wilson Morantes al año 2014 con capacidad de almacenar 80.000 litros aproximadamente

| <b>Año</b> | <b>% del incremento del Salario mínimo</b> | <b>Valor total de sistema</b> | <b>Valor del incremento</b> | <b>valor total + valor del incremento anual</b> |
|------------|--|-------------------------------|-----------------------------|---|
| 2010       | 4  | \$ 1.893.700                  | \$ 75.748                   | \$ 75.748                                       |
| 2011       | 5,8  | \$ 1.893.700                  | \$ 109.835                  | \$ 2.003.535                                    |
| 2012       | 4  | \$ 1.893.700                  | \$ 76.127                   | \$ 2.079.661                                    |
| 2013       | 4,5  | \$ 1.893.700                  | \$ 85.217                   | \$ 2.164.878                                    |
| 2014       | 4,5  | \$ 1.893.700                  | \$ 85.217                   | \$ 2.250.094                                    |

Fuente: Construcción de la autora

En el recorrido por la comunidad se pudo identificar que algunas familias campesinas captan el agua lluvias de los techos y la depositan en baldes, tanques o pilas para el lavado de la ropa, riego de la huerta y jardín como se puede observar en las siguientes fotografías.



Imagen 26: Sistema tradicional para la captación de agua lluvia.



Imagen 27: Sistema tradicional para la captación de agua lluvia.

## DISCUSIÓN

Más allá del impacto del crecimiento mismo de la población, la demanda de agua dulce ha estado aumentando en respuesta al desarrollo industrial, la dependencia creciente en la agricultura de regadío, la urbanización masiva y los niveles de vida más altos. Además, el suministro de agua dulce de que dispone la humanidad se está reduciendo a raíz de la creciente contaminación de muchos de esos recursos hídricos y el cambio climático. En algunos países, los lagos y ríos se han transformado en receptáculos de una variedad abominable de desechos, inclusive aguas negras municipales parcialmente tratadas, efluentes industriales tóxicos y sustancias químicas de las actividades agrícolas lixiviadas en las aguas de superficie y freáticas (Merla, 1998). El encontrarse entre suministros de agua limitados y crecientemente contaminados por una parte y la demanda rápidamente creciente del crecimiento demográfico y el desarrollo por otra, hacen que muchos países en desarrollo enfrenten decisiones problemáticas (Crossette, 1995). La insuficiencia de agua dulce probablemente sea uno de los principales factores que afectan el desarrollo económico en los decenios venideros.

Los resultados de la investigación indican que la comunidad tradicionalmente han empleado el agua lluvia para diferentes usos. La implementación de opciones tecnológicas y de nivel de servicio deben ser evaluados en la etapa de planeación conjuntamente con el agua lluvia, porque en términos de disponibilidad, accesibilidad y costos, siempre habrá competencia con el agua lluvia. Por el desarrollo económico de la comunidad, se aspira a tener soluciones como las del sistema entubado, que por los costos de bombeo no es fácil de sostener por la

comunidad, máximo cuando tiene agua lluvia en cantidad y calidad disponible (Molles, 2006).

El agua lluvia en esta comunidad puede ser una solución única o combinada con el sistema entubado, pero se deben establecer una reglas de juego claras entre los usuarios, esto implica que este sector productivo debe concertar la solución y su sostenibilidad con los diferentes niveles de organización de la comunidad. Los planificadores deben ser creativos para brindar la solución técnica más adecuada y a costos razonables para la comunidad. Este es un elemento a ser considerado cuando se vaya a realizar la optimización del sistema entubado y el de agua lluvia.

Sin embargo, a pesar de que los sistemas de agua lluvia son utilizados y aceptados por la comunidad, con la realización de este estudio se evidencian los siguientes problemas que limitan un mejor aprovechamiento: 1) Alto riesgo sanitario y rápida contaminación del agua almacenada; 2) la proliferación de mosquitos en el agua lluvia almacenada incrementa los riesgos de salud y 3) bajo aprovechamiento del área de captación y bajo volumen de almacenamiento. Mejoras en el área total captada y el aumento del volumen de almacenamiento garantizará mejor disponibilidad de agua en época seca. Aumentando el volumen de los tanques se aumentaría casi en cinco veces la cantidad de agua disponible para las familias en periodo seco. En el estudio se identificó que el agua lluvia almacenada sin la adecuada protección presenta alto riesgo de contaminación, por este motivo es clave introducir la desinfección utilizando métodos caseros, reforzando el hervir el agua para beber o aplicar desinfectantes que sean accesibles para la comunidad.

Por otra parte, y bajo la perspectiva del calentamiento global, el problema de la escasez de agua tiende a empeorar en aquellas regiones en las que ya se presenta déficit, sea por la tendencia de reducción de los niveles de precipitación o por el aumento de los niveles de evaporación y transpiración. De esta manera, el

problema en la región podría extenderse y agudizarse, alcanzando zonas actualmente subhúmedas y húmeda (Pinche, 1996).

En relación con lo anterior, cabe mencionar que la introducción de prácticas aisladas y con pocas familias no tiene impacto para mejorar el aprovechamiento de agua en una zona deficitaria ni se traduce en un efectivo desarrollo de la comunidad. Se deben promover prácticas sencillas, poco costosas y de fácil mantenimiento, pero dentro de un contexto de largo plazo, en que el ciclo hidrológico sea estudiado, comprendido y manejado de forma que la población gobierne sus variables con destreza, para sacarle el mejor provecho a sus potencialidades y mitigar sus limitaciones, de tal manera de lograr convivir en armonía con el ambiente (Shaxson, 2005).

En esta misma línea, Los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia son el resultado de las necesidades (demanda), recursos disponibles (precipitación, dinero para invertir y materiales de construcción), y las condiciones ambientales en cada región. Sólo cuando no existe red de agua potable, el suministro es deficiente o el agua tiene un costo muy alto, se piensa en buscar sistemas alternativos de abastecimiento, por ello la documentación sobre sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, se limita a las acciones realizadas en las últimas décadas en zonas del planeta con las deficiencias mencionadas anteriormente (Pessoa, 2006).

De otro lado, las tecnologías para el aprovechamiento del agua lluvia encajan muy bien dentro de los lineamientos del desarrollo sostenible, ya que contribuyen al uso racional del agua y los recursos. Las nuevas tecnologías y los materiales modernos permiten que los sistemas para el aprovechamiento de agua lluvia sean factibles y estén al alcance de las comunidades donde se carece de un suministro adecuado de agua. Desde estas comunidades se irradia los conceptos de uso racional del agua y sus metodologías siendo ahora aplicadas en lugares donde los

problemas de abastecimiento de agua no son tan graves (Gallopín, 2006). Cuando se presentan problemas graves de suministro por parte de los acueductos municipales, o no se tiene acceso a la red, es factible utilizar el agua lluvia como fuente de abastecimiento para el consumo humano, esto si se cuenta con un adecuado tratamiento que potabilice el agua. Si se tiene acceso a la red del acueducto y se busca racionalizar el consumo de agua potable, el agua lluvia es una excelente fuente para cubrir la demanda de agua generada por los usos que no requieren agua potable para su desarrollo (riego de jardines y plantas, lavado de autos, descarga de inodoros, aseo de pisos y lavado de ropa). En Colombia es necesario tecnificar la aplicación de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia en lo que respecta al uso en viviendas, esto debido a que la mayoría de las aplicaciones realizadas son de tipo empírico sin un diseño previo que corresponda a las características ambientales de la región y a las necesidades de los usuarios, ya que del adecuado diseño y mantenimiento del sistema depende la calidad y cantidad del agua suministrada (Lara, 2007).

Lo anterior es particularmente importante, ya que la existencia de redes y grupos de presión a nivel nacional han permitido introducir de manera innovadora propuestas descentralizadas dando mayores responsabilidades al consumidor de agua. En la gran mayoría de las ciudades del trópico, la normativa urbanística exige la instalación de redes de agua y de alcantarillado “entubados”, como la solución técnica y urbanística ideal, pero no se ofrecen aún opciones complementarias para reducir la presión sobre los ecosistemas estratégicos ni programas de educación y cultura ciudadana para cambiar actitudes urbanas de ahorro de lluvia (Zoido, 2003).

La propuesta sobre la cual trabajan los nacientes grupos de presión, se centra es una estrategia de aprovechamiento y reutilización del agua de lluvia captada in situ, con miras a producir el mínimo de residuos líquidos. Ya se ha iniciado en ciudades Europeas (Berlín y Ginebra son unos buenos ejemplos), donde se utiliza

el agua lluvia no tratada en usos urbanos, limpieza de calles, riego de jardines, usos industriales, separando el agua potable para el consumo, del agua no tratada para otros usos urbanos. Tímidamente se introduce en ciudades de América Latina (Pacheco, 2008).

En este sentido, la sensibilidad hacia la sostenibilidad urbana busca que el consumidor de agua cuestione de dónde proviene, cómo se trata en la fuente, cómo se distribuye y cuál es su destino final. Paga por un servicio público que tiene amplia cobertura, garantiza la calidad evitando enfermedades gastrointestinales y se espera que el suministro sea de forma permanente. En muchos casos, sobre todo en zonas peri-urbanas y en ciudades pequeñas de países tropicales, el acueducto carece de estas virtudes (Solo, 2003). Los sistemas de acueducto convencionales, con sus redes subterráneas e invisibles, proveen agua de presas cada vez más distantes de los centros urbanos, afectando cuencas y ecosistemas rurales. Esta forma de consumo del agua es insostenible.

Para avanzar en este marco, se requiere aunar esfuerzos de muchos actores y disciplinas, generar nuevos conocimientos interdisciplinarios y bases teóricas para evaluar las opciones de sostenibilidad del agua en la ciudad. Existen otros ejemplos que empiezan a desmitificar el uso de la lluvia: En la ciudad de Manizales, se ha puesto en marcha un programa de recuperación del agua lluvia para el lavado de vehículos y la generación de ingresos de personas reinsertadas a la vida civil. Aunque a pequeña escala, este tipo de iniciativas locales responden a una necesidad de empleo que bien podría reproducirse en otras ciudades con población desempleada (Novo, 2006). Es el caso de las ciudades de Quibdó y Buenaventura, ubicadas en el litoral Pacífico de Colombia, una de las zonas más pobres y lluviosas del mundo, la población se queja de falta de agua potable. Los acueductos existentes no tienen la cobertura deseada ni la cantidad y calidad aceptable. Las enfermedades gastrointestinales ocupan el primer lugar en



morbilidad y mortalidad infantil. Según un estudio del Banco Mundial, (Larsen, 2004), los mayores daños ambientales en Colombia causados por enfermedades relacionadas con el agua, la contaminación del aire, los desastres naturales tales como inundaciones y deslizamientos de tierra, deterioro del suelo y contaminación intramuros del aire, generan en su orden, los mayores costos sociales y económicos asociados con el deterioro ambiental urbano

En conclusión podría afirmarse que los Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para uso doméstico y consumo humano a nivel de familia y comunitario representan una solución para abastecer en cantidad y calidad a las numerosas poblaciones rurales, periurbanas y urbanas que sufren la carencia de este vital líquido (Gleason, 2005).

## CONCLUSIONES

Se ha demostrado que la captación y el almacenamiento de aguas lluvias para la familia campesina de la Reserva Los Mulatos ha sido una alternativa viable y de solución frente a la problemática de escasez y contaminación que presenta el agua en la localidad de El Salado, municipio de Lebrija. El uso de agua lluvia es primordialmente para la realización de actividades como el riego de cultivos y de jardín, especialmente en épocas de verano y para las tareas diarias de aseo, preparación de alimentos. Se demostró que la captación de agua lluvia según el balance hídrico es suficiente para cubrir las áreas de cultivos y el número de integrantes de la familia como se puede ver en la Tabla No. 12. De esta forma, la cosecha de aguas lluvias representa una alternativa a bajo costo que contribuya a que la familia supla sus necesidades básicas y mejora su calidad de vida.

En el presente estudio de caso se contó con el apoyo de Fundaexpresión, entidad que ha realizado actividades de investigación, implementación y sistematización de esta experiencia, específicamente colaborando en talleres de capacitación con las mujeres campesinas en la vereda del Salado - Lebrija. Para el estudio, se encuentra que un factor clave para la réplica de los sistemas de cosecha de agua lluvia, dentro el periodo 2006 - 2008, fue el apoyo técnico, social y económico brindado por esta ONG.

De esta manera, se concluye que para impulsar este tipo de iniciativas se requiere de la presencia de programas gubernamentales o de ONGs, donde se destinen recursos para promover una cultura de manejo del agua con las comunidades locales y capital semilla para cofinanciar recursos técnicos y

económicos para implementar los sistemas de cosecha de aguas lluvias. Este acompañamiento social y técnico, como se ha constatado en las experiencias y referencias bibliográficas en varios países de Centro América y Sur América, es un factor clave para el éxito de proyectos comunitarios de cosecha de aguas lluvias.

Frente a la diferentes propuestas tecnológicas para la construcción de tanques para el almacenamiento de aguas lluvias en las que se emplean ladrillos - cemento, y en la que se utiliza cemento y malla (ferro-cemento) se puede observar que los pozos construidos con esta última técnica son económicos y pueden ser fácilmente fabricados por las mismas familias. Además tienen una vida útil prolongada como se pudo observar en las visitas de campo, donde los pozos de ferro-cemento, construidos hace 8 años, se encuentran todavía en buen estado.

El estudio permitió identificar que las réplicas a nivel social, han sido lideradas por hombres, mujeres y jóvenes, con el apoyo de una asociación comunitaria de base: Asociación Municipal de Mujeres Campesinas de Lebrija - AMMUCALE. Los-as agricultores de la localidad demostraron necesidades específicas de captar y almacenar agua lluvia para actividades domésticas y agropecuarias (almacenamiento de agua de aljibes, riego de cultivos de pancoger, cítricos, cacao y piña).

## RECOMENDACIONES

Como se halló en la bibliografía consultada y los análisis microbiológicos del agua lluvia captada, para efectos en los cuales se pretenda destinar esta agua para uso doméstico, se requiere implementar dentro de los componentes del sistema, un proceso sencillo de tratamiento del agua lluvia cosechada antes de usar el agua para consumo humano. Dentro las recomendaciones para este fin, se pueden mejorar las condiciones higiénicas del área de captación y del tanque de almacenamiento, hervir el agua, aplicar cloro, utilizar filtros lentos de arena, entre otros. Otra alternativa podría ser solamente utilizar el agua lluvia para las actividades de tipo agrícola como riego en los cultivos.

Para la implementación de un programa de cosecha de aguas lluvias, se requiere de un estudio previo con las comunidades locales, que contemple aspectos técnicos y metodológicos tomando como base la oferta de agua lluvia (registros pluviométricos) y la demanda de agua al interior de la familia beneficiaria. Este estudio permite acertar que se prevengan las fallas técnicas en factores como la ubicación, el dimensionamiento y la construcción del tanque de almacenamiento y el sistema de captación.

En el caso de las familias campesinas de la zona de estudio, se recomienda complementar los sistemas de cosecha de agua lluvias a nivel de techos con prácticas de manejo y conservación de suelos en los cultivos que permitan la retención del agua a nivel de suelo (coberturas vivas, coberturas muertas, zanjas de infiltración, terrazas de banco, cultivos de sombrío), particularmente por las condiciones de exposición solar, deforestación y desertificación de suelos en la zona.

## BIBLIOGRAFÍA

- Altieri M., & Nicholas C. (2009). Estudio de captación de aguas. *Leisa Revista de Agroecología*, 12, 3-23.
- Ballén, J., Galarza, M., & Ortiz, R. (2000). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá D.C: Instituto de Hidrología, meteorología y Estudios Ambientales.
- Campos, A. (2009). *Métodos mixtos de investigación, integración de la investigación cuantitativa y la investigación cualitativa*. Bogotá D.C.: Editorial Magisterio.
- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Mesta de Bucaramanga. (2004). *Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Microcuenca Angula Lajas Municipio de Lebrija y Girón*. Bucaramanga: CDMB
- Friedlander, C., Morra, G. (2001). *Evaluaciones mediante Estudios de Caso*. Washington, D. C.: Banco Mundial.
- Fonseca, Á. (2010). Cosechar Agua Lluvia. *El Nuevo Diario, Guatemala, Sección Opinión*.
- Fundación de Expresión Intercultural Educativa y Ambiental Fundaexpresión. (2004). *“Piña Dulce, Agua Amarga” mujeres campesinas por el acceso al agua*. Floridablanca: FUNDAEXPRESION.
- Gallopin, G. (2006). “Los Indicadores de Desarrollo Sostenible: Aspectos Metodológicos y Conceptuales”. *Seminario de Expertos sobre Indicadores de Sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas*. FAO.
- Garrido, S. (2012). *Potabilización de Agua de Lluvia Rodada por medio de Filtración en Múltiples Etapas Modificada*. Jiutepec: Instituto Mexicano de Tecnología.
- Gleason, A. (2005). *Manual de aprovechamiento de aguas pluviales en centros urbanos*. México: Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño.
- Lara, J. (2007). Aprovechamiento del agua lluvia para riego y lavado de zonas duras y fachadas en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana

(Bogotá). *Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia*, 11(2): 193-202

Martínez, M. (2006). *La Investigación Cualitativa*. Caracas: Síntesis.

Molles, M. (2006). *Ecología. Conceptos y aplicaciones*. Madrid: Mc Graw Hill-Interamericana.

Novo, María. (2006). *“El Desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa”*. Madrid: Pearson Educación.

Organización Panamericana de la Salud (2004) Guía de Diseño para Captación del Agua de Lluvia. Disponible en: [www.aguasinfronteras.org/PDF/AGUA%20DE%20LLUVIA.pdf](http://www.aguasinfronteras.org/PDF/AGUA%20DE%20LLUVIA.pdf)

Pacheco, M. (2008). Avances en la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de “Lluviatl” en México. *Revista Internacional de Sostenibilidad Tecnología y Humanismo*, 3, 39-57.

Pessoa, J. (2006). Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. *Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água*. Brasil.

Pinche, C. (1996). *Captación de agua de niebla en lomas de la costa peruana. Tecnología y Ciencias del Agua*. México D.F.: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Sandoval, C. (2002), *Investigación Cualitativa, Programa de Especialización en Teoría, Métodos y Técnicas de Investigación Social*. Bogotá D.C: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior – ICFES.

Suarez, A., Galazar, M., Ortiz, O. (2006). Historia de Los Sistemas de Aprovechamiento de Agua Lluvia. *VI Serea Seminario Iberoamericano Sobre Sistemas De Abastecimiento Urbano De Agua*, Brasil.

Sánchez, L., & Caicedo, E. (2012). *Conservación del Recurso Hídrico de la Universidad del Valle Cali*. Cali: Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y i, Colombia.

Shaxson, T. (2005). Optimización de la humedad del suelo para producción vegetal. *Boletín de Suelos de la FAO*, 79, 1-11.

Solo, T. (2003). *Independent Water entrepreneurs in Latin America. The other private sector in water services*. Washington: World Bank.

Zoido, F. (2003). *“Un nuevo horizonte para la geografía en los estudios y aplicaciones sobre el paisaje”*. Banco de buenas prácticas de Geografía. N° 1. Disponible en: [http://www.geografos.org/nuevaweb/seccion/78\\_Banco%20Buenas%20Pr%E1cticas%20n1.pdf](http://www.geografos.org/nuevaweb/seccion/78_Banco%20Buenas%20Pr%E1cticas%20n1.pdf)

## ANEXOS

### ANEXO 1: GUIA PARA ENTREVISTAS INDIVIDUAL

#### Entrevista individual reserva campesina los Mulatos

FECHA: \_\_\_\_\_ REALIZADA POR: \_\_\_\_\_ DOD: \_\_\_\_\_

#### 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Vereda: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_ Area de la finca: \_\_\_\_\_

#### 2. SISTEMA PARA LA CAPTACION DE AGUA LLUVIA

- Fecha de implementación del sistema: año 2001
- Gráficos del sistema de captación almacenamiento y tratamiento del agua lluvia.
- Dimensiones de las áreas de captación del agua lluvia (techos)
- Dimensiones de los depósitos de agua lluvia.
- Levantamiento de planos.

#### 3. REGISTROS PLUVIOMÉTRICOS A NIVEL DE LA FINCA

| AÑO | MESES DEL AÑO |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           | TOTAL |
|-----|---------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|
|     | ENERO         | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |       |
|     |               |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |       |
|     |               |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |       |
|     |               |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |       |

- comparación de los datos de la finca Los mulatos con los del IDEAM

| AÑO | MESES DEL AÑO |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           | TOTAL |
|-----|---------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|
|     | ENERO         | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |       |
|     |               |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |       |
|     |               |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |       |
|     |               |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |       |
|     |               |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |       |



#### 4. MATERIALES Y COSTOS DEL SISTEMA INICIAL \*\*.

| MATERIALES / MANO DE OBRA | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|---------------------------|--------|----------|----------------|-------------|
|                           |        |          |                |             |
|                           |        |          |                |             |

\*\*Costos de materiales puestos en la zona

#### 4.1 MANTENIMIENTO Y REPARACIONES DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA.

| FECHA | TIPO DE MANTENIMIENTO / REPARACIONES | MATERIALES Y/O MANO DE OBRA | COSTOS |
|-------|--------------------------------------|-----------------------------|--------|
|       |                                      |                             |        |
|       |                                      |                             |        |

¿Por qué las reparación? ¿Cómo se fue ampliando el sistema de captación y almacenamiento?

#### 5. BALANCE HIDRICO

##### a. Plano del sistema de distribución del agua

##### b. Identificación del uso del agua lluvia captada

- Agrícolas: huertas, frutales.
- Domestico: lavado de ropa, lavado de loza, preparación de alimentos, sanitario, ducha, jardín

##### c. Usos consumo mensual

#### 6. SISTEMATIZACIÓN DE LA VIVIENCIA

- Que ha significado para ustedes la captación de aguas lluvias frente a la a escases y contaminación que presenta el agua en la comunidad.
- Como fue implementado el sistema para la captación del agua lluvia
- Cuál es el uso que le han dan al agua lluvia que captan .

**ANEXO 2: GUIA PARA ENTRVISTA REPLICAS COMUNITARIAS**

FECHA \_\_\_\_\_ REALIZADA POR \_\_\_\_\_ COD: \_\_\_\_\_

**1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**


Departamento \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Vereda \_\_\_\_\_

**1. CUADRO RESUMEN DE LAS RÉPLICAS COMUNITARIAS**



| Vereda | Nombre y apellidos | Año de implementación del sistema | Tipo de sistema (sistema, volumen) | Usos | Costo inicial | Costos de mantenimiento | Valoración de la réplica. | Estado actual del tanque |
|--------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------|---------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
|        |                    |                                   |                                    |      |               |                         |                           |                          |
|        |                    |                                   |                                    |      |               |                         |                           |                          |

## ANEXO 3

### Análisis fisicoquímicos del agua lluvia utilizada para el consumo humano



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.016.152-8

**REPORTE DE RESULTADOS**


|   |  |            |
|---|--|------------|
| Ciudad y Fecha de emisión: Bucaramanga, 26 de diciembre de 2013 |  | No. 052693 |
| Solicitante: NELSY GUALDRON BECERRA                             | Tipo de muestra: Agua                    |            |
| Dirección: CALLE 42 NO. 16 126 APTO 705                         | Identificación: AGUA PARA CONSUMO HUMANO |            |
| Teléfono: 3183817597  | Descripción: Agua Lluvia                 |            |
| Lugar de muestreo: LEBRILIA                                     | Responsable de muestreo: SOLICITANTE     |            |
| Fecha de muestreo: 20 de diciembre de 2013                      | Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE   |            |
| Fecha de recepción: 20 de diciembre de 2013                     | Tamaño de la muestra: 1000 ml            |            |
| Fecha de análisis: 20 al 23 de diciembre de 2013                | Envase o empaque: Plástico               |            |
| Análisis solicitado: Fisicoquímico                              | Lote: N/A                                |            |
| Condiciones de la muestra: Adecuada                             | Tipo de muestreo: Puntual                |            |

**ANÁLISIS FISICOQUÍMICO**


| VARIABLE              | MÉTODO                          | RESULTADOS | UNIDADES                | VALORES DE REFERENCIA |
|-----------------------|---------------------------------|------------|-------------------------|-----------------------|
| pH (25 °C)            | St. Mth. 4500 H+ B              | 6,05       | Unid. pH                | 6,5 - 9,0             |
| CONDUCTIVIDAD (25 °C) | St. Mth. 2510 B                 | 19,61      | µs/cm                   | Hasta 1000            |
| COLOR APARENTE        | St. Mth. 2120 C                 | 21         | Unid Pt - Co            | Máx. 15               |
| TURBIDEZ              | St. Mth. 2130 B                 | 1,62       | NTU                     | Máx. 2                |
| ALCALINIDAD TOTAL     | St. Mth. 2320 B                 | 6,0        | mg CaCO <sub>3</sub> /L | Máx. 200              |
| DUREZA TOTAL          | St. Mth. 2340 C                 | 6,0        | mg CaCO <sub>3</sub> /L | Máx. 300              |
| DUREZA CÁLCICA        | St. Mth. 3500 Ca D              | 2,0        | mg CaCO <sub>3</sub> /L | —                     |
| DUREZA MAGNÉSICA      | St. Mth. 3500 Mg E              | 3,0        | mg CaCO <sub>3</sub> /L | —                     |
| MAGNESIO              | St. Mth. 3500 Mg E              | 0,7        | mg Mg/L                 | Máx. 36               |
| CLORUROS              | St. Mth. 4500 Cl-B              | 2,0        | mg Cl/L                 | Máx. 250              |
| CALCIO                | St. Mth. 3500 Ca D              | 0,8        | mg Ca/L                 | Máx. 60               |
| SULFATOS              | St. Mth. 4500 SO4 E             | < 5        | mg SO <sub>4</sub> /L   | Máx. 250              |
| HIERRO TOTAL          | St. Mth. 3500 Fe B              | < 0,05     | mg Fe/L                 | Máx. 0,3              |
| ALUMINIO              | St. Mth. 3500 Al B              | 0,01       | mg Al/L                 | Máx. 0,2              |
| NITRATOS              | RODIER                          | 1,45       | mg NO <sub>3</sub> -N/L | Máx. 10               |
| NITRITOS              | St. Mth. 4500 NO <sub>2</sub> B | < 0,02     | mg NO <sub>2</sub> -N/L | Máx. 0,1              |

N.D. No Detectable  
St Mth: STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER AWWA, WEF, APHA 22th.

**OBSERVACIONES:** Los valores de referencia son tomados de la resolución 211507 para la calidad del agua de consumo humano.  
Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAAMA.



Elaboró: **SERGIO ALEXANDER ROJAS S**  
DIRECTOR DE FISICOQUÍMICA  
ING. BIOTECNOLÓGICO




Revisó: **JHON ALEXANDER ARDILA A.**  
COORDINADOR DE FISICOQUÍMICA  
QUÍMICO, PQ 4330

|        |       |         |     |       |            |        |        |
|--------|-------|---------|-----|-------|------------|--------|--------|
| Código | R-051 | Versión | 0,1 | Fecha | 22/05/2009 | Página | 1 de 1 |
|--------|-------|---------|-----|-------|------------|--------|--------|



Carrera 24 No. 36 - 11 Tels: (7) 6348000 - (7) 6348800 - 3187070821 Bucaramanga - Colombia  
web: www.siamaltda.com - e-mail: info@siamaltda.com

## ANEXO 4

### Análisis microbiológicas del agua lluvia utilizada para el consumo humano



**SERVICIOS INTEGRADOS PARA LA  
INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y EL  
MEDIO AMBIENTE**  
NIT. 804.016.152-8

### REPORTE DE RESULTADOS


|   |   |
|---|---|
| Ciudad y Fecha de emisión: Bucaramanga, 28 de Diciembre de 2013<br>Solicitante: NELSY GUALDRON BECERRA<br>Dirección: Calle 42 # 16 -126 Apto 705<br>Teléfono: 3183817597<br>Lugar de muestreo: LEBRIJA<br>Fecha de muestreo: 20 de diciembre de 2013<br>Fecha de recepción: 20 de diciembre de 2013<br>Fecha de análisis: 20 - 23 de diciembre de 2013<br>Análisis solicitado: Microbiológico<br>Condiciones de la muestra: Adecuadas | No. 052694<br>Tipo de muestra: Agua<br>Identificación: PARA CONSUMO HUMANO<br>Descripción: Lluvia<br>Responsable de muestreo: SOLICITANTE<br>Procedimiento de muestreo: SOLICITANTE<br>Tamaño de la muestra: 400 ml<br>Envase o empaque: Plástico<br>Lote: // |
|---|---|

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

| ANÁLISIS                    | MÉTODO          | RESULTADOS         | VALORES DE REFERENCIA |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| RECUENTO TOTAL DE MESOFILOS | St. Mth. 9215 D | 33800 UFC / 100 ml |                       |
| COLIFORMES TOTALES          | NTC 4772        | 16900 UFC /100 ml  |                       |
| E. coli                     | NTC 4772        | 0 UFC / 100ml      |                       |

**Observaciones:** La muestra requiere tratamiento de desinfección para ser destinada al consumo.

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de SIAMA.



*Catalina Infante Villate*

Elaboró: CATALINA INFANTE VILLATE  
COORDINADOR MICROBIOLOGÍA Y MUESTREO  
MICROBIOLOGA REG. FOLIO 14348 LIBRO C-4

*SANDRA PINZON RUEDA*

Revisó: SANDRA PINZON RUEDA  
DIRECTOR MICROBIOLOGÍA  
MICROBIOLOGA REG. 47708 FOLIO 177

|                        |                     |                        |                       |
|------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|
| <b>Código:</b> R - 051 | <b>Versión:</b> 0.1 | <b>Fecha:</b> 22/05/09 | <b>Página:</b> 1 de 1 |
|------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|

Carrera 24 No. 36 - 11 Tels: (7) 6348000 - (7) 6348800 - 3187070821 Bucaramanga - Colombia  
web: www.siamaltda.com - e-mail: info@siamaltda.com