

PLAN DE GESTIÓN DEL AGUA PROMOTOR DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA COMUNIDAD MESA DE LA ARENOSA, BOCONÓ, ESTADO TRUJILLO

WATER MANAGEMENT PLAN PROMOTING SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE COMMUNITY OF MESA DE LA ARENOSA, BOCONÓ, TRUJILLO STATE

Castro Rafael José*, Mendoza-Mendoza José Gregorio*, Matheus-Labastida, Jesús Enrique* y Álvarez Gubinelli Carlos Alfredo*

Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Trujillo, Venezuela

Resumen

El propósito de esta investigación es proponer algunos lineamientos para el uso racional y conservación del agua en función al desarrollo sostenible de la comunidad Mesa de La Arenosa, ubicada entre los 1600 y los 2000 msnm, en la vertiente norte de la cordillera de Guaramacal, parroquia Boconó del municipio Boconó en el estado Trujillo, Venezuela. Para ello, esta investigación se desarrolló bajo un esquema mixto donde hubo recolección, análisis y vinculación de datos, tanto cuantitativos como cualitativos, tomando elementos de la investigación tipo proyecto factible y del tipo investigación acción participativa. Entre los principales resultados destacan la construcción de un dique toma, el revestimiento del desarenador, la instalación de algunas ventosas, la reforestación con algunas especies arbóreas y la elaboración de un plan de gestión del agua. Los resultados permiten concluir que la comunidad La Arenosa carece de un plan de gestión de agua que promueva su desarrollo sostenible, por lo que es necesario elaborar, debatir, aprobar y registrar un reglamento para el uso del agua.

Palabras clave: Desarrollo sostenible, proyecto factible, investigación acción participativa, reforestación y reglamento de uso del agua.

Abstract

The purpose of this research is to propose some guidelines for the rational use and conservation of water in accordance with the sustainable development of the community Mesa of La Arenosa, located between 1600 and 2000 meters above sea level, on the northern slope of the Guaramacal mountain range, Boconó parish, Boconó municipality in the state Trujillo, Venezuela. To this end, this research was developed under a mixed scheme where there was collection, analysis and linkage of both quantitative and qualitative data, taking elements from the feasible project type research and the participatory action research type. The main results include the construction of an intake dam, the lining of the sand trap, the installation of some suction cups, reforestation with some tree species and the development of a water management plan. The results lead to the conclusion that the La Arenosa community lacks a water management plan to promote its sustainable development; therefore, it is necessary to elaborate, discuss, approve and register a water use regulation.

Keywords: sustainable development, feasible project, participatory action research, reforestation and water use regulations.

Recibido: 06-08-2025 / **Aprobado:** 26/09/2025

Introducción

Partiendo del hecho que tres cuartas partes del planeta Tierra están compuestas de agua y que la vida ha evolucionado gracias a ella, es entendible que el agua es fundamental para el desarrollo de cualquier sociedad; sin embargo; según la Organización Mundial de Meteorología (1997), el 97,5 % de ella es salada y el 1,5 % está en forma de hielo, quedando sólo un 1 % disponible a las especies para su sobrevivencia. Ante esta realidad, muchas comunidades se han encargado de gestionar la administración de este recurso como una manera de hacer el mejor aprovechamiento posible del mismo, acudiendo a la organización, la capacitación y la participación de las personas que se benefician de este recurso hídrico, tomando en cuenta que esta pequeña fracción de agua dulce es fundamental para el desarrollo de diversos procesos socioprodutivos.

No obstante, su disponibilidad ha mermado, generando escenarios de escasez. Por ejemplo, Torras (2017) afirma que varias cuencas hídricas del planeta están siendo sobreexplotadas o se encuentran al límite de su capacidad, destacando que 21 acuíferos principales del mundo se están agotando y 13 están en niveles críticos por su uso. Esta realidad, como lo refiere Ostrom (2011), advierte que su reserva es limitada, lo que propicia rivalidad y exclusión.

Para el caso del continente americano, Fernández (1999) indica que la región concentra alrededor de un tercio del agua dulce del planeta; no obstante, debido a la heterogeneidad territorial existen zonas con marcado déficit hídrico. En el caso de Venezuela, Zamora (2014) asevera que existen regiones con elevado potencial hídrico, pero también hay otras con un marcado déficit hídrico. Con respecto al recurso hídrico del estado Trujillo, Urosa (2003) explica que la

pérdida de vegetación natural repercute en su reducción, destacando que, en el caso del municipio Boconó, las quebradas Segovia y El Molino, experimentaron en el año 2003 una reducción importante de caudal y las quebradas que surten a los acueductos rurales de Tostós, Niquitao, Mosquey y Batatal también disminuyeron sus caudales ese año.

Ante esta realidad, surge la necesidad de gestionar el recurso hídrico como bien comunal, en donde los usuarios, de manera organizada, propongan sus propias reglas para el mejor uso este acervo comunal. Es así como, resultado de las visitas preliminares al área de estudio, se encontró que, para el caso particular de la comunidad Mesa de La Arenosa, ubicada en la vertiente norte de la cordillera de Guaramacal, se ha observado un aumento de la superficie agrícola y la infraestructura inconclusa de un sistema de riego que beneficiaría a 42 agricultores y que permitiría incrementar la producción agrícola con riego en la época de sequía.

En tal sentido, se plantea proponer algunas pautas para la gestión hídrica que oriente el uso racional y conservacionista del agua, bajo una forma de aprovechamiento que contribuya al desarrollo sostenible de la comunidad. De allí que el presente trabajo se haya desarrollado en aras de contribuir al fortalecimiento de la organización comunitaria, empleando como estrategia la gestión hídrica en pro de consolidar el sistema de riego, tomando en consideración que la gestión hídrica es vital para el sostenimiento de los volúmenes de producción agropecuaria; sin embargo, su uso, sin la respectiva reglamentación puede ser factor desencadenante de conflictos entre usuarios y generador de problemas ambientales.

Materiales y Métodos.

El presente trabajo se ejecutó en la comunidad Mesa de La Arenosa, ubicada, altitudinal mente, entre los 1600 y los 2000 msnm, donde, por ser su principal actividad la agricultura, predominan los cultivos de subsistencia, plantaciones de café y la horticultura comercial. Hidrográficamente, forma parte de la cuenca del río Boconó, componente de la hoya

hidrográfica del río Orinoco. Especialmente, se encuentra orientada: por el norte, con la comunidad de Chanda I; sureste, quebrada Chanda y Parque Nacional Guaramacal, y al oeste, con la comunidad de El Barzal (Figura 1). Geográficamente, se ubica entre las coordenadas 09°11'57" y 09°13'36" de latitud norte; y 70°12'58" y 70°16'07" de longitud oeste, con una extensión territorial aproximada de 486 hectáreas y una altitud media de 1700 msnm, aproximadamente.

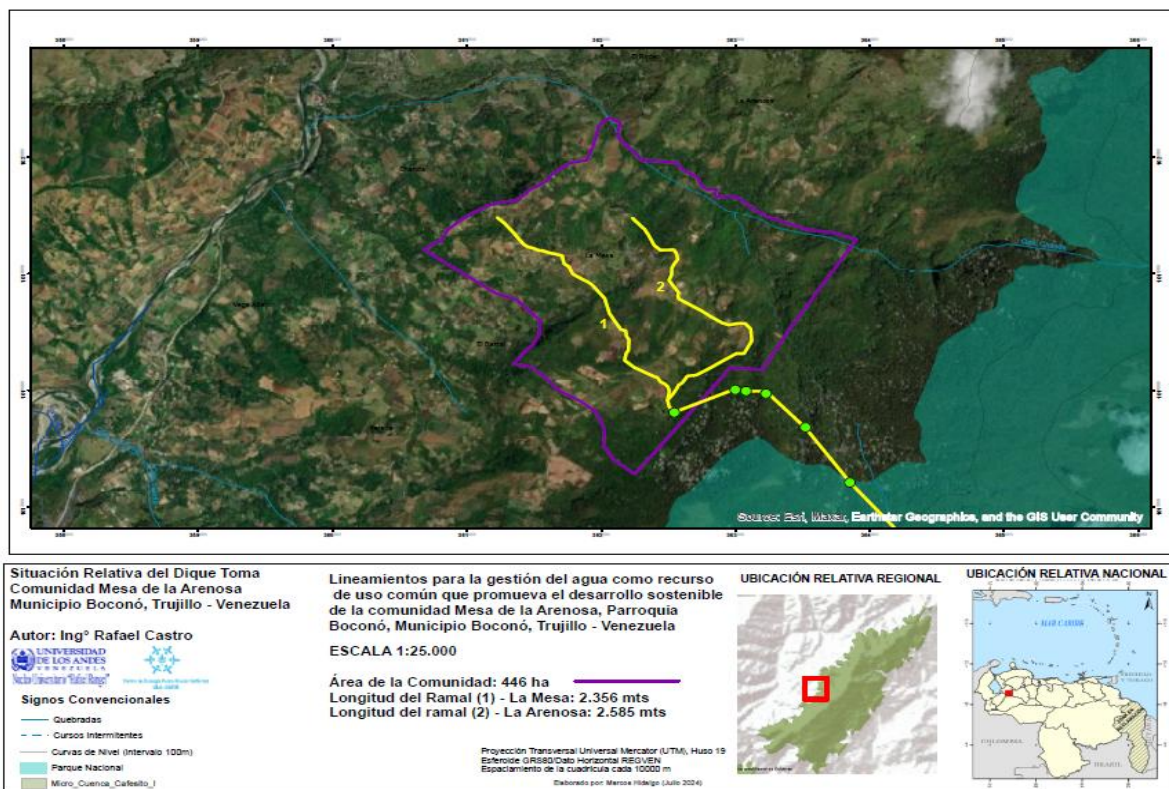


Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad Mesa de La Arenosa.

Dista a una hora de la ciudad de Boconó y, se accede a ella por vía terrestre en buen estado. El recurso hídrico de consumo proviene, fundamentalmente, de dos fuentes. Por una parte, la fuente de agua hidrogeológica que surte el acueducto rural de La Mesa Chanda II y, por la otra, la quebrada Cafecito I para abastecer el sistema riego.

Cabe destacar que estos cuerpos de agua se ubican en un bosque nublado que puede alcanzar los 3000 msnm y que está resguardado por el Parque Nacional Cruz Carrillo en Guaramacal. Es importante destacar que, por debajo de la cota de inicio del parque, existe una franja amortiguadora (zona boscosa comprendida entre las cotas 2000 y 2200

msnm) donde nacen pequeños cursos de aguas, cuya permanencia se ve amenazada por la fragmentación del bosque debido a la deforestación y los recurrentes incendios forestales (Cuello, 1999 y MARNR, 1983).

A decir de Cuello (1999), en esta zona se han identificado formaciones geológicas como Palmarito, Sabaneta y El Santuario o Gobernador; predominando areniscas, lutitas e intercalaciones de calizas. Aunado a esta composición geológica, la zona es impactada por la sismicidad recurrente de las fallas geológica de Boconó y Corojó. En lo referente a las precipitaciones, indica que éstas, están por el orden de los 1500 a 1800 mm anuales, según mapa de isoyetas confeccionado para caracterizar al Parque Nacional Guaramacal.

De tal manera que la conservación de zonas boscosas contribuye a la estabilización de los suelos; además, son fundamentales para mantener los caudales de agua, factor indispensable para impulsar el desarrollo sostenible de la comunidad de Mesa de La Arenosa. Y, referente a la vegetación, la misma ha venido siendo reemplazada para establecer, en principio, cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), luego plantaciones de café (*Coffea arabica*) que, a su vez, están siendo sustituidas para establecer cultivos hortícolas, conjuntamente con algunos cultivos de subsistencia, tales como maíz (*Zea mays*), caraota (*Phaseolus vulgaris*) y arveja (*Pisum sativum*) y, cuyo abastecimiento hídrico, proviene de la quebrada Cafecito I que tiene su dique toma a 2.387 msnm, con un caudal de 8,03 litros por segundos, según aforo realizado por la empresa HIDROANDES, sede Boconó, en el año 2003. Y por la aducción circula unos 2,5 litros por segundo medidos en los años 2020, 2021 y 2022, a partir de aforos realizados por los investigadores.

Con respecto al clima, la zona no dispone de estaciones climatológicas, por tal razón, sólo se tiene información de precipitación y temperatura de la estación climatológica Boconó Aeropuerto, ubicada a una altitud de 1.650 msnm y 30 años de registro correspondiente al período de 1970 al 2000 (MARNR, 2000). El promedio de lluvia se ubica en unos 1568 mm anuales y alrededor de los 17°C para la temperatura; este último, estimado a través del gradiente vertical altotérmico. Según Sistemas Ambientales de Venezuela (MARNR, 1983), los suelos de la comunidad Mesa de La Arenosa son de mediano desarrollo pedogenético, de textura franco arcillosa a franco arenosa con mediana fertilidad natural. Litológicamente, predominan las secuencias de lutitas, características de la formación Palmarito.

En cuanto a la formación vegetal, según Ewel y Madriz (1968), la zona clasifica como Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), resultado de la interacción de la precipitación, la temperatura, la evapotranspiración y la altitud; sin embargo, producto de la intervención antrópica para el establecimiento de actividades agropecuarias, prácticamente, el bosque original ha desaparecido, dando entrada, en algunas zonas, a lo que se conoce como bosque secundario.

Finalmente, en cuanto a la infraestructura de apoyo a la producción agrícola de la comunidad de Mesa de La Arenosa, el sistema de riego, por ahora carece de dique toma, existiendo sólo un recipiente (pipa) de 200 litros para la captación de agua, lo que evita el taponamiento causado por hojarasca, ayuda a mantener la continuidad del fluido y previene la ruptura de la tubería por altas presiones. Sin embargo, también hace falta instalar 2 kilómetros de tubería para abastecer el subsector La Arenosa; y 3 kilómetros para el suministro del subsector La Mesa. Es importante destacar que, antes de entrar en funcionamiento el sistema de riegos es recomendable

elaborar, aprobar y protocolizar un reglamento de uso del sistema de riego Rufino Sánchez de Mesa de La Arenosa.

La investigación se desarrolló bajo un esquema mixto que, en palabras de Ruíz (2013); se refiere a la recolección, análisis y vinculación de datos clasificados como cuantitativos y como cualitativos dentro de un mismo estudio o investigación para responder a un planteamiento en particular. En este sentido, esta investigación tomó componentes del tipo de investigación denominada proyecto factible y del tipo de investigación conocida como investigación acción y participación. Para Stracuzzy y Pestana (2012) el proyecto factible es aquel que, como resultado de una investigación, propone la elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales. Por su parte, Cano (2003), conceptualiza la acción participativa, como aquel proceso educativo de autoformación y autoconocimiento de la realidad, en el cual las personas que pertenecen a una comunidad en particular y, sobre quienes recae el estudio, tienen una participación directa en el proceso de definición del proyecto de investigación y en la producción de conocimiento sobre su realidad.

La investigación igualmente estuvo orientada bajo un estudio de campo que implicó el reconocimiento del área estudio, así como la interacción con sus habitantes en torno a la gestión del agua, como recurso de uso común promotor del desarrollo sustentable. Para ello, se seleccionó una población integrada por los 42 usuarios del sistema de riego, organizados como Comité de Riego Rufino Sánchez de la comunidad Mesa de La Arenosa.

En lo inherente a las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, se consideró, en primera

instancia, la observación directa que, según Arias (2006), es aquella técnica de visualización en forma sistemática de cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de los objetivos de investigación preestablecidos. Para ponerla en ejecución se recorrió gran parte la comunidad con el propósito de identificar algunos problemas propios y/o relacionados con la gestión del recurso hídrico propiamente dicho. Otra de las técnicas empleadas lo largo del trabajo de investigación fue la entrevista que, en palabras de Stracuzzy y Pestana (2012), corresponde al establecimiento de diálogos (conversaciones) entre el investigador (entrevistador) y la persona miembro de la población considerada dentro de la investigación (entrevistado). Esto a los fines de generar información útil para el desarrollo de la investigación. Así mismo, se aplicó una encuesta, que, para estos mismos autores, tiene como propósito obtener datos de varias personas cuyas opiniones interesan al investigador, utilizando preguntas escritas que se entregan a los sujetos, quienes, en forma anónima, las responden por escrito.

Tomando en consideración lo expresado por Bernal (2006), cuando explica que las actividades de levantamiento de información en campo incluyen una fase inicial de contacto con la comunidad, una fase intermedia para la elaboración del plan de acción y una fase terminal para la ejecución de las actividades planificadas; el levantamiento de información se realizó con el apoyo de algunos integrantes del Comité de Riego Rufino Sánchez. Dentro de las actividades de campo, se logró el levantamiento de información básica relacionada con la determinación del caudal de la quebrada Cafecito I y la inspección del estado de funcionamiento de la manguera de aducción. Esto a los fines de proponer la construcción artesanal de un dique toma, la construcción y

revestimiento de un desarenador y la construcción de una laguna de almacenamiento.

En lo que a la calidad y cantidad de agua se refiere, se realizó un estudio de campo para conocer el caudal de estiaje en la quebrada Cafecito I y el caudal de derivación que fluye por la tubería de aducción. Para ello, se utilizó el método del aforo volumétrico, al que Trezza (1997) define como la acción de recolectar toda el agua de la corriente en un recipiente cuyo volumen se conoce y medir el tiempo de llenado del mismo, entendiendo que ese volumen recolectado (aforo) permite conocer el caudal o gasto (Q), dado por la expresión $Q = \text{volumen (lt)} / \text{tiempo (seg)}$. Ahora bien, para conocer el caudal máximo, se utilizó el método del hidrograma triangular, al que Sherman (1932) definió como la relación que existe entre escurrimiento directo que se produce por una lluvia en exceso (1 mm) de lámina unitaria y la duración efectiva repartida uniformemente en toda la cuenca.

Adicionalmente, se instaló un pluviómetro artesanal que, según Monasterio et al. (2008), es un aparato conformado por las mismas partes de un pluviómetro convencional pero fabricado con materiales de muy bajo costo o de desecho que se encuentran en el lugar de estudio. Esto se hizo a los fines de determinar la relación existe entre las lluvias, los niveles de caudal de la quebrada Cafecito I y la fuente de agua que surte al acueducto rural.

En lo referente a la fase de laboratorio, se colectaron muestras de agua procedentes, tanto de la fuente de agua hidrogeológica que surte el acueducto rural de La Mesa Chanda II, como de la quebrada Cafecito I que abastece el sistema riego. Estas muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Calidad de Agua, adscrito a la Empresa HIDROANDES, sede Boconó. De ellas, se

determinaron las siguientes características, siguiendo los criterios propuestos por Carrillo y Marciales (1998):

1. Color, determinado mediante la comparación visual de las muestras con discos especiales de cristal de color, adecuadamente calibrados.
2. Alcalinidad, obtenida por titulación con un ácido mineral fuerte de concentración convenientemente, hasta los puntos de neutralización señalados por medio de indicadores colorantes.
3. pH, para conocer el grado de acidez mediante el método del potenciómetro.
4. Dureza, conseguida a partir de la sumatoria de las concentraciones de calcio y magnesio, expresada como carbonato de calcio, por titulometría.
5. Contenido de aluminio, determinando por el principio de eriocromo cianina.
6. Otros componentes: como cobre, nitrato, nitrito, oxígeno disuelto y fosfatos, se obtuvieron sus valores por el método espectrofotométrico.
7. El cloro residual, para el que se utilizó el método de la ortotolidina (método colorimétrico)
8. Presencia de coliformes totales y fecales, apoyándose en el método de la enzima - sustrato.

Una vez obtenida la información de campo, de laboratorio y aplicado el instrumento, se realizaron los respectivos análisis de la información, mediante la revisión, ordenación, clasificación, codificación, tabulación e interpretación de los datos obtenidos a lo largo del proceso investigativo. Los datos fueron clasificados, codificados y tabulados con el apoyo de una hoja de cálculo Excel.

Luego, de realizado todo el tratamiento descrito en el párrafo anterior, se redactó una especie de propuesta preliminar para la gestión del agua, contentiva de algunas orientaciones generales que puedan ser de utilidad para administrar el recurso hídrico, a través de algunas actividades propias para la consolidación de la infraestructura del sistema de riego y en donde se incluyen actividades en la toma, en el desarenador, en la línea de aducción, en el área de almacenamiento, en las líneas de distribución y, lo más importantes, acciones dirigidas a la capacitación de usuarios.

Finalmente, estos resultados, debidamente organizados fueron puestos a la disposición de la comunidad Mesa de La Arenosa, a fin de elaborar, de manera participativa, la propuesta del plan de gestión hídrica que pueda representar un factor promotor del desarrollo sostenible en esta comunidad.

Resultados y discusión

Los recorridos realizados por la comunidad permitieron determinar el estado de conservación del agua y de los bosques. En primer lugar, la quebrada Cafecito I, fuente de agua que abastece al sistema de riego de Mesa de La Arenosa y el bosque que la circundan se ubican a una altitud superior a los 2.200 msnm está protegido por la figura del Parque Nacional Guaramacal. En segundo lugar, se observaron relictos de bosques ubicados entre los 1.600 a 2.000. Y, en tercer lugar, el recurso hídrico de esta franja lo constituyen nacientes de agua que aportan al abastecimiento del acueducto rural. No obstante, existe una intervención antrópica importante, observada a través de actividades en los bosques ubicados en la cabecera de la comunidad, donde, por una parte, son intervenidos constantemente para extraer madera utilizada para el soporte mecánico de

las plantas (tutoreado) en cultivos de tomate y pimentón y, por la otra, sufren las consecuencias de los recurrentes incendios de vegetación, sobre todo entre los meses de enero y abril de cada año.

En cuanto al uso del recurso hídrico, al no contar la comunidad con una fuente de agua superficial que satisfaga los requerimientos hídricos de los cultivos hortícolas, se han visto en la necesidad de derivar aguas arriba parte del agua proveniente de las nacientes aledañas. También se observó que la zona donde se producen los mayores volúmenes de hortalizas está entre los 1.700 y los 2.000 msnm. Y, la zona destinada a la producción de café se localiza entre los 1.600 y los 1.700 msnm. Para cubrir la demanda hídrica del cultivo los productores están empleando como técnica el regadío por aspersión con una frecuencia variable entre dos o tres días y con tiempo de aplicación de la lámina de agua de dos a tres horas. Sobre este aspecto es importante destacar que, al momento de iniciar la investigación y, en torno a la infraestructura del sistema, ya la comunidad tenía avances importantes desde el punto de vista organizacional, tales como la creación del Comité de Riego Rufino Sánchez, integrado por 42 usuarios, la ubicación de la fuente de agua, la tramitación de permiso de aprovechamiento del agua ante la Superintendencia del Parque Nacional Guaramacal, la instalación de 3,5 km de tubería de aducción de dos pulgadas de diámetro, la colocación de un pipote de 200 litros como desarenador; no obstante, los usuarios no disponían de un reglamento de uso del agua para el mencionado sistema.

Por otra parte, en marzo de 2.022, la comunidad estuvo trabajando en la construcción de una laguna, diseñada para almacenar unos 1.200 m³ y ubicada a una altitud de 1.950 msnm. Ya, para mayo de 2.023, se realizó una inspección en el lugar de la toma de agua del sistema de riego Mesa de La Arenosa

(coordenadas Este: 364.153 y Norte: 1.016.648, a una altitud de 2.376 msnm), para realizar un diagnóstico de los trabajos que estaban pendientes por realizar. Este diagnóstico incluyó, por una parte, la construcción de un dique toma para reemplazar una pipa de 200 litros que funcionaba como desarenador y, por la otra, la instalación de algunas ventosas para liberar aire en zonas críticas de la tubería. Y, finalmente, en mayo de 2.024, se concluyó la construcción del dique toma artesanal y el revestimiento del desarenador con una geomembrana.

En lo que tiene que ver con el área cultivada, las encuestas revelaron que las superficies sembradas en cada uno de los subsectores se distribuyen de la siguiente manera: las mayores superficies de siembra de hortalizas se sitúan en el subsector la Arenosa y en menor proporción los cultivos de plantaciones de café; mientras en el subsector La Mesa es todo lo contrario, las mayores superficies están bajo cultivos de café, probablemente debido a la altitud (1.600 msnm), ideal para el desarrollo de este rubro. Para tener un mejor nivel de referencia sobre este aspecto, en la figura 2 se muestra la distribución por subsectores de las áreas cultivadas en el sector Mesa de La Arenosa.

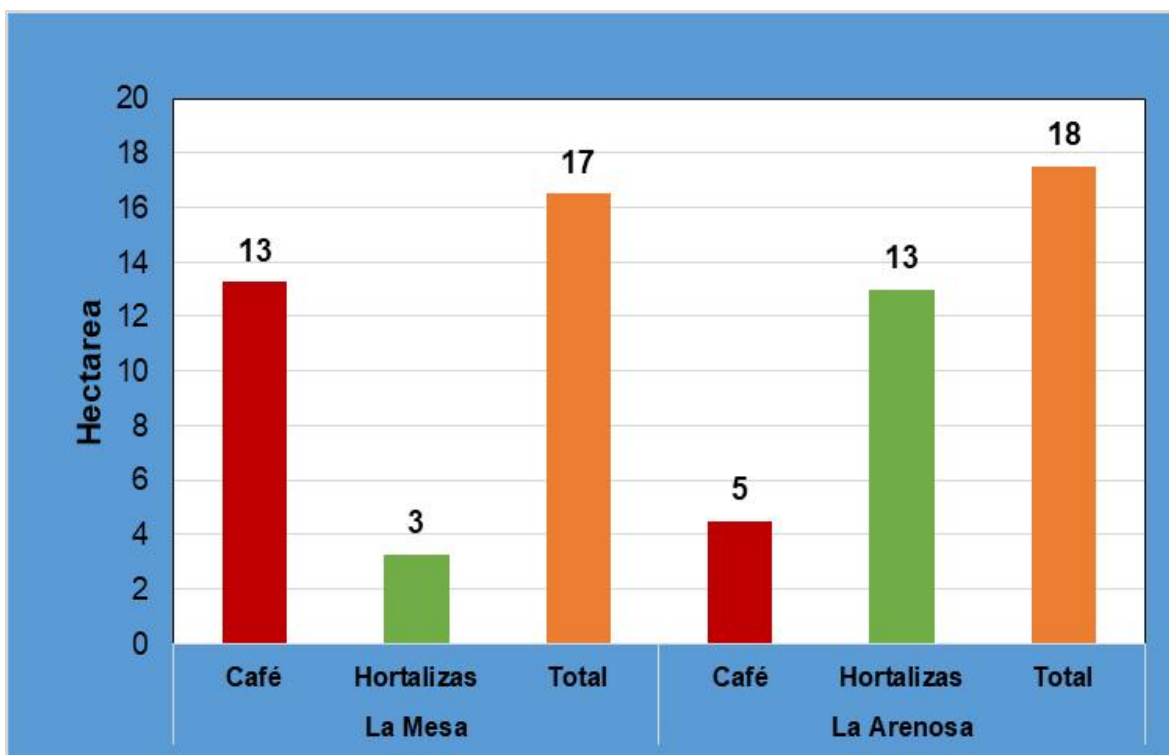


Figura 2. Distribución de las áreas cultivadas por subsectores en Mesa de La Arenosa.

En lo inherente a la organización, la participación y capacitación de los usuarios del sistema de riego,

también se logró recabar información En el cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 1. Organización, participación y capacitación.

Ítem	Pregunta	%	Respuesta
1	¿Cuáles organizaciones comunitarias están presentes en la comunidad?	78	Consejo comunal, comité de riego, CLAP y UBCH
2	¿Con qué frecuencia se reúnen las organizaciones comunitarias?	75	Esporádicamente
3	¿De qué manera participa usted en las reuniones?	68 33 28	Asistiendo reuniones Trabajo de campo Aporte financiero
4	¿Cuál de las siguientes temáticas se trata en las reuniones comunitarias?	70 25 23	Sistema de riego. Servicios públicos Activismo político
5	¿Cuál es su principal actividad económica?	68 23	Agrícola Funcionario público
6	¿Cuál es principal actividad económica?	43 38	Cultivo de café Cultivos de hortalizas
7	Considera usted, ¿que para desarrollar las actividades agrícolas es fundamental la dotación de agua a través del sistema de riego?	78	Muy fundamental
8	¿En cuáles actividades relacionadas con agricultura y la gestión del agua recibe usted asistencia técnica?	65	Ninguna
9	¿En cuál de las siguientes labores agropecuarias desea tener asistencia técnica?	50 48 38 35	Fertilización suelo Plantaciones de café Manejo hortícola Gestión del agua
10	De acuerdo a sus niveles de referencia, ¿conoce usted qué organización comunitaria se encarga de administrar el suministro del agua de consumo en la comunidad?	65	No existe.
11	¿Usted tiene conocimiento sobre las características físicas, químicas, bacteriológicas y cantidad de agua que surten al acueducto y sistema de riego?	60	No sabe
12	¿Conoce usted algunas familias de la comunidad de La Mesa de La Arenosa que, en época de sequía (verano), el agua del acueducto no los abastece?	60 68	Si existen 10 familias
13	¿Indique cuáles de las siguientes razones afectan los bienes naturales de la comunidad?	65 60	Deforestación Incendios
14	A su parecer ¿Qué repercusiones considera usted están vinculadas a las afectaciones ambientales?	65 45 40	Disminución agua Lavado suelo Pérdida de vegetación y/o fauna
15	¿A qué atribuye la ocurrencia permanente de las afectaciones ambientales?	55 50 48	Inefectiva vigilancia ambiental Apatía integrante de la comunidad Desconocimiento leyes ambientales
16	¿Considera usted que la puesta en funcionamiento del sistema de riego, sin la debida aprobación del reglamento de uso, pueda generar conflicto entre los usuarios?	63	Altamente probable
17	¿Piensa usted que para mantener la unión entre los usuarios del sistema de riego se debe elaborar, aprobar y registrar el reglamento de uso del sistema de riego?	63	Muy necesario
18	¿Considera usted que, para una gestión eficiente del agua, las organizaciones comunitarias deben orientarse por planes desarrollo local que contemple?	73 63 45	Organización, capacitación y participación Sensibilización ambiental Cultivos conservacionistas

Al respecto de los resultados, estos indican que los usuarios, en alto porcentaje están conscientes de la existencia de organizaciones comunitarias; tales como un consejo comunal, un comité de riego y un comité de alimentación (CLAP), así como la estructura política de la Unidad de Batalla Bolívar Chávez (UBCH). Sobre este tema, los habitantes participan masivamente en las elecciones para actualizar directivas del consejo comunal y comité de riego; pero, esta participación se reduce, en muchos casos, a solo acudir para renovar directivas y no en participar activamente para definir planes de gestiones de agua. Mucho menos, en integrar comisiones de trabajo antes los organismos municipales, estatales y nacionales. La escasa participación también se refleja en la ausencia por generar proyectos de interés colectivo o gestionar recursos de financieros.

Al mismo tiempo, el instrumento también reveló que, entre el 60 - 65 % de los encuestados, indican que los recursos naturales anualmente son degradados por deforestaciones e incendios de vegetación; afirmando que las causas pueden estar relacionadas con la indiferencia hacia el ambiente, al desconocimiento de repercusiones ecológicas, a la ausencia de talleres de educación ambiental, o a la débil vigilancia por parte de la guardería ambiental, entre otras causas. Esto está en plena vigencia y concordancia con lo expresado por Rojas et al (2014), quienes afirmaron, para ese momento, que, dado que esos factores siguen vigentes, los escenarios futuros revelarían una reducción aún mayor de las áreas boscosas silvestres, con la subsecuente pérdida de conectividad entre los parques nacionales de la región.

En torno a la gestión del recurso hídrico por parte de la comunidad, los encuestados indican que entre el 60 y el 73 % desconocen las características físicas, químicas y bacteriológicas, tanto del agua de

consumo doméstico como la que surte al sistema de riego. Al mismo tiempo, un alto porcentaje de opinión sostiene que utilizar el agua de sistema de riego sin ninguna normativa de reglamento de uso, generaría conflicto por su distribución. Esta es una razón de peso para proponer la elaboración, debate, aprobación y protocolización de un reglamento de uso del agua para el sistema de riego de Mesa de La Arenosa. De igual manera, también expresan, a través de los resultados de la encuesta, que desearían contar con talleres de capacitación en torno a fertilización de suelo, uso de productos fitosanitarios y en lo relativo al tiempo y frecuencia de riego.

Es por ello que, de manera mayoritaria, están de acuerdo con elaborar plan para la gestión del agua enmarcado en la organización, capacitación y participación de los integrantes del comité de riego, así como para la ejecución de obras, tales como el dique toma, el desarenador, la tubería de aducción, el revestimiento de la laguna de almacenamiento y la revisión de otros componentes de esta infraestructura hidráulica.

En lo relativo a la caracterización del agua en términos de cantidad, calidad, usos y procedencia de la misma, se utilizó la cartografía local y se logró confeccionar el mapa de la microcuenca, del cual se obtuvieron los siguientes datos: delimitación de la microcuenca Quebrada Cafecito I, área de la microcuenca unas 1.200 hectáreas, longitud del cauce principal (1.320 metros aproximadamente), el desnivel entre los puntos más bajo y más alto (unos 380 metros) y una pendiente que alcanza aproximadamente el 28%. En la figura 3 también se muestra la ubicación relativa del dique toma en la quebrada Cafecito I.

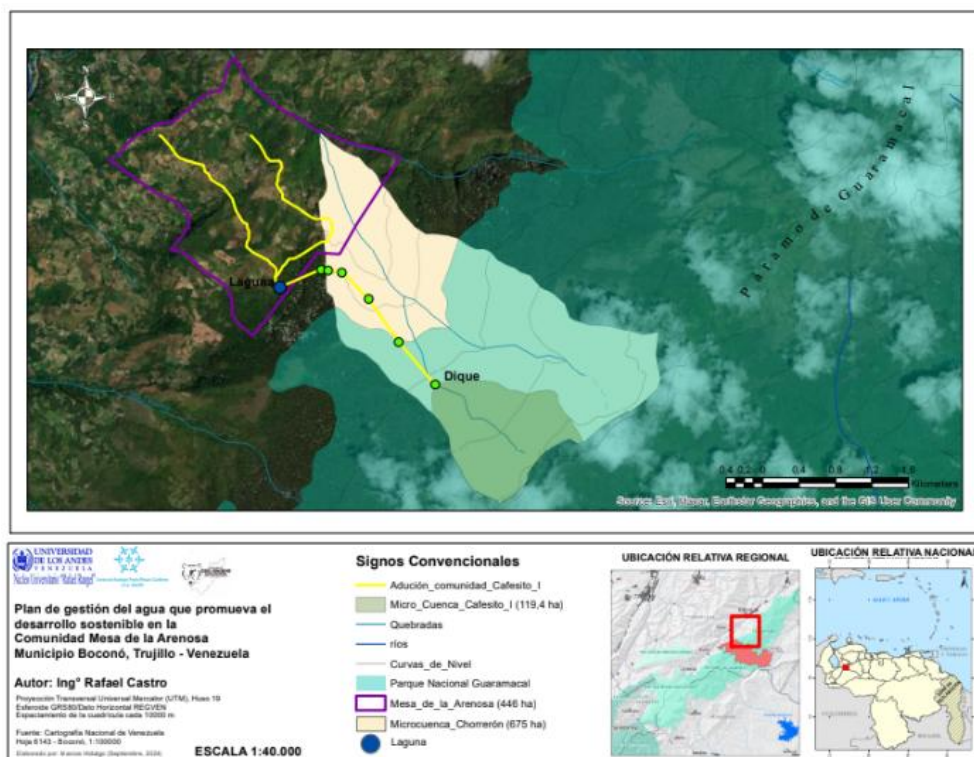


Figura 3. Ubicación relativa del dique toma en la quebrada Cafecito I, dentro de la microcuenca Quebrada Cafecito I

Con los parámetros obtenidos se logró determinar el caudal máximo, necesario para el diseño del dique toma. Este se obtuvo a través del método del hidrograma unitario triangular, utilizado en microcuencas que no disponen de datos pluviométricos. Para su aplicación fue necesario determinar el tiempo de concentración que, para el

caso de la microcuenca Cafecito I, su valor es aproximadamente 8,1 minuto (0,14 horas). Los parámetros obtenidos fueron los siguientes: caudal máximo 557 litros por segundos, tiempo al pico de 27 minutos (0,45 horas), tiempo base de 72 minutos (1,2 horas). En la figura 4 se muestra el gráfico que resume lo indicado.

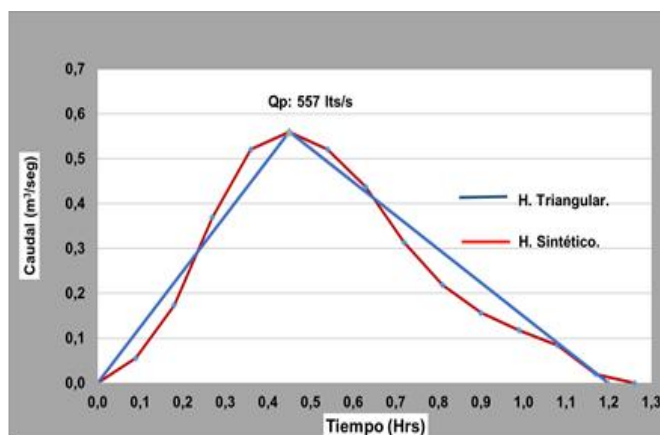


Figura 4. Hidrograma triangular unitario y sintético para Quebrada Cafecito I (Fuente: Mockus, 1957)

Por el contrario, en la época de estiaje (momentos donde se presentan los mínimos caudales) y con base en un aforo realizado por el Centro de Ecología Boconó en del año 2.003 y que dio como resultado un caudal de 8,6 lt/s y con los registros de caudales en tubería en los años 2.020, 2.021 y 2.022 que, en promedio indicaron un valor de 2,4 lt/s, se obtuvieron algunos datos referenciales. También, en caso de la quebrada Cafecito I, los resultados, medidos volumétricamente a la altura de la toma de agua, indican que por ella circulaban entre 6 y 8 lt/s. Con

estos datos, y descartando el gasto ecológico, se puede disponer de unos 5 litros por segundo; representando unos 432.000 litros de agua que se almacenarían en 24 horas, necesitando dos días más para completar el llenado de los 1.200 m³; lo que implica que la laguna necesita para completar su volumen de almacenamiento unos tres días, a razón de 5 lt/s. Esto sin tomar en cuenta la infiltración. Lo explicado se resume en el gráfico que se muestra en la figura 5.

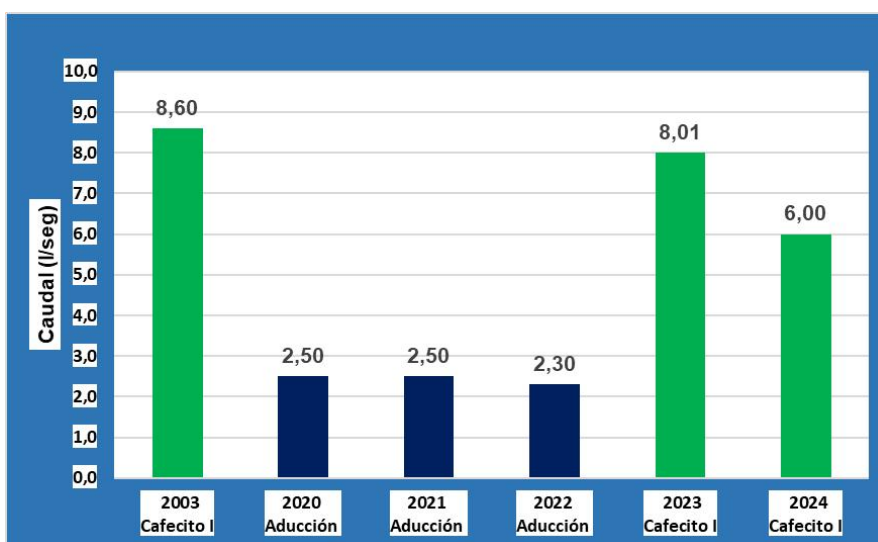


Figura 5. Disponibilidad de caudal Quebrada Cafecito I para la tubería de aducción.

De la gráfica del comportamiento de caudales se puede asumir que el menor caudal registrado fue de 6 lt/s en el año 2.024, cuyo valor puede relacionarse con la ausencia de precipitaciones.

En lo referente a la toma de agua del sistema de riego, esta se ubica a una altitud de 2.400 msnm, aproximadamente (coordenadas Este: 364.153 y Norte: 1.016.658). Por su parte, la pendiente de la tubería de aducción es, en promedio, de 13 %. La laguna de almacenamiento fue construida en el año

2022 y está ubicada a una altitud de 1.950 msnm (coordenadas Este: 362.546 y Norte: 1.017. 811). La laguna tiene un diámetro mayor de 25 metros y un diámetro menor de 22 metros, con una profundidad de 2,5 metros, para un volumen aproximado de unos 1.200 m³. En la figura 6 se presenta un croquis que ilustra la conformación del sistema de riego.

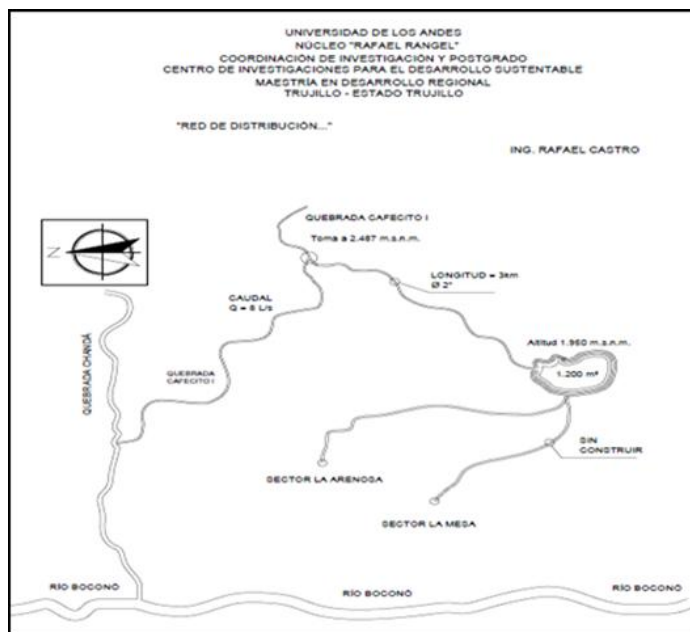


Figura 6. Sistema de riego Mesa de La Arenosa.

Para definir con mayor exactitud la época de sequía y la época lluviosa, adicionalmente, se instaló en marzo de 2.023 un pluviómetro artesanal para registrar las lluvias que ocurren en el sector. Para ese año, las precipitaciones alcanzaron un total de 1.131 mm; ocurriendo los máximos registros en los meses de junio (257 mm) y julio (249 mm), mientras los mínimos se registraron a principios y finales del año. Entre tanto, para el 2.024 lo acumulado en once meses fue de 1.146 mm; siendo los meses de mayor registro octubre (164 mm) y noviembre (200 mm). Estos registros se consideran representativos, tomando en cuenta que se encuentran dentro del rango del promedio anual de las estaciones vecinas al área de estudio, como lo son: Tostós ($\bar{x} = 1.278$ mm), Boconó Aeropuerto ($\bar{x} = 1.568$ mm) y Boconó MOP ($\bar{x} = 987$ mm), las cuales llevan registros de unos 30 años. Esto define el patrón pluviométrico de zona de estudio como unimodal.

El llevar un registro de las precipitaciones es

fundamental para estimar las fechas de siembra, de fertilización, de floración del café y de la cosecha, entre otras fases del manejo agronómico de un cultivo. Así mismo, desde la óptica de la gestión del agua, conviene conocer las características pluviométricas de la zona, pues las mismas son de utilidad para conocer la época de estiaje y planificar la distribución del agua, así como el mantenimiento general al sistema de riego. También, los registros de lluvia son fundamentales para identificar los meses de sequía, dato importante para considerar a la brevedad posible la culminación del sistema de riego de Mesa de La Arenosa. En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos para los últimos dos años.

Cuadro 2. Registro pluviométrico obtenido para los años 2.023 y 2.024 en el sector Mesa de La Arenosa.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2.023	-	-	3,5	109,5	145,0	257,0	249,0	126,0	98,0	67,0	76,0	57,0	1.131
2.024	0,0	0,0	16,0	129,0	139,0	132,9	104,0	132,0	129,0	164,0	200,0	-	1.146

En relación a la calidad del agua, las determinaciones físicas, químicas y microbiológicas indican que, para ambos cuerpos de agua, los valores están de los rangos establecidos en las Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.395, 1998), lo que no representa riesgo alguno para la salud de las personas que la consumen; sin embargo, la turbidez, causada por los sedimentos en suspensión, está


cercano al máximo permitido por la norma mencionada (5 UNT). Situación que puede regularse con la construcción del desarenador de doble compartimiento. El primero, para sedimentar partículas de mayor tamaño y, en el segundo, para decantar el material más fino, colocando la descarga de salida de distribución a cierta altura sobre el piso del desarenador. En el cuadro 3 se presentan los resultados correspondientes a estos análisis.

Cuadro 3. Caracterización física, química y microbiológica del agua (HIDROANDES, 2024).

Parámetros:	Naciente:	Quebrada Cafecito:	G.O Nro. 36.395
pH	7,4	7,5	6,6 a 8,5
Color	3 U.C	2 U.C	15 U.C
Turbidez.	4 N.T.U	2 N.T.U	5 N.T.U
Alcalinidad.	85 mg/l	83 mg/l	250 mg/l
Dureza.	75 mg/l	78 mg/l	500 mg/l
Cobre.	0.02 mg/l	0.01 mg/l	1.0 mg/l
Hierro.	0.003 mg/l	0.002 mg/l	0.1 mg/l
Oxígeno Disuelto	12 mg/l	12 mg/l	Mayor a 9 mg/l
Aluminio	0.002 mg/l	0.001 mg/l	0.1 mg/l
Coliformes Totales	0 N.M.P	0 N.M.P	0 N.M.P
Coliformes Fecales	0 N.M.P	0 N.M.P	0 N.M.P

Observaciones:

- Haciendo las respectivas comparaciones con los resultados obtenidos y los reflejados por la normativa sobre calidad de agua potable se puede constatar que los mismos se encuentran dentro de los valores que dicha normativa establece.
- Los valores acá obtenidos en los parámetros analizados son específicamente para ese día, hora y condiciones ambientales de los puntos de recolección, se recomienda una continuidad de análisis a fin de tener una mayor visión de las condiciones en diferentes momentos de los cuerpos de agua, ya que al ser agua superficiales pueden ser objeto de algún cambio en sus condiciones.


ING. GUILLERMO ALBARRAN.
U.S. COM. DE A.P. 2022
Manejo y uso de Cuadras Andina
Zona II Bocono.
JEFE DE PRODUCCION.
 ZONA II BOCONO.

El acueducto rural de La Mesa se construyó a principios de década de los 60. Consta de una toma, ubicada a una altitud de unos 1.770 msnm. El agua se conduce por una tubería de 3" de diámetro y 22 metros de longitud hasta la taquilla almacenamiento de 12,5 m³ (12.500 litros). La tubería de distribución, es de hierro galvanizado de 2,5" de diámetro y cubre una longitud de unos 1.335 metros con pendiente del 12%. Actualmente, la taquilla de almacenamiento se encuentra levemente inclinada (sureste), lo que impide que se llene por completo y sólo lo hace unos 0,2 metros por encima de la salida del agua hacia la comunidad. La inclinación de tanque y la presunta filtración impiden que el almacenamiento alcance mayor nivel y esto recrudescer en el periodo seco, y queden sin el abastecimiento de agua. Entre tanto, para la dotación del agua de los habitantes del subsector La Arenosa, donde habitan unas 100 personas, no tienen acueducto rural, por lo que cada familia se abastece de nacientes de agua.

Sobre el bosque que circunda la naciente hidrogeológica que abastece al acueducto del subsector la Mesa, se acometió un trabajo de reforestación con algunas especies arbóreas que fueron donadas por la Compañía Nacional de Reforestación (CONARE). Las especies sembradas fueron 50 alisos (*Alnus acuminata*), 10 limón mandarina (*Citrus limón*), 10 cerezas (*Prunus cerasus*), 10 guayabas (*Psidium guajava*), 5 pomagayas (*Syzygium malaccense*), 5 higos (*Ficus carica*), 5 aguacates (*Persea americana*), 2 pinos lazo (*Prumnopitys montana*), 5 limas dulces (*Citrus sp.*) y 4 moras (*Rubus ulmifolius*), para un total de 106 individuos plantados de las referidas especies.

Finalmente, la comunidad propuso para el plan de gestión del agua para el desarrollo sostenible en el sector Mesa de La Arenosa, las siguientes acciones: consolidar la construcción de dique toma

(mampostería), colocar la segunda capa de geomembrana al desarenador, instalar ventosas en la tubería de aducción, elaborar un proyecto de financiamiento para la adquisición de tubería de distribución y geomembrana, crear una cerca de barrera viva y alambrada alrededor de la laguna de almacenamiento, elaborar, aprobar y registrar reglamento de uso del sistema de riego, elaborar un proyecto de construcción de tanquilla (tipo galería) de almacenamiento para el acueducto rural La Mesa – Chanda II, estudiar la factibilidad de trasvase de agua al dique toma del acueducto rural La Mesa – Chanda II, elaborar un proyecto para la construcción de acueducto rural La Arenosa, promover la creación de la mesa técnica de agua para el acueducto La Mesa Chanda II y promover talleres de capacitación para usuarios del sistema de riego relacionados al tiempo y frecuencia de riego.

Conclusiones y recomendaciones.

Producto de los resultados obtenidos durante el desarrollo de esta investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- ◆ La comunidad carece de un plan de gestión de agua que promueva su desarrollo sostenible, lo que la mantiene un poco al margen de alcanzar niveles de producción agrícola de mayor magnitud.
- ◆ Los resultados de las encuestas indican que los agricultores desean recibir capacitación en el área agrícola, relacionadas con el cultivo de café, fertilización de los suelos, gestión del agua y manejo fitosanitario de los cultivos. Y, en el área administrativa, capacitación para la elaboración de proyectos comunales.

- ◆ Ante la necesidad de poner en funcionamiento del sistema de riego Mesa de La Arenosa, los usuarios sugieren elaborar, debatir, aprobar y registrar el reglamento de uso, en el entendido de que un uso desigual del agua generaría malestar entre los beneficiarios.
- ◆ En el sector Mesa de La Arenosa habita una comunidad cuya principal actividad económica es la agricultura, siendo el subsector La Arenosa la zona con mayor superficie cultivada con hortalizas; mientras que el subsector La Mesa predomina el cultivo de café y, en menor proporción, el cultivo de hortalizas.
- ◆ Las áreas boscosas que se ubican en la parte alta del sector Mesa de La Arenosa, continúan bajo presión ante la continua extracción de material vegetal, acentuando con esta práctica su fragmentación y, por ende, la disminución del potencial hídrico de la zona.
- ◆ La fragilidad geológica del sector, la sismicidad recurrente, la deforestación y los incendios de vegetación, representan serias amenazas para desencadenar focos erosivos de distintas magnitudes (erosión laminar, erosión en surcos y formación de cárcavas).

En relación a las recomendaciones, se plantean, fundamentalmente, las siguientes:

- ◆ Como actividad complementaria, la reforestación en zonas degradadas por tala y/o incendios de vegetación, distribuida, aguas abajo, a partir de la fuente de agua hidrogeológica que surge el acueducto rural de La Mesa Chanda II, como en la quebrada Cafecito I que abastece el sistema riego; de acuerdo a las particularidades de cada uno de las dos zonas que integran el área de estudio.
- ◆ Es necesario que los usuarios del acueducto de La Mesa - Chanda II, se organicen y formen la mesa técnica de agua con la finalidad de acometer trabajos de rehabilitación de la tanquilla de almacenamiento (12,5 m³) y mejorar su funcionamiento.

Referencias

- Arias F. (2006). El proyecto de investigación. Editorial. Episteme. Caracas – Venezuela.
- Bernal, C. 2006. Metodología de la investigación. Editorial Pearson. Ciudad de México.
- Cano M. (2003). Investigación participativa: Inicios y desarrollos (Consultado en [www. Mx/iiesca/revista2/mili2/html](http://www.Mx/iiesca/revista2/mili2/html). 17 de octubre 2017).
- Carrillo, T y Marciales, L. 1998. Análisis de agua y líquidos residuales y ensayos de laboratorios. Editorial. Innovación Tecnológica. Facultad de Ingeniería. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.
- Cuello, N 1999. Parque Nacional Guaramacal. Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. - Fundación Polar. Caracas, Venezuela.
- Ewel, J y Madriz, A. 1968. Zonas de vida de Venezuela: memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Editorial. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela
- Fernández, C. 1999. El agua como fuente de conflictos: repaso de los focos de conflictos en el mundo. Revista Cidob d'afers internacionals 45-46. Agua y desarrollo.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36.395. 1998. Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable del Ministerio de Sanidad y

- Asistencia Social. Decreto del 11 de febrero de 1998. Caracas, Venezuela.
- MARNR. 2000. Registros climatológicos de la Estación Climatológica Boconó Aeropuerto. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Caracas, Venezuela.
- MARNR. 1983. Sistemas Ambientales de Venezuela. 1983. Áreas homogéneas. Estados Mérida y Trujillo. Región natural 7B. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas, Venezuela.
- Mockus, V. 1957. Use of storm and watershed characteristics in syntetic unit hidrograph analysis and application. U.S Conservation Service.
- Monasterio, P; Pierre, F; Barreto, T; Alejos, G; Maturet, W y Tablante, J. 2008. El pluviómetro artesanal: una manera práctica de medir la precipitación. Revista Investigación y transferencia de tecnología agropecuaria. INIA Divulga 11 enero – diciembre, 2008. 45 – 48 pp. (Consultado en http://sian.inia.gob.ve/inia_divulga/divulga_11/rid11_monasterio_45-48.pdf)
- Organización Mundial de Meteorología. 1997. Hay suficiente agua en mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Tecnología.
- Ostrom, E. 2011. El Gobierno de los Bienes Comunes. Editorial Berenise Hernández. México.
- Rojas, J; Goldstein, I y Pulido, N. 2014. Sustentabilidad de los paisajes andinos de Venezuela: actores y factores movilizados de la deforestación. Revista Geográfica Venezolana, Vol. 55 (2). Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Ruiz, M. I., Borboa, M. S. y Rodríguez, J. C. 2013. El enfoque mixto de investigación en los estudios fiscales. Tlatemoani: Revista Académica de Investigación, (13). 12-24.
- Sherman, L K. 1932. Stream flow from rainfall by the unitgraph method. Eng. News Record. USA.
- Stracuzzi, S y Pestana, F 2012. Metodología de la Investigación Cuantitativa. Editorial FEDEUPEL. Caracas. Venezuela.
- Torras, L. 2017. Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Fundación Chile. Santiago de Chile.
- Trezza, R. 1997. Fundamentos de hidrología agrícola. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Universidad de Los Andes.
- Urosa, R. 2003. Una Propuesta de Desarrollo para el Estado Trujillo y el Planeta Tierra. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Universidad de Los Andes. Trujillo Venezuela.
- Zamora, H. 2014. Geografía de Venezuela. Ediciones CO-BO. Caracas Venezuela.

Autores:

Castro Rafael José. Investigador activo adscrito al Centro de Ecología de Boconó de la Universidad de Los Andes. Boconó, Venezuela. ORCID:<https://orcid.org/0009-0007-2631-2108> e-mail: rjcastro0463@gmail.com.

Mendoza-Mendoza José Gregorio. Profesor Titular adscrito al Departamento de Ciencias Agrarias en el Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela. ORCID:<https://orcid.org/0009-0008-2520-9448> e-mail: mendozajoseg1964@gmail.com.

Matheus Labastida, Jesús Enrique. Profesor Titular adscrito al Departamento de Ciencias Agrarias en el Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela. ORCID:<https://orcid.org/0009-0001-0866-0041> e-mail: matheusj831@gmail.com.

Álvarez Gubinelli Carlos Alfredo. Profesor Agregado adscrito al Departamento de Biología y Química en el Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela. ORCID:<https://orcid.org/0009-0007-0560-5681> e-mail: carfredo2014@gmail.com.