

La cosecha de agua de lluvia como respuesta a las problemáticas de disponibilidad de agua

Rainwater harvesting as a response to the problems of insufficient water

Eriel Medina Correa ^I  <https://orcid.org/0000-0001-9538-8201>

Juan Carlos Vento Carballea ^{II}  <https://orcid.org/0000-0001-8300-4995>

^I- Ingeniero Hidráulico graduado en la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE). Especialista "A" en Proyectos de Ingeniería y Diseño. E-mail:

esproyecto24@enpa.pri.minag.cu

^{II}- Doctor en Ciencias Pedagógicas, Profesor Titular, Licenciado en Educación Laboral y Dibujo Técnico en la Universidad de Ciencias Pedagógicas Rafael María de Mendive de Pinar del Río. E-mail: juan.vento@upr.edu.cu

Fecha de recepción: 20 de enero de 2022

Fecha de aceptación: 30 de marzo de 2022

RESUMEN. En el último siglo el consumo de agua ha crecido más del doble de la tasa de incremento demográfico, sumado a esto, los impactos del cambio climático han modificado los patrones del clima, alterando los periodos de sequía y lluvia e incidiendo directamente sobre los recursos hídricos. De igual forma en la Comunidad Universitaria de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", uno de los problemas ambientales más evidentes lo constituye el manejo, disponibilidad y calidad del agua. La investigación consistió en caracterizar el estado actual de la problemática ambiental referido a la disponibilidad de agua en la CU-UPR y establecer su relación con el potencial de captación de agua de lluvia, teniendo en cuenta las potencialidades de captación que presentan las grandes áreas de cubiertas de las edificaciones. Se aplicaron los métodos del diagnóstico empírico, la observación y la medición, a través del empleo de la técnica de análisis documental para las fuentes de información secundarias y para las primarias se utilizaron como instrumentos la entrevista, encuesta y guía de observación. La triangulación de los resultados obtenidos se realizó utilizando la técnica de la matriz de Véster y la elaboración del árbol de problemas. Los resultados reflejaron la necesidad de implementar un plan de acciones en función de desarrollar una conciencia ambiental en los directivos de la Comunidad Universitaria, sensibilizándolos para su participación, aprobación y desarrollo de la técnica de cosecha de agua de lluvia sobre bases teóricas metodológicas de la Educación Ambiental.

Palabras clave: Comunidad Universitaria, Cosecha de Agua de Lluvia, Disponibilidad de Agua, Educación Ambiental, Plan de Acciones, Potencialidades de Captación, Problemas Ambientales.

ABSTRACT. In the last century, water consumption has grown more than double the rate of demographic increase, added to this, the impacts of climate change have modified weather patterns, altering periods of drought and rain and directly affecting water resources. Similarly, in the University Community of Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca, one of the most evident environmental problems is the management, availability and quality of water. The research consisted of characterizing the current state of the environmental problem referred to

the availability of water in the CU-UPR and establishing its relationship with the potential for rainwater capture, taking into account the potential for capture presented by the large areas of building roofs. The methods of empirical diagnosis, observation and measurement were applied, through the use of the documentary analysis technique for the secondary information sources and for the primary sources the interview, survey and observation guide were used as instruments. The triangulation of the results obtained was carried out using the Vester matrix technique and the elaboration of the problem tree. The results reflected the need to implement an action plan based on developing an environmental awareness in the directors of the University Community, sensitizing them for their participation, approval and development of the rainwater harvesting technique on methodological theoretical bases of Education. Environmental.

Keywords: University Community, Rainwater Harvesting, Water Availability, Environmental Education, Action Plan, Catchment Potential, Environmental Problems.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la humanidad experimenta una crisis ambiental, social, cultural, política y económica sin precedentes. Alrededor de 2 000 millones de personas viven en países que experimentan estrés hídrico y el 29% de la población mundial aún no utiliza un servicio de agua potable gestionado de forma segura (UNESCO, 2021). En el último siglo el consumo de agua ha crecido más del doble que la tasa de incremento demográfico, sumado a esto, “los impactos del cambio climático han modificado los patrones del clima de algunas regiones del Planeta alterando los periodos de sequía y lluvia e incidiendo directamente sobre los recursos hídricos” (UNESCO, 2020).

Según la EAN (2020) “Cuba carece de abundantes recursos hídricos y su única fuente de formación lo constituyen las precipitaciones” (p. 12). Es por ello de que aun sea reconocido en la EAN (2021) como uno de los principales problemas ambientales a tratar la “carencia y dificultades con el manejo, la disponibilidad y calidad del agua” (p. 10).

De igual forma en la Comunidad Universitaria de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca (CU-UPR), desde el Centro de Medio Ambiente y Recursos naturales (CEMARNA) se desarrolló un proyecto institucional denominado Rehabilitación Ambiental y Paisajística del Campus de la Universidad de Pinar del Río, Cuba, donde se pudo constatar como uno de los problemas ambientales más evidentes que conducen al deterioro progresivo de la situación ambiental en la CU-UPR el referido al ineficiente abasto de agua potable que seguidamente acontece en la universidad, dando esto a significar que la demanda de agua por parte de la universidad está insatisfecha y como del abasto de agua entre otros elementos dependen el

funcionamiento de los procesos sustantivos fundamentales de la CU-UPR, en varias ocasiones se ha llegado a tener que suspender temporalmente la estancia de los estudiantes becados en la Residencia Estudiantil.

Resulta contradictorio el hecho de que a pesar de la gran cantidad de área de superficie techada que posee la Comunidad Universitaria, no se considera la posibilidad de utilización de técnicas tradicionales como la cosecha de agua de lluvia que posibilitaría, además de mejorar la disponibilidad del abasto de agua un importante ahorro de combustible.

Según UCR (2017) en la Residencia Estudiantil de la Universidad de Costa Rica fue implementado un sistema de cosecha de agua de lluvia en uno de los edificios que componen el complejo residencial, con el fin economizar agua potable y ser utilizada en el lavado de la ropa de los estudiantes después de un previo tratamiento, llegando ahorrar 170 000 litros de agua al mes.

De igual forma UNAM (2021) plantea que la Universidad Nacional Autónoma de México, lleva a cabo un proyecto llamado jugo de nube en el que se capta agua de lluvia y una vez potabilizada se utiliza para abastecer dos bebederos, donde se llegan a consumir cerca de 1 400 litros por semana.

Por último Hugues y Fresquet (2019), expusieron las ideas conceptuales para la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia con el objetivo de satisfacer la demanda de los inodoros en un edificio alto, cuyo objetivo consistía en implementar estrategias que ayuden a revertir la situación de estrés hídrico a partir de lograr un uso más eficiente y productivo del agua a partir de la captación de agua de lluvia.

Teniendo en cuenta los casos de estudio citados por los referidos autores y la situación problemática planteada en el marco de esta investigación, la implementación de este tipo de técnicas antiguas, aprovechando las potencialidades de captación de agua de lluvia que presentan las grandes áreas de cubiertas de las edificaciones en la CU-UPR, traería consigo la sustitución de agua potable por agua de lluvia en el cumplimiento de muchas actividades donde la calidad del agua no sea imprescindible, además de estar en correspondencia con uno de los principios que rigen la gestión integrada y sostenible de las aguas terrestres expuesto por la Ley No. 124 de las Aguas Terrestres (2017) "el fomento de la cultura del uso racional del agua, su recolección y reutilización" (p. 986).

La solución a esta problemática ambiental no sólo procede de las tecnologías tradicionales, los aspectos sociales son muy importantes, ya que solo mediante una transformación real de las actitudes y comportamientos actuales a través de la Educación Ambiental será posible acercarnos al deseado desarrollo sostenible.

En ese sentido, la Educación Ambiental constituye una de las vías más importante en la actualidad para fomentar la conciencia sobre la escases del agua, ya que, solo a través del grado de información y conocimiento que sea capaz de transmitir acerca del recurso agua es que se comenzará a tener percepción de su escasez y se comenzará a darle la valoración requerida.

Vásquez (citado en Codexverde, 2018), afirma:

El rol de la Educación Ambiental es relevar en la comunidad el problema o características del recurso y dar un contexto local que permita la identificación y sensibilización con la situación. Todo esto para que produzca un cambio en la actitud en la relación de las personas en cuanto a su disponibilidad, aprovechamiento, acceso y uso del agua. La educación ambiental ha enseñado, a comunidades de todo el mundo, a utilizar eco técnicas que permiten purificar, reutilizar y rescatar agua, aprovechando las condiciones ambientales de cada lugar. La Educación Ambiental es una herramienta más para la sustentabilidad de la comunidad global y local.

A partir de este análisis, el propósito de esta investigación es caracterizar el estado actual de la problemática ambiental referido a la disponibilidad de agua en la de la CU-UPR y establecer su relación con el potencial de captación de agua de lluvia.

MATERIALES Y MÉTODOS

La CU-UPR, perteneciente al Consejo Popular Carlos Manuel de Céspedes, se localiza en el acceso principal de la de la Autopista Nacional Este-Oeste a la ciudad pinareña, en las coordenadas geográficas N 22° 25' 31.08"; W 83° 41' 15".

La Comunidad Universitaria fue fundada el 20 de agosto de 1972. Actualmente se encuentra distribuida en tres parcelas fundamentalmente, parcela correspondiente al área Docente, Residencia Estudiantil y Rectoría. La Comunidad Universitaria presenta una disposición espacial alargada que tiende a la dispersión de sus instalaciones.

El terreno se caracteriza por presentar una topografía relativamente llana, con la presencia de poca vegetación arbórea y arbustiva autóctona, con predominio de la vegetación exótica, el área correspondiente a la parcela Docente está cubierta por césped. A continuación, se muestra en la Fig. 1 la imagen satelital de la Comunidad Universitaria.

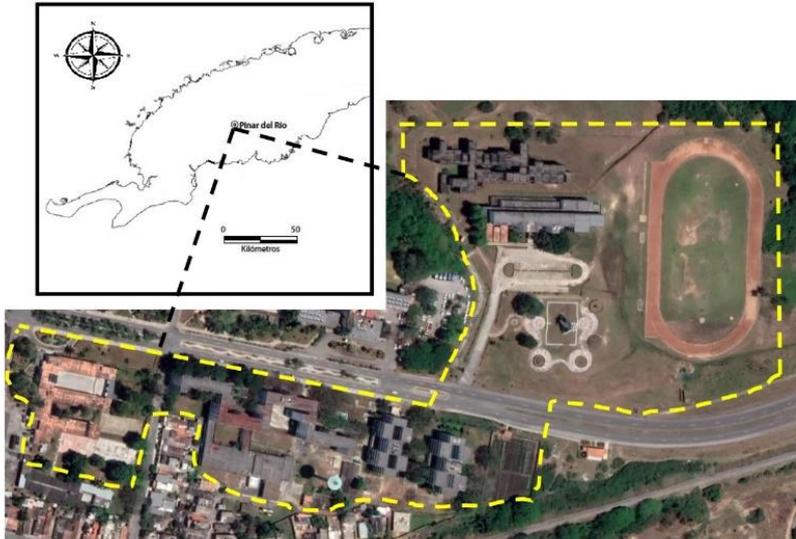


Figura 1. Ubicación geográfica de la Comunidad Universitaria de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”. **Fuente:** Elaborado por los autores con el apoyo del software SAS. Planet.

Partiendo de la definición de las fuentes secundarias de información a emplear, para la recogida y procesamiento de información, se empleó la técnica de análisis documental a través de la elaboración de una guía para la revisión de documentos, con el objetivo de buscar información auténtica y confiable a fines con la investigación a través de un grupo de evidencias documentadas; dando paso a la identificación de problemas, mediante el empleo de los procedimientos lógico y mentales como análisis, síntesis, deducción e inducción. El método de análisis de documentos empleado consistió en el método tradicional.

Para las fuentes primarias se utilizó los métodos del diagnóstico empírico: la observación y la medición.

Se realizó una observación externa, directa y abierta, realizada por los propios investigadores en un intervalo de tiempo de un mes, la guía de observación se realizó de manera no estandarizada, cuyo objetivo consistió en observar las potencialidades de captación de agua de lluvia que presentan las cubiertas de las edificaciones existentes en la Comunidad Universitaria “Hermanos Saíz Montes de Oca”.

En la medición los instrumentos aplicados fueron: *la entrevista y la encuesta*.

Las entrevistas se realizaron de manera individual contactando a cada uno de los entrevistados, las mismas se agruparon en tres grupos: entrevistas a directivos, especialistas y trabajadores que atiendan de forma directa o indirecta el recurso agua en la Comunidad Universitaria, de modo que cada entrevistado pudo responder una serie de preguntas previamente formuladas (entrevista estandarizada) acorde con el trabajo que desempeñan en la Comunidad Universitaria. Las mismas tuvieron el objetivo de profundizar en las opiniones, criterios y valoraciones acerca de la percepción de los problemas ambientales relacionados con insuficiencia de agua, sus impactos negativos sobre el medio ambiente o propios pobladores y como dar solución a dichos problemas presentes en la Comunidad Universitaria.

La encuesta se elaboró con una pregunta, cuyo objetivo consistió en evaluar mediante los estados de opinión el nivel de gravedad o severidad con el que se manifiestan los problemas ambientales concernientes con el recurso agua identificados en las fuentes secundarias de información y la observación realizada en la Comunidad Universitaria.

En la investigación se utilizó el muestreo no probabilístico intencional, tanto para la aplicación de las entrevistas como de las encuestas.

Se entrevistaron y encuestaron un total de 9 directivos, 14 especialistas y 15 trabajadores, para un total de 38 personas que conforman el tamaño de la muestra. Esta selección se realizó teniendo en cuenta los directivos, especialistas y trabajadores que están relacionados de forma directa o indirecta con el recurso agua en la Comunidad Universitaria.

La documentación proveniente de las fuentes secundarias fue suministrada por el departamento CEMARNA y por la Delegación Provincial del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Medio Ambiente (CITMA).

La captación de los datos para la obtención de la información proveniente de las fuentes primarias se realizó por el investigador contactando de forma directa a las personas a entrevistar y encuestar.

Para la captación de los datos correspondientes a la guía de observación, además de la visita realizada a campo se recurrió a la consulta del software “QGIS” perteneciente a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), mediante el cual a través de una imagen satelital georreferenciada se pudo cuantificar de manera digital las áreas de cubiertas de las

edificaciones, sin tener que acudir a los antiguos métodos manuales de medición y cometer errores.

Otro de los datos necesarios para el desarrollo de la investigación fue el referido a la lámina de lluvia anual caída para el municipio de Pinar del Río, la cual fue suministrada por la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de la provincia, este dato nos permitió conocer la cantidad de lluvia promedio que ha caído históricamente en la serie de años del 2010 al 2019, resultando un valor de 1 288,53 mm de lluvia al año, lo que equivale a decir que en cada metro cuadrado de área de terreno ha caído un promedio de 1 288 litros de agua de lluvia en un año.

El volumen de captación de agua de lluvia fue determinado mediante la fórmula empleada por RUVIVAL (2019) la cual se describe a continuación:

$$V = A * C * P$$

Donde:

V: volumen de captación de agua de lluvia (m³/año)

A: área tributaria (m²)

C *: coeficiente de escorrentía de techos (adimensional)

P: precipitación (mm/año)

* El coeficiente de escorrentía fue determinado mediante el empleo de la Norma Cubana NC 600 (2008) "Edificaciones – Requisitos de Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial".

Para la triangulación de los resultados obtenidos de las fuentes secundarias y primarias de información se realizó utilizando la técnica del árbol de problemas, a través de la previa formulación de la matriz de VESTER, la cual permitió identificar los problemas prioritarios dentro del total identificados y así demostrar la existencia del problema central que justifica la necesidad de la investigación. El árbol de problema se construyó identificando el problema central y la relación entre sus causas y efectos fue determinada mediante la herramienta de trabajo grupal tormenta de ideas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos encontrados tras haber realizado la búsqueda de información en las fuentes de información secundaria se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos a partir del uso de las fuentes de información secundarias.

Table 1. Results obtained from the use of secondary information sources.

| Documentos revisados | Información obtenida |
|---|---|
| Estrategia Ambiental de la UPR | <p>La no inserción en la Estrategia Ambiental de la UPR, de prácticas que tributen al desarrollo sostenible, como la cosecha de agua lluvia.</p> <p>La no existencia de un Plan de Acciones en aras de sensibilizar y concientizar desde la Educación Ambiental a los directivos de la Comunidad Universitaria, para la implementación de los sistemas de captación de agua de lluvia.</p> |
| Estrategia Ambiental Nacional. Período (2016-2020) | <p>Descenso significativo de la lámina de lluvia promedio anual</p> <p>Tendencia al deterioro de la calidad del agua en los sistemas de abastecimiento por incremento de la actividad biológica y la disminución de la estabilidad del cloro en el agua al elevarse su temperatura.</p> <p>Desactivación de fuentes de abasto por intrusión marina.</p> |
| Proyecto Institucional. Rehabilitación Ambiental y Paisajística del Campus de la Universidad de Pinar del Río, Cuba. | <p>Mal estado de la infraestructura hidráulica y sanitaria, evidenciado por la gran cantidad de salideros de todo tipo y derroches de agua.</p> <p>Deterioro de las condiciones higiénicas sanitaria asociado a la disponibilidad de agua, que entorpecen el desarrollo de la vida interna del centro.</p> <p>Insuficiente estado de conservación de las áreas verdes exteriores e interiores y del organopónico, provocado por la no utilización de regadío para garantizar la sustentabilidad de las acciones de transformación, mantenimiento y producción de alimentos.</p> |

Fuente: Elaborado por los autores.

Source: Prepared by the authors.

Las potencialidades de captación de agua lluvia que presentan las edificaciones en las áreas del Docente, Residencia Estudiantil y Rectoría pudo ser observado mediante la guía de observación en el trabajo de campo realizado, los resultados se describen a continuación:

Áreas con mayor factibilidad para la cosecha de agua de lluvia: en visita realizada a cada una de las áreas se pudo observar que en la cubierta de la edificación correspondiente a la Rectoría no sería tan factible la implementación de técnicas de recolección de agua de lluvia, debido a la presencia no adecuada en la cubierta de redes de electricidad, abasto de agua y comunicaciones, las cuales entorpecerían la conducción del agua hacia los puntos de evacuación pluvial, los cuales se encuentran en la cubierta. En la figura 2 se muestra lo anteriormente descrito:



Figura 2. Cubierta del edificio de la rectoría. Disposición no adecuada de redes de electricidad, abasto de agua y comunicaciones. **Fuente:** Elaborado por los autores.

En el resto de las áreas (Residencia estudiantil y Docente) se observa una limpieza en la cubierta y la inexistencia de cualquier red anteriormente descrita, lo que las califica como sitios con mayor factibilidad para realizar la cosecha de un agua de lluvia, obteniéndose un efluente con muy buena calidad.



Figura 3. Cubierta de las edificaciones correspondientes al área de la residencia estudiantil y docente. **Fuente:** Elaborado por los autores.

Cuantificación de las áreas de captación y volúmenes de lluvia a almacenar: las áreas obtenidas tras haber realizado las mediciones de las cubiertas de las edificaciones pertenecientes a las

parcelas (Docente y Residencia Estudiantil) y los posibles volúmenes de captación de agua lluvia asociados a estas se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 2. Cuantificación de las áreas de cubierta de las edificaciones y volúmenes de captación de agua de lluvia asociado a estas.

Table 2. Quantification of the roof areas of the buildings and volumes of rainwater harvesting associated with these

| Parcela | Edificio | Área de cubierta (m ²) | Volumen de captación (m ³ /año) |
|-------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| Docente | Docente | 1 170 | 1 447 |
| Residencia | Edificios de residencia (2 iguales) | 1 585 | 1 961 |
| | Administración de residencia | 1 910 | 2 363 |
| Estudiantil | Comedor | 1 825 | 2 258 |
| | Σ (totales) | 6 490 | 8 029 |

Fuente: Elaborado por los autores.

Source: Prepared by the authors.

Los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas permitieron dar a conocer que todos los directivos declaran estar conscientes de conocer los problemas ambientales relacionados con el recurso agua que acontecen la Comunidad Universitaria.

A continuación, se muestran en la tabla 4 otros de resultados emanados de las entrevistas realizadas.

Tabla 3. Resultados de las entrevistas realizadas a directivos en la Comunidad Universitaria.

Table 3. Results of the interviews conducted with managers in the University Community.

| Aspectos | Resultados obtenidos |
|---|---|
| Aspectos en que mejorarían las condiciones ambientales en la Comunidad Universitaria con la implementación de la técnica de cosecha de agua de lluvia | Conservación de las áreas verdes |
| | Fuente alterna de suministro de agua |
| | Ahorro de agua potable |
| | Saneamiento de los locales (limpieza de pisos y descarga de inodoros) |
| | Ahorro de energía eléctrica |
| Aspectos por los cuales no se ha implementado hasta el momento un sistema de captación de agua | Desconocimiento del tema No se halla registrado como un problema ambiental |

de lluvia en algunas de las parcelas que integran la
Comunidad Universitaria

Falta de concientización
Falta de recursos y asignación de
presupuesto

Inexistencia de un proyecto

Existencia de una red de acueducto
que permite el abasto de agua

Costo de implementación superior al
de recibir el agua por el sistema de
acueducto

Fuente: Elaborado por los autores.

Source: Prepared by the authors.

La totalidad de los especialistas entrevistados reconocen que el agua de lluvia constituye una fuente alterna de suministro de agua, la cual puede ser utilizada en el cumplimiento de muchas actividades donde la calidad del agua no sea necesaria, este resultado guarda relación con los resultados obtenidos en la investigación realizada por Hugues (2019) quien plantea que:

La lluvia, al ser un mecanismo natural de limpieza, se puede emplear en una multitud de aplicaciones diarias que no requieren una calidad de potable y para las cuales el agua de lluvia es una alternativa eficaz y adecuada, pudiendo reducir más del 40 por ciento del consumo de agua potable en un hogar. La importancia de captarla, almacenarla, y utilizarla para estos fines es de gran relevancia para la mayoría de las poblaciones, sobre todo aquellas que no tienen acceso a ese vital líquido o se encuentra en escasez (p. 126).

Otro de los resultados obtenidos se manifiesta en el hecho de que solo el 29 por ciento de los especialistas tienen conocimientos acerca de los sistemas de captación de agua de lluvia, mientras que el 71 por ciento no conocen en qué consisten dichos sistemas, a través del análisis de este resultado se evidencia el desconocimiento acerca de estas prácticas, contradictorio a su vez con lo planteado por Gnadlinger (2015), quien declara que la Asociación Internacional de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia promueve, desde 1982, el uso de los sistemas de captación de agua de lluvia con tecnologías y conferencias, en la que se estimula el aprovechamiento de las potencialidades de este recurso.

La totalidad de los trabajadores que fueron entrevistaron aseveran como la única fuente de abastecimiento de agua que presenta la Comunidad Universitaria la ligada al suministro de la red de acueducto municipal, por lo que se puede corroborar la total dependencia en el abastecimiento del recurso agua de la red de acueducto, sin existir en la Comunidad

Universitaria otra fuente alterna como respuesta ante las necesidades demandadas por el preciado líquido.

En la Fig. 4 que se muestra a continuación se observa la clasificación de acuerdo a la intensidad de uso que se daría al agua de lluvia si fuese recolectada en la Comunidad Universitaria.

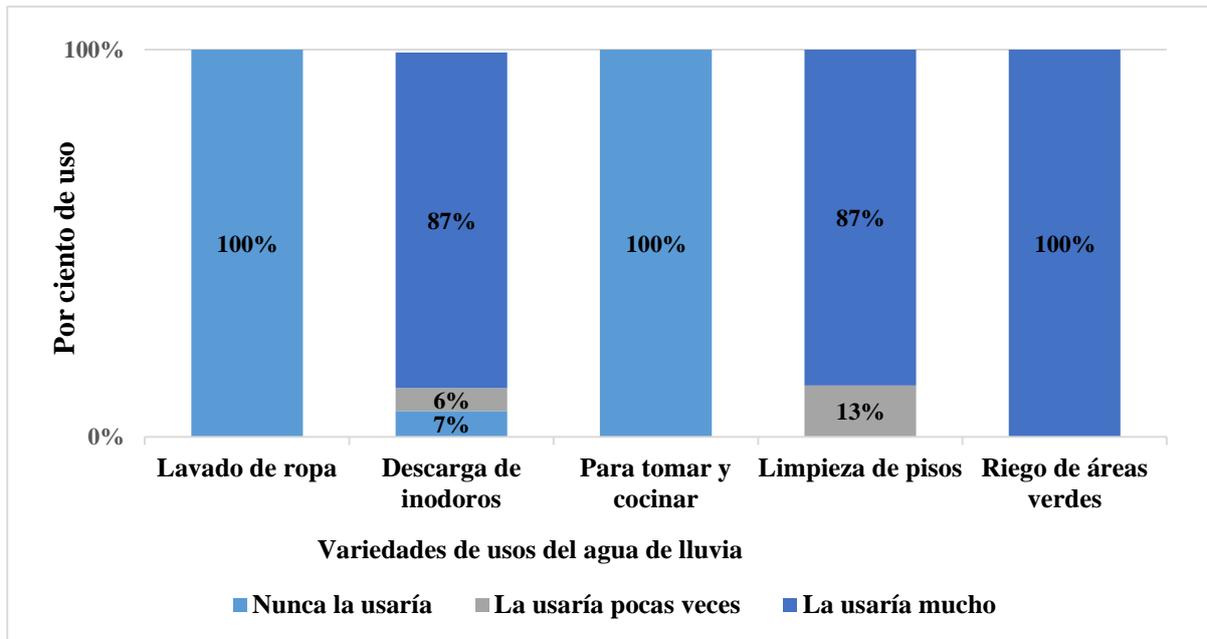


Figura 4. Clasificación de intensidad de usos al agua de lluvia que se le darían en la Comunidad Universitaria. Elaboración de los autores. **Fuente:** Elaborado por los autores.

La totalidad de los trabajadores coinciden que sería muy provechoso usar el agua de lluvia en el riego de las áreas verdes, no siendo así en el lavado de ropa, ni en el uso de esta agua para tomar y cocinar, aunque fuese tratada previamente.

Sin embargo, el 87 por ciento de los trabajadores aseguran que usarían mucho el agua de lluvia como una fuente alterna de suministro para la descarga de inodoros y la limpieza de pisos, tributando así al ahorro de agua potable en la Comunidad Universitaria.

En la Fig. 5 se muestra el nivel de gravedad o severidad con que se manifiestan los problemas ambientales referidos a la disponibilidad de agua y los relacionados con la no implementación de la práctica de cosecha de agua de lluvia, los cuales fueron previamente identificados en las fuentes secundarias de información y la observación realizada en la Comunidad Universitaria. Los valores en por cientos corresponden a la cantidad de personas del total que clasificaron el problema ambiental en cuestión en menos severo (1), medianamente severo (2) o muy severo (3) según sea el caso.

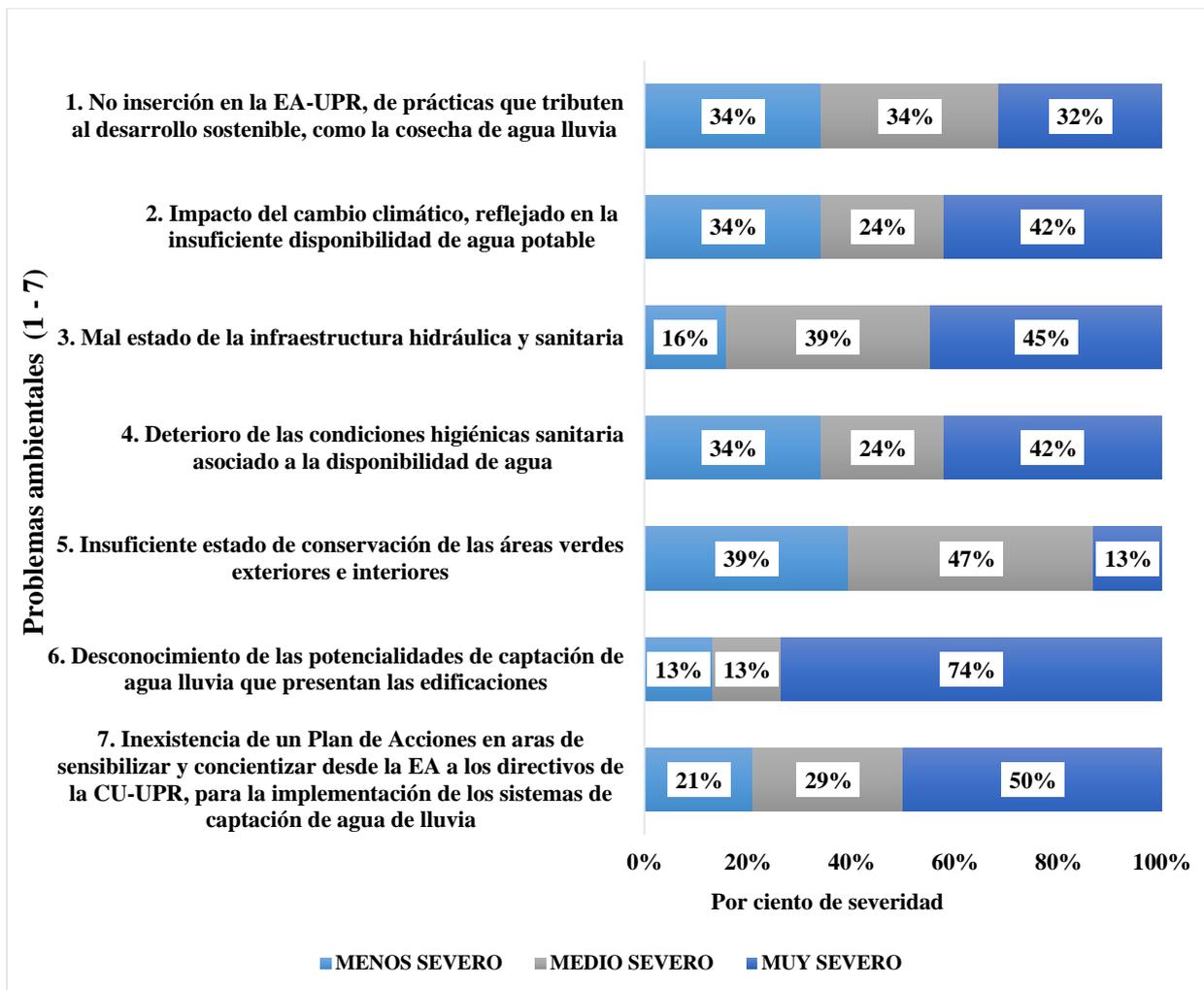


Figura 5. Severidad con que se manifiestan los problemas ambientales relacionados con la disponibilidad de agua y la cosecha de agua de lluvia en la Comunidad Universitaria. **Fuente:** Elaborado por los autores.

Tras haber realizado el análisis de la Figura 5 se puede revelar que el problema ambiental que con mayor severidad se manifiesta en la Comunidad Universitaria es el referido al desconocimiento que poseen los pobladores acerca de las potencialidades de captación de agua de lluvia que presentan las grandes áreas de cubiertas de las edificaciones existentes en las diferentes parcelas: Docente, Residencia Estudiantil y Rectoría (problema # 6).

Ante el escenario de problemas ambientales manifestados por la insuficiente disponibilidad del recurso agua presente en la Comunidad Universitaria, donde parte de la solución de los mismos estuviese dada por la implementación de la práctica de cosecha de agua de lluvia, resulta contradictorio el hecho de que en la Estrategia Ambiental de la Comunidad Universitaria no se halla concebido un Plan de Acciones el cual constituya una herramienta en materia de gestión ambiental, que posibilite promocionar las potencialidades de captación de agua de lluvia que

presenta la CU-UPR, así como fomentar la concientización y sensibilización de sus pobladores sobre la necesidad del manejo sostenible del agua potable, a través de la implementación de la práctica de cosecha de agua de lluvia.

A continuación se muestran en la Fig. 6 algunas de las causas por las cuales no se haya concebido un plan de acciones, así como los efectos que repercuten sobre la CU-UPR, la no existencia del mismo.

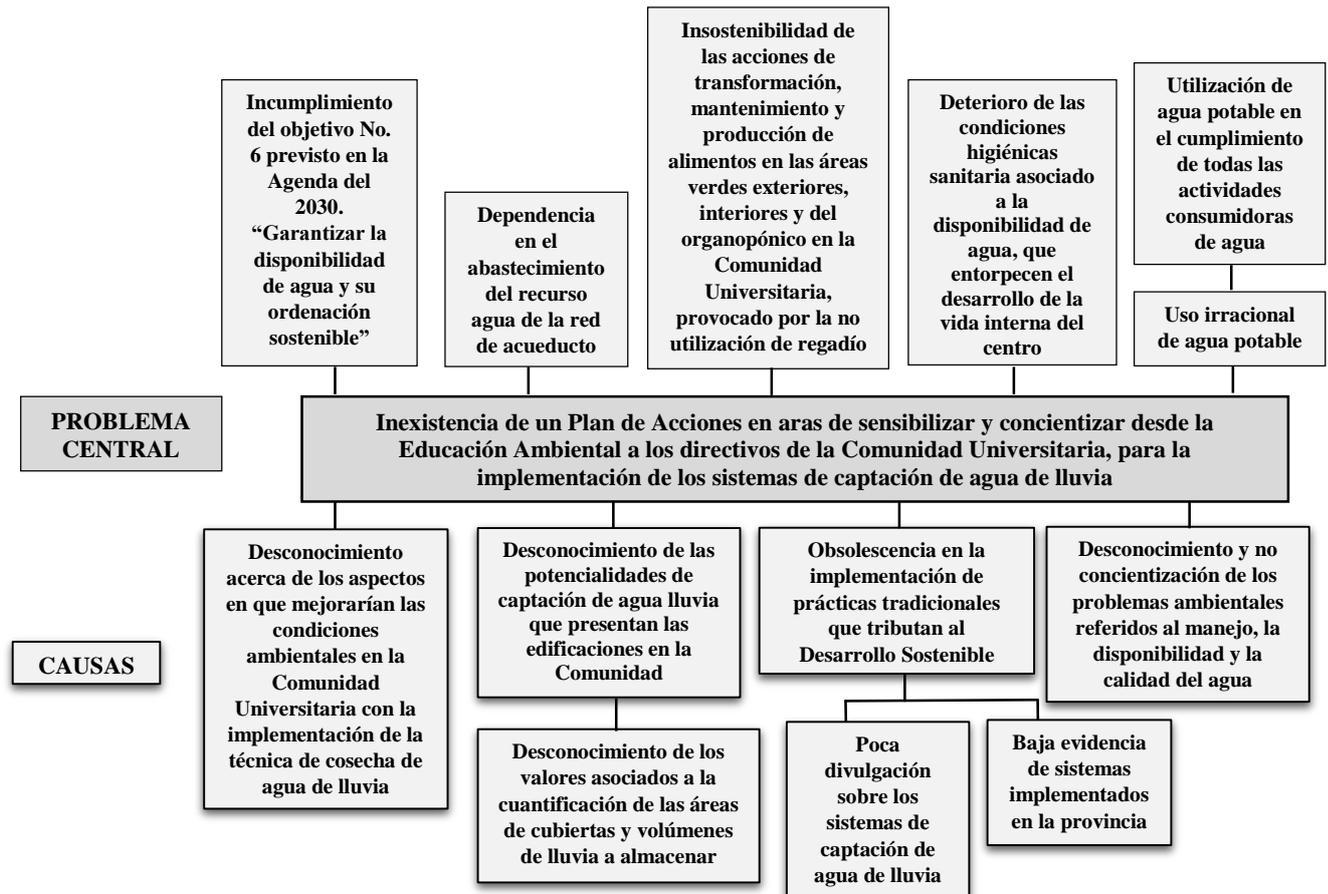


Figura 6. Árbol de problemas. **Fuente:** Elaboración de los autores con el apoyo de algunos especialistas, mediante la implementación de la herramienta de trabajo grupal “tormenta de ideas”.

El análisis de la Fig. 6 permite reconocer como la insuficiente disponibilidad de agua tiene una repercusión negativa sobre la situación ambiental de la CU-UPR trayendo consigo la manifestación de otros problemas ambientales a causa de este. Un ejemplo se manifiesta en el deterioro de las condiciones higiénicas sanitaria de los locales, el cual se ha visto incurrido en reiteradas ocasiones por la ausencia en el suministro de agua, incidiendo en la calidad de vida universitaria y llegando a entorpecer el desarrollo de la vida interna del centro, de igual forma la situación del estado de conservación de las áreas verdes exteriores e interiores

correspondientes al Campus de la Comunidad Universitaria es otro aspecto que se ha visto afectado provocado por la no utilización de regadío para garantizar la sustentabilidad de las acciones de transformación y mantenimiento de la jardinería. Ante estas problemáticas la implementación de prácticas de cosecha de agua de lluvia como respuesta al saneamiento de los locales y la sustentabilidad de la jardinería contribuirían a una nueva forma de abastecimiento de agua que aseguren la sustentabilidad del recurso, posibilitando en la comunidad universitaria, un mayor saneamiento y calidad de la infraestructura habitacional y paisajística. En ese sentido es que se reconoce como problema central la necesidad de implementar un plan de acciones en función de desarrollar una educación ambiental en los pobladores de la Comunidad Universitaria, sensibilizándolos para su participación, aprobación y desarrollo de la técnica de cosecha de agua de lluvia.

CONCLUSIONES

- El desarrollo de esta investigación permitió evidenciar las potencialidades de captación de agua de lluvia que presentan las cubiertas de las edificaciones pertenecientes a las parcelas del Docente y la Residencia Estudiantil, la cual fue constatada mediante la cuantificación de sus áreas de captación, así como los posibles volúmenes de cosecha de agua lluvia asociados a estas.
- La investigación realizada evidencia la necesidad de implementar un plan de acciones como herramienta para la gestión y desarrollo de la práctica de cosecha de agua de lluvia; direccionada hacia la sostenibilidad y autosuficiencia del abasto de agua, teniendo en cuenta las problemáticas existentes en la CU-UPR relacionadas con la insuficiente disponibilidad de agua potable que acontece.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Codexverde. (2018). Educación ambiental: Principal arma contra la falta de conciencia sobre el agua. *CodeXVerde*. <https://codexverde.cl/educacion-ambiental-principal-arma-contra-la-falta-de-conciencia-sobre-el-agua/>
- EAN. (2020). *Estrategia Ambiental Nacional 2016 / 2020*. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/2727/1/Estrategia%20Ambiental%20Nacional%202016-2020.pdf>
- EAN. (2021). *Estrategia Ambiental Nacional 2021—2030. Etapa 2021—2025*.

- Gnadlinger, J. (2015). *Agua de Chuva no manejo integrado dos recursos hídricos em localidades semiáridas: Aspectos históricos, biofísicos, técnicos, económicos e sociopolíticos*. https://irpaa.org/fotos/file/gnadlinger_captacao_chuva_compressed.pdf
- Hugues y Fresquet. (2019). Captación de lluvia para descarga de inodoros en edificio alto en el Vedado, La Habana. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40(1), 122-135.
- Hugues, R. T. (2019). La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40(2), 125-139.
- Ley No. 124 de las Aguas Terrestres. (2017). *Ley No. 124 de las Aguas Terrestres*. <http://juriscuba.com/legislacion-2/leyes/ley-no-124-de-las-aguas-terrestres/>
- NC 600. (2008). *Edificaciones—Requisitos de Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial*. <http://jabber.otn.camaguey.cu/FTP-NORMAS/Normas/NC-2008/NC%20600.pdf>
- RUVIVAL. (2019). Calculadora de Recolección de Agua de Lluvia. *RUVIVAL*. <https://www.ruvival.de/es/calculadora-recoleccion-de-agua-de-lluvia/>
- UCR. (2017). Universitarios «cosechan» agua de lluvia para lavar ropa. *La Nación*. <https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/universitarios-cosechan-agua-de-lluvia-para-lavar-ropa/3TB4BJFFUBE5BF2YUW6XRP32TE/story/>
- UNAM. (2021). *UNAM aprovecha el agua de lluvia con el proyecto «Jugo de nube»*. <https://www.24-horas.mx/2021/04/05/unam-aprovecha-el-agua-de-lluvia-con-el-proyecto-jugo-de-nube/>
- UNESCO. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático* (p. 260). <https://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2020/06/WWDR-2020-ESPANOL-WEB.pdf>
- UNESCO. (2021). *Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de 2021. El Valor del Agua. Datos y Cifras*. (p. 12). <https://www.elagoradiario.com/wp-content/uploads/2021/03/375751spa.pdf>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.