

Uso del endocarpio de coco para reducir la evaporación en la región de Azuero

Using the Coconut Endocarp to Reduce Evaporation in the Azuero Region

Ricardo A. Calderón R.

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Los Santos, Panamá.

ricardo.calderon@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-7289-9479>

Miguel Pinto

Universidad del Sur de Indiana, Evansville, Indiana, Estados Unidos.

miguelanpint29@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-9858-7337>

Jheferson Castro

Instituto Profesional y Técnico de Azuero, Panamá.

jhonidier150309@gmail.com <https://orcid.org/0009-0000-7788-1860>

Yesyka Montilla

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Panamá.

yesyka.montilla@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0008-3588-2396>

Dalila del Carmen Montañez Graell

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Los Santos, Panamá.

dalilla.montañez@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-0218-5796>

Félix H. Camarena Q.

Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Azuero, Panamá.

felix.camarena@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-5601-3252>

Recepción: 18 de junio de 2025

Aprobación: 10 de octubre de 2025

DOI: <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v6n2.7490>

Resumen

En Azuero, Panamá, se enfrenta una sequía que compromete la sostenibilidad del agua. La gestión integral de los recursos hídricos es crucial para abordar esta problemática. Este proyecto se centra en evaluar la efectividad del endocarpio de coco como mitigador de la evaporación en fuentes de agua represadas en La Villa de los Santos. El estudio se llevó a cabo en tres piscinas: una cubierta con endocarpio y dos sin él (una expuesta al sol y otra a la sombra). Se medirá el porcentaje de evaporación registrando los volúmenes de agua cada diez días. Los resultados preliminares muestran que la piscina con endocarpio presenta un promedio de evaporación del 2.54 % al sol, en comparación con el 10.23 % en la piscina sin



endocarpio expuesta al sol y el 2.9 % en la que está a la sombra. Estos datos sugieren que el endocarpio de coco puede ser efectivo para reducir la pérdida de agua por evaporación. Este enfoque experimental busca simular condiciones reales y demostrar la utilidad del endocarpio en la conservación del agua. La investigación no solo contribuirá a la sostenibilidad hídrica en Azuero, sino que también podría ofrecer una solución innovadora para mitigar los efectos de la sequía en la región, promoviendo así una gestión más eficiente de este recurso vital.

Palabras clave: evaporación, recursos hídricos, sequía

Abstract

In Azuero, Panama, there is a drought that compromises water sustainability. The comprehensive management of water resources is crucial to address this problem. This project focuses on evaluating the effectiveness of coconut endocarp as a mitigator of evaporation in dammed water sources in La Villa de Los Santos.

The study will be carried out in three swimming pools: one covered with an endocarp and two without (one exposed to the sun and one in the shade). The percentage of evaporation will be measured by recording the volumes of water every ten days. Preliminary results show that the pool with endocarp presents an average evaporation of 2.54 % in the sun, compared to 10.23 % in the pool without endocarp exposed to the sun and 2.9 % in the one in the shade. These data suggest that coconut endocarp may be effective in reducing water loss through evaporation. This experimental approach seeks to simulate real conditions and demonstrate the usefulness of the endocarp in water conservation. The research will not only contribute to water sustainability in Azuero but could also offer an innovative solution to mitigate the effects of drought in the region, thus promoting more efficient management of this vital resource.

Keywords: drought, evaporation, water resources

Introducción

El endocarpio de coco es la capa interna que protege la semilla o centro de la fruta. Es una capa dura y fibrosa, no comestible, que cubre la pulpa blanca en el interior del coco. El endocarpio es la parte más dura del coco y es un recurso renovable que se puede utilizar para el diseño de materiales verdes, como en la fabricación de materiales compuestos ecológicos (Trujillo S. & Arias M. 2023).

El rol de la investigación y la academia en América Latina como generadora de conocimiento se articula al servicio de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) de las instituciones de decisión nacional en relación con la gestión de los recursos hídricos de forma integral (Bocanegra, E. 2021).

Las bolas de sombra son utilizadas para mitigar la evaporación del agua en diferentes contextos, como embalses y balsas de riego. En California, se han implementado millones de estas bolas para reducir la evaporación y proteger el suministro de agua (Pinto Cifuentes, E. A. 2022).

La Ley General del Ambiente de Panamá, Ley No. 41 de 1998, es un marco legal fundamental que establece los principios y normas básicas para la protección, conservación y recuperación del ambiente en el país. Esta ley es crucial para regular el manejo de los recursos naturales y promover el desarrollo sostenible en Panamá (Asamblea Nacional de Panamá. 1998).

Estudiar el efecto de la sequía en la región de Azuero, Panamá, enfocándolo en la posible solución de mitigación de la evaporación, es crucial debido a varios factores significativos. La región del Arco Seco en Azuero experimenta periodos de sequía prolongados, especialmente durante el fenómeno de El Niño, lo que resulta en una disminución significativa de los caudales de los ríos, afectando la disponibilidad de agua para actividades ganaderas, industriales y domésticas (Velarde, 2012).

Además, las inadecuadas prácticas de manejo del suelo, como la tala y quema, contribuyen a la degradación del suelo en la región. La sequía también impacta negativamente a la agricultura, con eventos pasados que han afectado los cultivos básicos y provocados daños económicos en la región (Camarena et al., 2022).

Además, la sequía en Panamá ha afectado áreas críticas como la región del Arco Seco, generando presión sobre los recursos hídricos y provocando impactos negativos en rubros sensibles a la economía nacional (Opolenko, 2015). Es fundamental abordar este problema la investigación aplicada, que haga posible la solución y que involucren a toda la comunidad.

Mitigar la huella hídrica se centra en la necesidad de gestionar de manera sostenible los recursos hídricos, dado que el agua dulce es un recurso cada vez más escaso debido al cambio climático, el aumento de la población y la presión sobre los recursos hídricos (Amórtegui, L. et al., 2016).

El Canal de Panamá, una pieza fundamental en el comercio mundial ha experimentado una disminución del 20% en las lluvias en los últimos cinco años, lo que ha provocado niveles muy bajos de agua en los lagos que abastecen al canal. Esta situación ha generado retrasos significativos en el tránsito de barcos, con esperas promedio de casi 4 días y algunos barcos enfrentando retrasos de hasta 20 días. La sequía intensa ha llevado a la reducción del calado máximo de los buques y a la implementación de restricciones para conservar el agua. La sequía en el Canal de Panamá está teniendo un impacto considerable en el comercio global y la operatividad del canal, lo que ha llevado a considerar medidas extremas para hacer frente a esta crisis hídrica (Serrano V. 2018).

La sequía en Azuero ha tenido un impacto significativo en la región, afectando tanto a los ganaderos como a la población en general. La declaración de emergencia ambiental por parte del Gobierno busca hacer frente a esta crisis y mitigar sus efectos en el suministro de agua y las actividades agrícolas en todo el país (Gutiérrez, E. & Espinosa, T. 2010).

Al realizar este trabajo de investigación y basado en los argumentos científicos antes mencionados, podemos comentar que este proyecto se pretende evaluar la eficacia de la utilización del "endocarpio del coco" como mitigador de la evaporación en lagos y áreas represadas en esta área del país.

Materiales y métodos

Ubicación del proyecto:

El proyecto está ubicado en La Villa de los Santos, barriada Divino Niño. Ubicación coordenadas N $7^{\circ} 55' 36''$ y W $80^{\circ} 24' 28''$

Figura 1

Ubicación del proyecto



Fuente: Google Maps, 2025.

Hipótesis

- ✓ El uso del endocarpio de coco reduce la evaporación en los cuerpos de agua.
- ✓ El uso del endocarpio de coco no reduce la evaporación en los cuerpos de agua.

Variables

- ✓ Variable independiente: Sería porcentaje de evaporación.
- ✓ Variable dependiente: Sería el tiempo.
- ✓ Otras variables la temperatura, la tasa de sombra, la radiación solar y el efecto del viento.

Materiales: se usaron 165 endocarpios del coco, termómetro, tres piscinas de 1.5 m ancho x 2.10 m largo x 0.60 m de profundidad (sustituyendo los reservorios de aguas). Libreta de anotaciones, cámara fotográfica, computadora, regla o cinta de medir.

Datos de factores ambientales: Boletín de las variables climáticas de la región de Azuero (IDIAP, 2024) (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá).

Procedimiento para obtener los endocarpios de coco.

- Obtener el endocarpio del coco, quitándoles la envoltura por métodos mecánicos

(pelarlos con machete) se usaron 165 endocarpios de coco.

Preparación del Cubo

- **Llenado:** Comenzaremos llenando un cubo con agua hasta el borde.
- **Inspección:** Se revisará cuidadosamente cada endocarpio para identificar cualquier orificio o fisura que pueda permitir la entrada de agua.

Prueba de Absorción

- **Observación:** Se dejarán los endocarpios en reposo durante un período determinado para observar si se produce alguna absorción de agua en su interior.
- **Registro de Resultados:** Se anotarán las observaciones sobre la presencia de agua en el interior del endocarpio.

Sellado del Orificio

- **Aplicación de Resina:** En caso de que se detecte un orificio, procederemos a sellarlo utilizando resina natural proveniente del biyuyo. Esta resina es conocida por su eficacia y propiedades adhesivas.
- **Secado:** Se permitirá que la resina se seque completamente, asegurando un sellado efectivo.

Prueba de Flotabilidad

- **Verificación:** Una vez sellado, se realizará una prueba de flotabilidad para confirmar que el cubo no permite la entrada de agua.
- **Inmersión:** Se sumergirá el cubo en una piscina para observar su comportamiento en el agua.

Diseño Experimental

Piscinas: Se utilizarán tres piscinas llenas de agua:

Piscina A: Contendrá endocarpios, actuando como una capa reductora de evaporación.

Piscina B: Sin endocarpios, ubicada al sol.

Piscina C: Sin endocarpios, ubicada a la sombra.

Mediciones: Midiendo los niveles con una cinta métrica de metal.

- Se marcarán los volúmenes en los recipientes cubiertos con endocarpio de coco y se medirá la disminución de los volúmenes cada 10 días produciendo datos de evaporación. Esta medición de los niveles con una cinta métrica de metal en la piscina con la cubierta del endocarpio, también se realizará, en la piscina sin endocarpio al sol y a la sombra.
- Desde marzo hasta junio.

Medición de Parámetros Meteorológicos

Se llevará a cabo un seguimiento de los siguientes parámetros meteorológicos:

- Temperatura del aire: Para evaluar la influencia del calor en la evaporación.
- Humedad relativa: Para determinar la capacidad del aire para retener vapor de agua.
- Velocidad del viento: Para entender cómo el movimiento del aire afecta la evaporación.

Análisis de Resultados

Los datos obtenidos de las mediciones se analizarán para determinar:

- El porcentaje de evaporación en cada piscina.
- La efectividad de los endocarpios como barrera reductora de evaporación.
- La influencia de la exposición al sol y la sombra en la evaporación del agua.
- Se realizará estadística descriptiva para sacar los promedios y el porcentaje de evaporación, con la ayuda de Excel y Word.
- Todos los valores dados y resultados del proyecto serán plasmados en figuras.

Metodología para el cálculo del porcentaje de evaporación:

Para calcular el porcentaje de evaporación en lagos, necesitas conocer algunos datos específicos sobre el lago y el clima de la zona.

Fórmula para calcular el porcentaje de evaporación

$$\text{Porcentaje de evaporación} = \left(\frac{\text{Volumen evaporado}}{\text{Volumen total}} \right) \times 100.$$

Para calcular el volumen evaporado:

Volumen inicial: Es el volumen total de agua que contiene la piscina al comienzo de un período de tiempo determinado, antes de que ocurra evaporación o se realice algún cambio en el nivel del agua.

Volumen final: Es el volumen de agua restante en la piscina después de un período de tiempo, una vez que se ha producido evaporación

La siguiente fórmula para calcular el porcentaje evaporación del agua: $V_i - V_f =$ volumen de los 10 días

Repetir el proceso para piscina 1 (endocarpios), piscina 2, (sin endocarpios y al sol) y piscina 3 (a la sombra y sin endocarpios).

La diferencia entre el volumen inicial y el volumen final representa la cantidad de agua que se ha evaporado o que se ha perdido por otras razones durante ese período de tiempo.

Figura 2

Sistema montado con los endocarpios de coco.



En la figura 2 se observa a su izquierda piscina con endocarpios, en el centro piscina con agua que recibe luz directa del sol y a la derecha piscina con agua ubicada a la sombra.

Figura 3

Procesos por los que se debe pasar para poder tener listo los endocarpios de coco.



La figura 3 muestra los procesos que se deben seguir para tener listos los endocarpios, el primero es dejar el endocarpio desnudo, sin el mesocarpio, realizar la prueba de flotación con un cubo lleno de agua, verificaremos si absorbe agua en su interior, una vez que le hemos sacado el agua y aprovechado esta, procedemos a sellar el orificio que deja el taladro con una resina natural proveniente del biyuyo (planta que se usa como cerca viva) y se encuentra en esta área del país. Se hace la prueba de flotabilidad para verificar que no les entre agua y se arrojan a la piscina

Figura 4

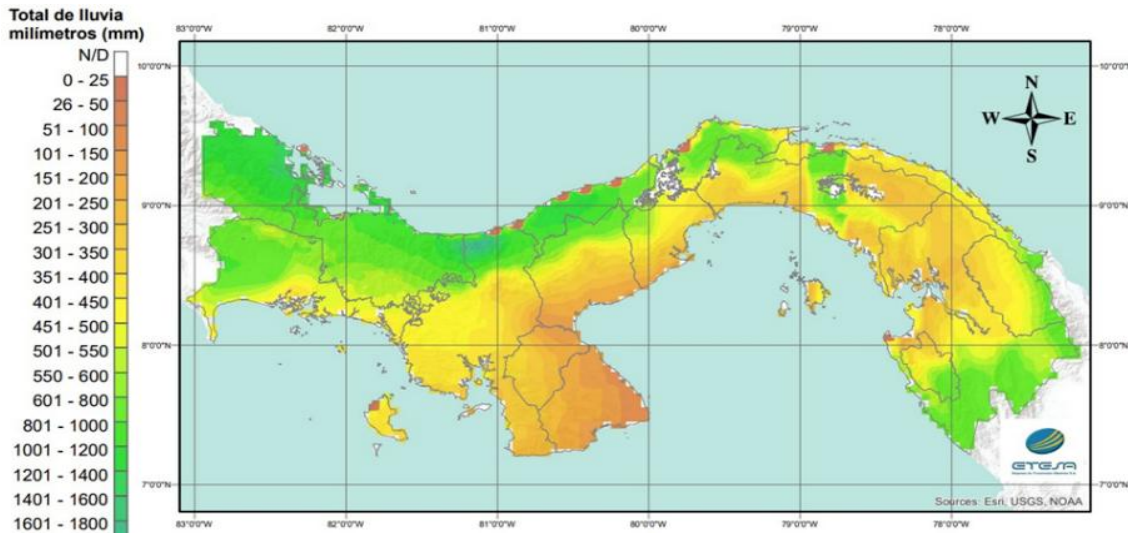
Cúpula plástica para evitar que los resultados (volúmenes) se afecten con las lluvias.



En la figura 4 se puede apreciar la cúpula que se le construyó al proyecto para evitar que la lluvia afecte nuestros resultados.

Figura 5

Temporada seca en el Pacífico de Panamá.



Fuente: IMHPA, 2024

En la figura 5 se puede observar que el período entre diciembre y abril corresponde a la época seca. Las máximas precipitaciones en esta región están asociadas generalmente a sistemas atmosféricos bien organizados, como las ondas y ciclones de latitudes tropicales.

Resultados

Tabla 1

Consolidado de las variables climáticas de enero a mayo del 2024

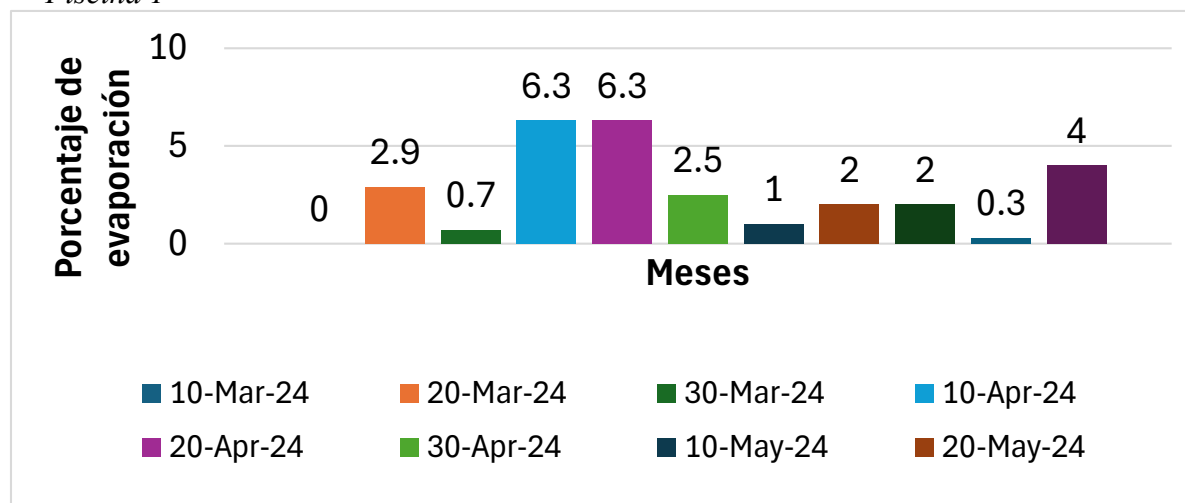
Variable	Promedio	Mínimo	Máximo
Temperatura Mínima (°C)	23.80	19.78	27.27
Temperatura Máxima (°C)	35.01	30.50	38.61
Humedad Relativa Mín (%)	58.79	45.79	76.40
Humedad Relativa Máx (%)	90.97	81.45	97.01
Radiación Solar Máx (W/m ²)	610.37	29.76	829.78
Radiación Solar (W/m ²)	147.09	2.59	217.06
Velocidad Viento (m/s)	0.88	0.01	2.66

Fuente: IDIAP, 2024

Los datos que se observan en la tabla 1 nos permiten caracterizar el clima del área de estudio como cálido, con temperaturas elevadas, alta humedad relativa, radiación solar significativa y vientos generalmente suaves y servirán para hacer comparaciones con el porcentaje de evaporación con cada una de las piscinas.

Figura 6

Piscina 1

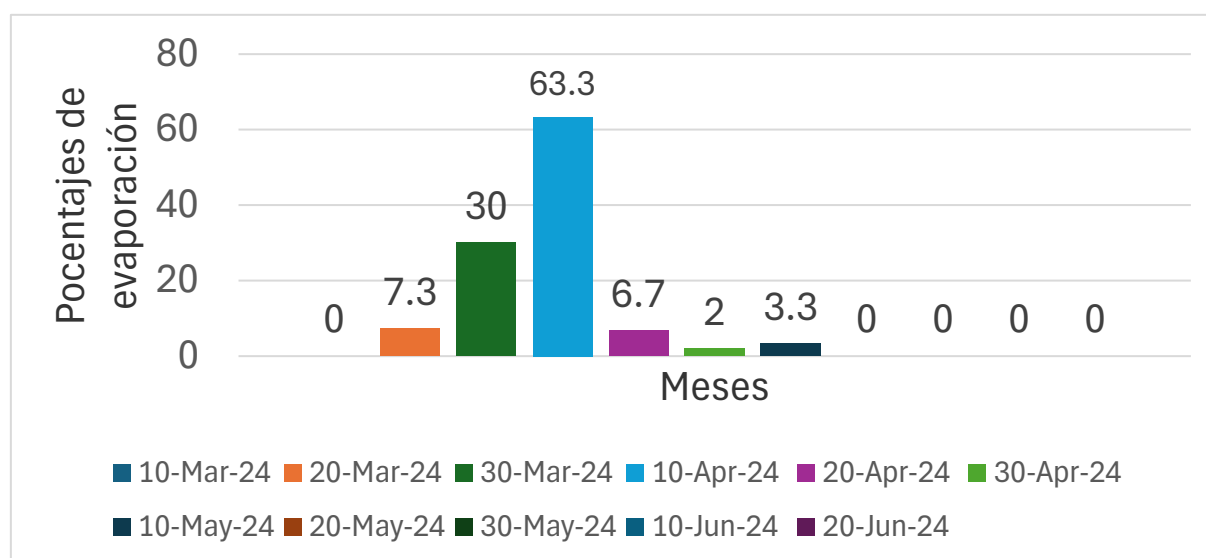


Nota. Porcentaje de evaporación. Le da directo el sol y posee endocarpios

En la Figura 6 se puede observar que el porcentaje de evaporación promedio en la piscina 1 que posee endocarpios es del 2.54 %. Esta piscina recibe luz solar directa y contiene endocarpios. Sin embargo, los valores más altos de evaporación se registraron el 10 y el 20 de abril, alcanzando un 6.3 % en ambos casos. Por otro lado, los meses de junio presentaron los porcentajes más bajos de evaporación (0.3 %), lo que sugiere que las condiciones ambientales durante ese período favorecieron la retención de agua en la piscina.

Figura 7

Piscina 2

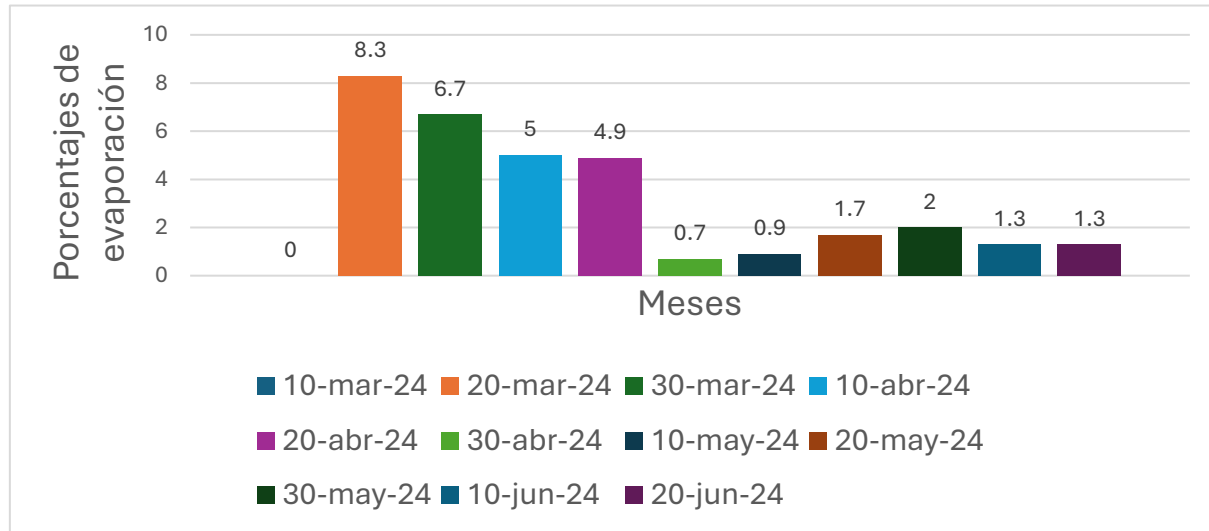


Nota. Porcentaje de evaporación y otros datos ambientales. Le da directo el sol y no posee endocarpios.

En la figura 7 el promedio del porcentaje de evaporación es de 10.23 % sin endocarpios y la piscina se encontraba al sol. Pero el periodo del 10 de abril fue donde se elevó la evaporación con valor de 63.3 %.

Figura 8

Piscina 3

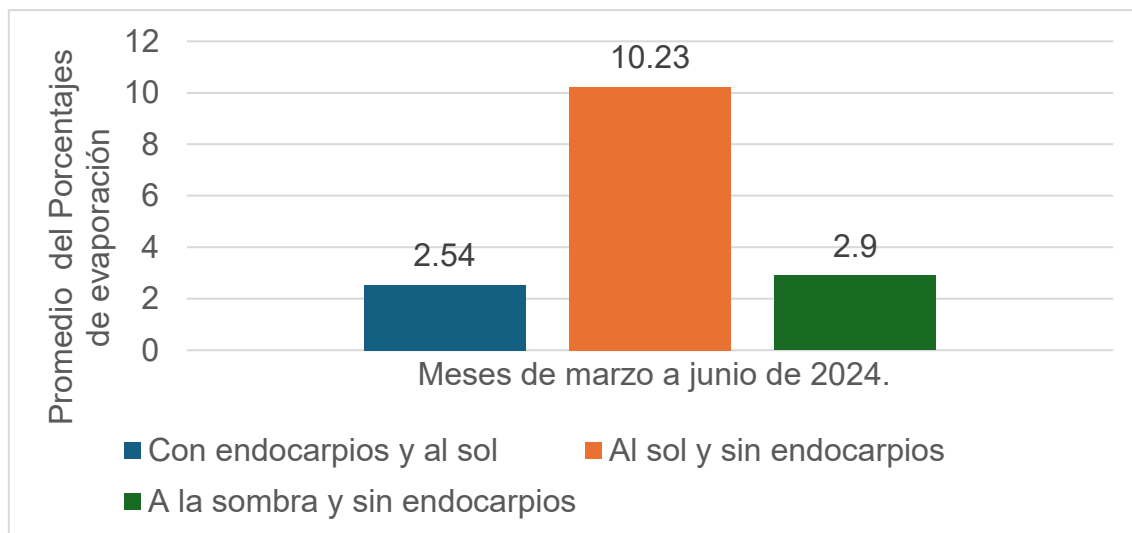


Nota. Porcentaje de evaporación. No posee endocarpio y está a la sombra

En la figura 8 el porcentaje de evaporación es de 2.9 % sin endocarpios y la piscina se encontraba a la sombra. Pero el periodo del 20 de marzo fue donde se elevó el porcentaje de evaporación con valores de 8.3 % y el 30 de marzo con valores de 6.7 %. Y el 30 de abril con el porcentaje mínimo de 0.7 %.

Figura 9

Consolidado de los porcentajes de evaporación de las tres Piscinas



En la Figura 9 se presenta un consolidado de los porcentajes de evaporación de las tres piscinas. El porcentaje mínimo de evaporación está representado por la piscina 1, que tiene un 2.5 %. Esta piscina recibe la luz del sol y contiene endocarpios.

A continuación, se encuentra la piscina 3, que está ubicada a la sombra, no posee endocarpios y presenta un porcentaje de evaporación del 2.9 %. Por último, la piscina 2, que se encuentra expuesta al sol y tampoco tiene endocarpios, muestra el mayor porcentaje de evaporación, alcanzando un 10.23 %.

Discusión

El análisis de los datos sobre la evaporación en la piscina 1 revela varios factores. En primer lugar, el porcentaje promedio de evaporación es del 2.54 %, lo que indica una pérdida moderada de agua. Este fenómeno se ve influenciado por la exposición directa a la luz solar y la presencia de endocarpios, que pueden afectar la temperatura y la superficie del agua, contribuyendo al porcentaje de evaporación, lo que sugiere que la presencia de endocarpios puede ser un factor favorable para reducir la pérdida de agua por evaporación en embalses y cuerpos de agua. Estos resultados tienen aplicaciones prácticas en el manejo sostenible del agua y abren nuevas líneas de investigación sobre los factores que influyen en la evaporación en diferentes entornos acuáticos.

Un estudio de la NASA publicado en Nature Communications revela que la evaporación de los lagos es mucho mayor de lo que se pensaba, perdiéndose anualmente alrededor de 1.500 kilómetros cúbicos de agua, equivalente a tres veces el lago Erie. Los investigadores analizaron 1,42 millones de lagos usando datos de Landsat y encontraron que los lagos representan el 1,57% de la superficie terrestre, pero contribuyen con el 2,37% del agua evaporada en la Tierra. La tasa de pérdida de agua ha aumentado en 3,12 kilómetros cúbicos por año desde 1985, impulsada por el cambio climático, la disminución del hielo y el aumento de la superficie de los lagos. Los embalses, aunque solo constituyen el 5% del volumen de todos los lagos, representan el 16% de la pérdida por evaporación (NASA, 2024).

Un distrito municipal en California ha implementado un innovador proyecto para combatir la crisis del agua utilizando cerca de 100 millones de "bolas de sombra" negras y flotantes en sus embalses. Este esfuerzo, que representa una inversión de \$34.5 millones, tiene como objetivo reducir la evaporación del agua y protegerla de la contaminación por algas, polvo y vida silvestre. Según el alcalde de Los Ángeles, Eric Garcetti, estas bolas pueden conservar hasta 300 millones de galones de agua al año. Se espera que este método se convierta en una solución permanente para asegurar el acceso a agua limpia y segura en la región (Tiempo, 2024).

El trabajo de Gallegos-Alvarado, et al., (2024) aborda la problemática de la evaporación del agua en reservas abiertas, especialmente en el contexto de Nuevo León, México, donde la escasez de agua es un desafío crítico. El autor propone diversos métodos para reducir las tasas de evaporación, incluyendo el uso de monocapa de alcoholes grasos, shade balls, sistemas modulares flotantes y paneles fotovoltaicos flotantes. Este enfoque integral busca mitigar la pérdida de agua y mejorar la disponibilidad de este recurso vital.

"Recubrimiento de bordos de captación de agua con geomembranas plásticas para minimizar las pérdidas por infiltración", examina la efectividad de las geomembranas plásticas en la reducción de la infiltración de agua en bordos de captación, destacando su uso desde los años 80 en estructuras hidráulicas, especialmente en presas de material suelto. Resalta las propiedades de estas geomembranas, que incluyen resistencia a asentamientos y radiaciones

solares, lo que las hace más eficientes que los materiales impermeables tradicionales. Además, el autor menciona su versatilidad en aplicaciones que van desde presas hasta canales de riego (Trinidad, A., 2012).

La tesis de Gutiérrez (2013) destaca que el agua es un recurso limitado y su uso ineficiente puede llevar a problemas significativos de disponibilidad y calidad, especialmente en un mundo con creciente demanda debido al aumento poblacional y la expansión económica. Además, explora diversas estrategias para la captación, almacenamiento y conducción del agua, así como su uso en diferentes sectores, incluyendo la industria y la agricultura. La investigación también analiza la necesidad de implementar prácticas eficientes para garantizar el acceso al agua, especialmente para grupos vulnerables. Además, se presentan casos de estudio, como el programa de uso eficiente del agua en el Distrito Federal de México, que ilustran la aplicación de estas estrategias en situaciones de escasez.

En cuanto a la Influencia de los factores ambientales en el porcentaje de evaporación.

La evaporación es un proceso crítico en el ciclo del agua y está influenciada por varios factores ambientales, como la temperatura del aire, la velocidad del viento y la humedad relativa. Estos factores interactúan de manera compleja para determinar la tasa de evaporación en un área determinada. (Duarte et al., 2006).

La temperatura del aire afecta directamente la energía cinética de las moléculas de agua. A temperaturas más altas, las moléculas de agua tienen más energía y, por lo tanto, es más probable que se escapen de la superficie del agua hacia la atmósfera. Molina et al., (2017). En los datos proporcionados, se observa que las temperaturas más altas (por ejemplo, 33°C el 20 de marzo) están asociadas con un aumento en el porcentaje de evaporación (2.9%) en comparación con temperaturas más bajas, donde la evaporación es casi nula (0% en marzo).

La velocidad del viento también juega un papel crucial en la evaporación. Un viento más fuerte ayuda a remover el aire saturado de vapor de agua cerca de la superficie de evaporación, permitiendo que más moléculas de agua se escapen. Peris, J. A. (2003). En los datos, el 20 de marzo, donde la velocidad del viento es de 20 km/h, se reporta un porcentaje de evaporación más alto (2.9%) en comparación con días con viento más débil, donde la evaporación es significativamente menor.

La humedad relativa es otra variable importante que afecta la evaporación. Cuando la humedad relativa es alta, el aire ya contiene una gran cantidad de vapor de agua, lo que reduce la capacidad del aire para absorber más vapor. En los datos, se observa que en días con alta humedad relativa (por ejemplo, 85% el 10 de mayo), el porcentaje de evaporación es bajo (1%), mientras que en días con menor humedad relativa (46% el 10 de marzo), la evaporación es nula (Delvecchio M., 2021).

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio respaldan la hipótesis planteada, demostrando que la utilización de endocarpio de coco como cobertura en represas o reservorios de agua puede ser una estrategia efectiva para reducir la evaporación. En nuestro modelo a escala, que consistió en tres piscinas, se observó un promedio de evaporación del 2.54 % la presencia de endocarpios de coco entre otros factores ambientales podría ser un factor favorable para



reducir la pérdida de agua por evaporación. Este enfoque experimental busca simular condiciones reales y resaltar la utilidad del endocarpio de coco como una solución viable para mitigar la evaporación en cuerpos de agua. Las otras piscinas se comportaron de manera natural al sol directo, el porcentaje de evaporación fue alto con un promedio de 10.23 % en relación con la que tenía los endocarpios y a la sombra donde la evaporación fue menor 2,9 %

El uso de endocarpio de coco no solo es efectivo para evitar la evaporación del agua, sino que también abre nuevas posibilidades para la gestión eficiente del agua en entornos naturales y artificiales.

Recomendaciones

Recomendamos llevar a cabo la implementación de este proyecto a gran escala con el fin de validar que nuestro prototipo ofrece una solución efectiva al problema de la sequía. Este sistema es ecológico, durable y representa un ahorro significativo en costos, lo que lo convierte en una alternativa sostenible y económicamente viable para la conservación del agua.

Agradecimientos

Agradecemos a IDIAP por proporcionarnos la información de su estación meteorológica.

Referencias bibliográficas

- Amórtegui, L. A. S., Vega, D. G., & Rojas, H. R. G. G. (2016). Huella hídrica: análisis con instrumento estratégico de gestión para el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos. *Ciencia Nicolaita*, (69). Recuperado de <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/article/view/342>
- Asamblea Nacional de Panamá. (1998). Ley No. 41 de 01-07-1998: General de Ambiente de la República de Panamá [PDF]. Recuperado de [enlace al documento PDF] <https://docs.panama.justia.com/federales/leyes/41-de-1998-jul-3-1998.pdf>
- Bocanegra, E. (2021). Proyecto OIEA IWAVE en América Latina en apoyo del ODS 6: agua segura para todos de manera sostenible. *Boletín geológico y minero*, 132(1), 87-98. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8245633>
- Camarena, F., Arosemena, L., & De León, E. (2022). Impacto de los desechos generados por la población sobre la calidad del agua del Río La Villa (Panamá). *Revista Redes*, 1(14), 100-122. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9144257>



- Delvecchio, M. (2021). Sistemas de envoltantes adaptables con permeabilidad variable al aire controlado por niveles de humedad relativa: análisis de rendimiento energético. <https://core.ac.uk/download/pdf/483361333.pdf>
- Duarte, C., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo Buendía, M., & Valladares, F. (2006). Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Madrid: CSIC. [25.pdf \(keneamazon.net\)](https://www.keneamazon.net/25.pdf)
- Gallegos-Alvarado, D. Y., de Jesús Balderas-Cisneros, F., Garza-Cárdenas, C., Morones-Ramírez, J. R., & Buitimea, A. L. (2024). Métodos para evitar la evaporación de agua en reservas abiertas. *Revista Digital Universitaria*, 25(1). <https://www.revista.unam.mx/ojs/index.php/rdu/article/view/2485>
- Gutiérrez, (2013). PRESENTA (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de México). <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000692523/3/0692523.pdf>
- Gutiérrez, M. E., & Espinosa, T. (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. *Diagnóstico Inicial, Avances, Vacíos y Potenciales Líneas De Acción En Mesoamérica. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Unidad de Energía Sostenible y Cambio Climático, Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente.* https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/documento_bid.pdf
- IDIAP (2024). Boletín de las variables climáticas de Azuero, Centro de Innovación Agropecuaria, o (CIAA) Proyecto: Red Agroclimática (501.D.3.11) mes de febrero 2024. https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/Bolet%C3%ADn_de_las_variables_clim%C3%A1ticas_de_Azuero_-_FEB_2024.pdf
- IDIAP (2024). Boletín de las variables climáticas de Azuero, Centro de Innovación Agropecuaria, o (CIAA) Proyecto: Red Agroclimática (501. D.3.11) mes de marzo 2024. https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/Bolet%C3%ADn_de_las_variables_clim%C3%A1ticas_de_Azuero_-_MAR_2024.pdf
- Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá. (2024). Título de la página. <https://www.imhpa.gob.pa/es/>
- Molina, M., Sarukhán, J., & Carabias, J. (2017). El cambio climático: causas, efectos y soluciones. Fondo de Cultura Económica. <https://www.perlego.com/es/book/1988642/el-cambio-climtico-causas-efectos-y-soluciones-pdf>
- NASA. (2024). Aumenta la evaporación de los lagos: estudio revela que la pérdida de agua es mayor de lo pensado. Nature Communications. <https://ciencia.nasa.gov/ciencias-terrestres/aumenta-la-evaporacion-de-los-lagos/>
- Opolenko de Arjona, V. (2015). *Sensibilidad medioambiental a la desertificación en la Cuenca del río La Villa, República de Panamá* (Doctoral dissertation, Universidad Internacional de Andalucía). <https://dx.doi.org/10.56451/10334/3687>



- Peris, J. A. (2003). *El efecto invernadero, el cambio climático, la crisis medioambiental y el futuro de la tierra*. Real Academia Nac. Medicina. <https://n9.cl/anz53>
- Pinto Cifuentes, E. A. (2022). Análisis técnico y económico de alternativas pasivas de restitución de quebradas en minera del norte de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/184766>
- Serrano Vergara, F. (2018). Plan de implementación de estándares Lean en procedimientos del área de pricing y marketing de empresa naviera. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/items/642a5b59-28c9-41cb-9b6d-b1fba9c7209a/full>
- Tiempo. (2024). Millones de bolas de "sombras" para evitar evaporación. <https://www.tiempo.com/ram/196512/millones-de-bolas-de-sombras-para-evitar-la- evaporacion-de-los-embalses-en-california/>
- Trinidad A. (2012). Recubrimiento de bordos de captación de agua con geomembranas plásticas para Minimizar las perdidas por infiltración. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/367/1/Eddy%20Trinidad%20Angel.pdf>
- Trujillo Sánchez, A. F., & Arias Maya, L. S. (2023). El coco, recurso renovable para el diseño de materiales verdes. <https://repositorio.ucp.edu.co/entities/publication/8a37eb46-a5b8-40f1-b4c1-c5a0ae932b17>
- Velarde Andrade, L. M. (2012). Evaluación de la percepción y los factores determinantes en la implementación de medidas de adaptación al cambio y variabilidad climática por los productores de leche de la cuenca del río La Villa, Panamá. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5033>