

Comparison of Composting Systems for the Production of Organic Fertilizer with Solid Waste

Comparativa de Sistemas de Compostaje para la Producción de Abono Orgánico con Residuos Sólidos

Gómez-Peñaranda, M.1; Puerto-López, K. C.2; Ramírez-Mateus, J. J.3

¹**MSc. Maribel Gómez Peñaranda. Ingeniero Agroindustrial.** Programa de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agrarias y del Medio Ambiente. Universidad Francisco de Paula Santander. Maribelgp@ufps.edu.co. Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2354-656X>

²**PhD (c). Karla Cecilia Puerto López. Ingeniero Electrónico.** Programa de Ingeniería Electrónica. Facultad de Ingeniería. Universidad Francisco de Paula Santander. karlaceciliapl@ufps.edu.co. Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3749-676X>

³**Ing. Jhon Jairo Ramírez Mateus. Ingeniero electrónico.** Programa de Ingeniería Electrónica. Facultad de Ingeniería. Universidad Francisco de Paula Santander. jhonjaiorm@ufps.edu.co. Enlace ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4387-6147>

Entidad

Universidad Francisco de Paula Santander
#0- a Avenida Gran Colombia No. 12E-96, Cúcuta, Norte de Santander
Maribelgp@ufps.edu.co

Recibido: 20/06/2025 / Aceptado: 08/11/2025

Resumen

Este artículo presenta un análisis comparativo del desempeño de tres sistemas de compostaje: un sistema autónomo cerrado con aireación forzada (TT1), un sistema abierto con aireación (TT2) y un sistema tradicional (TT3). El objetivo fue evaluar la calidad del compost generado y la eficiencia de degradación en cada sistema. Se aplicó un diseño experimental con tres repeticiones por tratamiento, evaluando parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y de fitotoxicidad. Los resultados indican que el sistema TT1 alcanzó mayores y más constantes temperaturas, favoreciendo la eliminación de patógenos y acelerando el proceso de descomposición. Aunque los tres tratamientos cumplieron con los requisitos de la norma NTC 5167, TT1 mostró los mejores indicadores de calidad, además de optimizar el uso del espacio, reducir la necesidad de mano de obra y disminuir el consumo de agua.

Palabras clave: Abono, aireación forzada, compostaje, evaluación, residuos sólidos.

Abstract

This article presents a comparative analysis of the performance of three composting systems: a closed, autonomous system with forced aeration (TT1), an open, aerated system (TT2), and a traditional system (TT3). The objective was to evaluate the quality of the compost generated and the degradation efficiency in each system. An experimental design with three replicates per treatment was applied, evaluating microbiological, physicochemical, and phytotoxicity parameters. The results indicate that system TT1 achieved higher and more constant temperatures, favoring the elimination of pathogens and accelerating the decomposition process. Although all three treatments met the requirements of NTC 5167, TT1 showed the best quality indicators, in addition to optimizing space use, reducing labor requirements, and decreasing water consumption.

Keywords: Fertilizer, forced aeration, composting, evaluation, solid waste.

1. INTRODUCCIÓN

El impacto negativo de los residuos sólidos en el medio ambiente está relacionado cada vez más, a una inadecuada disposición, constituyendo una de las principales problemáticas ambientales en entornos urbanos cada vez más grandes e industrializados.

Según los datos de la FAO y del BID (2022), más del 50% de los residuos sólidos urbanos son orgánicos, los cuales en su mayoría permanece sin tratamientos o son llevados a los rellenos sanitarios; actualmente se ha intentado encontrar una solución a este problema mediante la ejecución de la gestión integral de los residuos sólidos (GIRS), que está compuesto por una integridad de proceso que va desde la separación de la fuente (orgánica, reciclaje y no aprovechable), hasta la transformación de aquellos que permite su proceso o la disposición final de aquellos de los que no se pueden reciclar (Romero, 2018).

La separación de los residuos permite identificar qué porcentaje de estos residuos sólidos son útiles para realizar una respectiva transformación donde existen varios procesos como entre estos el compostaje, que consiste en la degradación

de los residuos orgánicos, a través de mecanismos biológicos en presencia de oxígeno. Este sistema tiene en cuenta parámetros importantes como temperatura, pH, humedad, y aireación, permitiendo transformar los residuos en abono orgánico, rico en nutrientes importantes para el suelo, como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

El proceso de compostaje es fundamental en la degradación biológica de la materia orgánica, intervenida por una comunidad microbiana activa, que depende de las condiciones del medio, como temperatura, contenido de humedad, pH, la relación carbono/nitrógeno y la disponibilidad de oxígeno (Varnero *et al.*, 2007).

En las tecnologías de compostaje, los sistemas con aireación forzada han evidenciado ventajas sobre los sistemas tradicionales, incluyendo una mayor velocidad de degradación, mejor comportamiento de la temperatura y disminución de la mano de obra (Quincóker y Huerta, 2021; Orozco, 2016). No obstante, la incorporación de estos sistemas en la región requiere estudios comparativos locales, que permitan evaluar no solo los resultados agronómicos del producto final, sino el tipo de material que va ser tratado, el

comportamiento con las condiciones climáticas locales y el manejo técnico del mismo.

Este estudio analizó el desempeño de tres sistemas de compostaje para tratamiento de los residuos sólidos orgánicos de los grandes generados, así como el material de poda de la ciudad de Cúcuta en Colombia. Se implementaron dos tipos de sistemas con aireación forzada (cerrado y abierto) y un sistema tradicional piramidal. Se analizaron parámetros fisicoquímicos, de toxicidad y microbiológicos, de acuerdo a los estándares de definidos por la norma NTC 5167.

2. METODOLOGIA

Se desarrolla una metodología como la mostrada en la figura 1, basada en cuatro etapas: (1) selección de los datos, (2) configuración de los sistemas (3) monitoreo de los datos, y (4) evaluación y comparación de resultados.

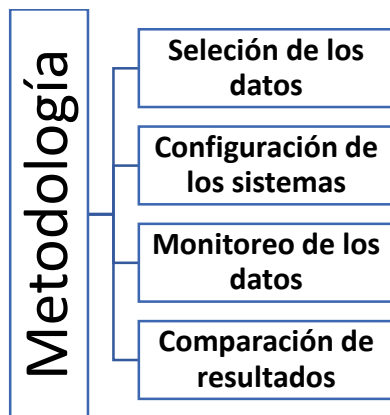


Figura 1. Metodología empleada para la comparativa de los Sistemas de Compostaje.

Fuente. Elaboración propia.

La planta de compostaje que se empleó para realizar la evaluación y respectiva comparativa cuenta con las siguientes características:

- Nivelación compactación de área, piso en concreto losa de $e=0.12$ m.
- Estructura en tubería estructural en acero de 50×50 mm cal 2.0 mm.
- Techo a dos aguas, con teja standing calibre 24.
- Muro perimetral de 0.50 m de alto y 0.15 m de espesor.
- Cerramiento en malla eslabonada hasta ≈ 2.80 m; puerta reja de 2.0 m.
- Instalaciones eléctricas de desde tablero interno, cableado y tubería EMT, $1/2"$ para: iluminación, acometida soplador-aireación pilas de compostaje; 1 tomas para picadora, 1 punto agua fría con llave jardín.

2.1 Selección de los datos

Para poder analizar los datos y realizar la evaluación comparativa de los sistemas de compostaje, se precisaron las siguientes variables a medir.

- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$): tomada diariamente en tres puntos de cada una de las pilas, usando para ello un termómetro digital de vástago.
- Humedad (%): Determinada por el método gravimétrico y validada por el método de densidades.
- Densidad Aparente (kg/m^3): Determinada por el cociente entre masa y volumen inicial del material orgánico
- Potencial de Hidrogeno (pH): Medido con el equipo de higrómetro digital diariamente en tres puntos por cada una de las pilas.
- Relación C/N: Calculada a partir del análisis del carbono total del material y nitrógeno total en laboratorio especializado.

- Variables Microbiológicas: Coliformes termotolerantes (UFC/g) y presencia o ausencia de *Salmonella* spp, identificadas por cultivo en medio selectivo en laboratorio especializado.
- Fitotoxicidad: Realizada mediante ensayo de germinación con semillas de rábano (*Raphanus sativus*) en los laboratorios de agronomía de la UFPS.
- Tiempo de Compostaje: Desde el inicio hasta la estabilización del compost.
- Rendimiento (%). Diferencia entre masa Inicial y masa final.

2.2 Procesamiento de Datos

Después de recopilar los datos en campo, organizarlos y pre - analizarlos por medio de un software especializado, y, con el objetivo de aplicar la prueba de normalidad, homogeneidad de varianza, y un análisis de varianza (ANOVA); se realiza la comparación entre los tratamientos mediante la prueba de Tukey.

2.3 Configuración de los Sistemas

Se realizaron los montajes de tres sistemas de compostaje, en una planta piloto, con un área de 54 m², dividido en tres secciones para cada uno de los tratamientos.

El sistema TT1 (autónomo cerrado o aireación forzada) y con una capacidad de una tonelada por cada repetición. Fue construido con tableros ecológicos de plástico reciclado, de 1.5mts x 1.5mts x 1.2 mts, en la parte del piso se instaló tubería interna perforada de tubo PVC de 3 pulgadas para la inyección del aire y la recolección del lixiviado.

El sistema TT2 (abierto con aireación forzada), fue diseñado sobre piso impermeabilizado, con inyección de aire a través de tuberías perforadas con las mismas dimensiones del tratamiento TT1 con tres repeticiones.

El sistema TT3 (Tradicional) se montó como pila convencional, sobre piso, sin mecanismos de aireación y los volteos se realizaron de forma manual.

2.4 Monitoreo de los Datos

A continuación, se presentan los datos que son monitoreados al momento de realizar la comparativa de los sistemas de compostaje.

Temperatura: Para medir la temperatura se utilizó un Termómetro de suelo de compost de greenco, acero inoxidable, dial de temperatura Celsius y Fahrenheit, vástago de 20 pulgadas. Se seleccionaron 3 puntos en cada pila para tomar la temperatura, uno en el centro y a los lados. La temperatura se midió diariamente, a partir del momento del montaje del sistema y por los 80 días.

Potencial de hidrogeno (pH): Para la medición del Potencial de hidrogeno (pH) se tomaron las muestras en tres puntos diferentes de las pilas a través de un vástago de 20 cm capaz de percibir el Potencial de Hidrogeno (pH), utilizando un Higrómetro Medidor pH Digita el cual cuenta con 12 niveles, siendo siete (7) un suelo neutro, menor a siete (7) un suelo ácido y mayor a siete (7) un suelo alcalino.

Humedad: La humedad se realizó al inicio del proceso de compostaje en el laboratorio de la Universidad Francisco de Paula Santander por el método radiométrico. Que consiste en pesar una capsula y se tara para obtener de esta forma el peso del recipiente,

posteriormente se realizó el pesado de la muestra, el cual se obtiene el peso de la muestra húmeda y se expone a 24 horas a 100°C obteniendo el material seco y volviéndose a pesar y aplicando “(1)”:

$$\%H = \frac{(b - a) - (c - a)}{b - a} * 100 \quad (1)$$

Donde:

A: Peso de la capsula limpia.

B: Peso de la capsula más muestra húmeda.

C: Peso de la capsula más muestra seca.

Al aplicar “(1)” se obtiene como resultado la humedad de la muestra por pila y por sistemas de compostaje.

Posteriormente se estableció la humedad por densidades donde se calcula la densidad en laboratorio de la muestra en un recipiente de 100ml obteniendo la densidad de la materia seca el cual se establece como una constante y en campo se realiza el pesado en un recipiente de 500 ml para poder hallar la densidad en campo del material húmedo y a través de la “(2)”:

$$\%H = \frac{a - b}{b} * 100 \quad (2)$$

Donde:

A: densidad húmeda.

B: densidad seca.

Al aplicar “(2)” se obtiene la humedad de la muestra ya sea por pila u/o por sistemas.

2.5 Evaluación y comparación de resultados

Bioensayo de Fitotoxicidad: Se realizó un ensayo de germinación con semillas seleccionada variedad rábano Crimson (*Raphanus sativus*), con un 96% de

germinación, guiado por la metodología empleada por (Varnero, Rojas, & Orellana, 2007) con las adaptaciones hechas por (Hernandez, 2015), lo cual se tomaron 150 gr de material de cada sistema, el material fue puesto al horno por 24 horas a una temperatura de 100 °C, se dejó en reposo y se dispuso en un mortero esterilizado y se macero. Obtenido el material ya macerado, se realizó una dilución de 100 ml de agua destilada con 10 gr del abono de cada sistema; esta dilución se filtró, luego se colocó a germinar 10 semillas en cajas Petri sobre papel filtro humedecido con 5 ml del extracto respectivo de cada abono. Se usaron dos cajas Petri por cada tratamiento (20 semillas).

3. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Temperatura

El desempeño de la temperatura es un indicador fundamental para evaluar la actividad microbiana y la eficiencia del proceso. Como se observa en la figura 2, los tres sistemas analizados presentaron un ascenso rápido a la fase termófila con rangos de temperaturas que superaron los 45° C, el sistema Autónomo con aireación forzada TT1 alcanzó el pico más alto y rápido de 68°C al segundo día, manteniendo la fase termófila por 15 días.

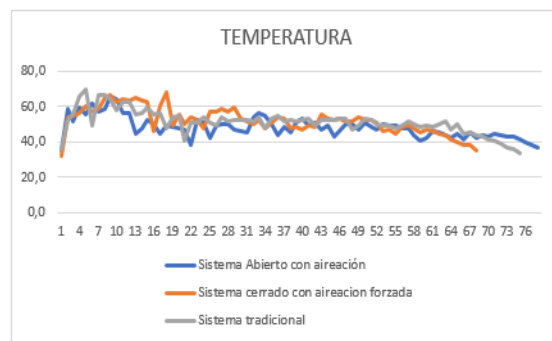


Figura 2. Análisis de Temperatura. Fuente. Elaboración propia.

Se observa que, la etapa mesófila tuvo una duración de un día, donde alcanzaron temperaturas promedio para el sistema autónomo de 31°C, para el sistema abierto con aireación de 35°C y para el sistema tradicional de 36°C, para el segundo días las temperaturas alcanzan temperaturas superiores a 50°C es decir el proceso paso a la etapa termófila en el segundo día en los tres sistemas evaluados, indicando de esta forma presencia de microorganismos termofílicas encargadas de la degradación de sustancias más complejas.

Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Trujillo et al. (2018), quienes comprobaron que los sistemas con aireación forzada, mejorar el comportamiento de la temperatura, causando un mejor control térmico, y facilitando la degradación de compuestos orgánicos complejo y la esterilización del medio.

El sistema tradicional (TT3), mostró una evolución más irregular, con descensos fuertes de temperatura, explicables a la pérdida de calor por falta de aislamiento térmico y a las condiciones climáticas y de vientos en la ciudad. Esto coincide con lo encontrado por Quinchok y Huerta (2021), en donde afirman que los sistemas tradicionales presentan mayor variabilidad térmica y deficiencia en la higienización del compost.

3.2 Humedad

Como se observa en la figura 3 la humedad inicial en los tres sistemas se mantuvo entre 60 y 70%, considerado ideal según Román et al. (2013). Durante el proceso la pérdida más alta se dio en el sistema tradicional TT3 y el que presentó más requerimientos de agua durante el proceso. Según Mitma

(2025), valores por debajo del 40% afectan la actividad microbiana. La pérdida más controlada se dio en el sistema autónomo TT1, esto debido al encerramiento que evitó la pérdida por evaporación, siendo el tratamiento con menos riego durante el proceso.

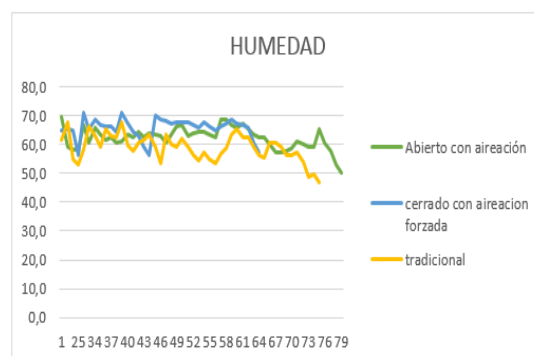


Figura 3. Análisis de Humedad. **Fuente.** Elaboración propia.

3.3 Potencial de Hidrogeno (pH)

Como se observa en la figura 4 el sistema abierto con aireación presentó el pH más ácido, cercano a los 4.5, continuando con el sistema tradicional que presentó un pH superior a los 5.0, el sistema autónomo presentó un pH cercano a los 6.0 contemplando una distribución de los pH en el transcurso del proceso de compostaje bastante variado además los días 5 y 17 los pH fueron muy similares entre los sistemas, y al finalizar el proceso se observa que al llegar al día 57 hasta el día 63 “etapa final” los tres tratamientos tienden a volverse cada vez más neutro emparejándose y conservando un pH cercano a 7.0 pH neutro) (Ver gráfica 3). Comportamientos similares han sido reportados por varios investigadores entre ellos Venero et al. (2017), quienes señalan que el incremento del pH está relacionado a la degradación de ácidos orgánicos volátiles y a la acumulación de amonio.

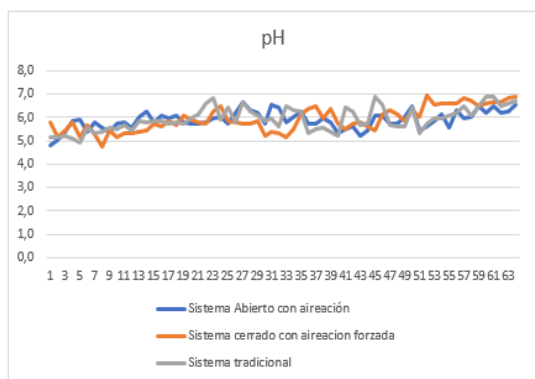


Figura 4. Análisis de PH. **Fuente.** Elaboración propia.

3.4 Microbiología: Coliformes Termotolerantes

Los análisis microbiológicos realizados al final del proceso, demostraron que el tratamiento TT1, logro mayor eficiencia en la reducción de los coliformes termotolerantes, esto debido a la persistencia de temperaturas más altas, uniformes y por más tiempo, característica fundamental para la eliminación de microorganismos patógenos (Bueno y Diaz, 2008). En contraste los sistemas abiertos mostraron resultados, variados no alcanzando los niveles sanitarios exigidos por la norma NTC 5167.

3.5 Fitotoxicidad

Como se muestra en la tabla 1, los ensayos de germinación realizados con semillas de rábano, revelaron índices de germinación mayores al 80% en los tratamientos TT1 y TT2 (ver tabla 1), catalogándose como no fitotóxico según Hernández (2025). El tratamiento TT3, reveló valores por debajo del 70 % y muy cercanos al umbral inferior (60%), indicando una degradación incompleta o presencia de compuestos fitotóxicos en el material. Según Emiro y Warman (citado por Hernández et al., 2015), índices de germinación menores al 60% implican riesgo de fitotoxicidad.

Tabla 1. Fitotoxicidad del Compostaje

SISTEMA	SEMILLAS	SEMILLAS GERMINADAS	GERMINACIÓN %
Testigo solo medio	20	11	100
TT1	20	9	81,8
TT2	20	9	81,8
TT3	20	7	63,6

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos en esta investigación, demuestran que el tratamiento autónomo con aireación forzada, arrojó los mejores parámetros en cuanto al control de variables, calidad del abono y consumo de agua. Estos hallazgos son coherentes con investigaciones realizadas por (Quinichoker y Huerta, 2021; Trujillo et al., 2018 Orozco, 2016) y validan la posibilidad de la implementación de tecnologías de compostajes cerrados con aireación forzada, para lugares urbanos de pequeño o mediano tamaño, donde se quiera mayor control del proceso.

Es importante evaluar los costos de inversión iniciales, así como el mantenimiento en el sistema autónomo a largo plazo y la capacidad de escalamiento de esta tecnología.

4. CONCLUSIONES

El sistema con aireación forzada mantuvo un comportamiento más eficiente, logrando las temperaturas más altas y prolongadas en el tiempo, conllevando a la reducción de coliformes termotolerantes y a la disminución del tiempo de compostaje, permitiendo cumplir con los estándares de la norma NTC 5167.

El consumo de agua fue menor en el tratamiento TT1, hoy en día un parámetro muy importante dentro de los procesos industriales, la humedad registrada durante el proceso se mantuvo más estable por más

tiempo, disminuyendo la necesidad de riegos.

Pese al buen desempeño técnico del tratamiento TT2, abierto con aireación forzada, se presentaron variaciones que afectaron la estabilidad del proceso en cuanto a los parámetros térmicos y de humedad, ya que su exposición a las condiciones ambientales disminuye las posibilidades de control; por otra parte, el tratamiento tradicional arrojó mayores limitaciones en el control de patógenos y eficiencia del proceso.

El tiempo es un factor útil a la hora de toma de decisiones, se pudo observar como el sistema autónomo termino su proceso de compostaje primero que los demás sistemas que fueron montados con anticipación al igual que el rendimiento ya que van de la mano, dando como resultado que el sistema autónomo en menos tiempo pudo obtener un rendimiento mayor que los sistemas tradicionales y sistema abierto con aireación.

La fitotoxicidad para los tres sistemas estuvo dentro del rango establecido por la norma NTC 5167 para la comercialización de abonos orgánicos, dando como resultado que la mezcla de residuos de poda y residuos orgánicos son sustancias capaces de adicionar nitrógeno y carbono a la mezcla.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bueno, M., & Díaz, L. (2008). Evaluación de parámetros microbiológicos en compostaje de residuos sólidos urbanos. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 22(1), 43–49.

Food and Agriculture Organization & Banco Interamericano de Desarrollo. (2022).

Residuos sólidos y compostaje en América Latina. <https://www.fao.org>.

Hernández, A. (2015). Evaluación de la fitotoxicidad en compost mediante ensayos de germinación [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Herrera, R., & Prado, E. (2006). Evaluación de la calidad sanitaria de compost producido a partir de residuos orgánicos. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(2), 45–53.

Mitma, J. (2015). Evaluación de la humedad en procesos de compostaje de residuos sólidos orgánicos. *Revista Peruana de Ingeniería Agrícola*, 17(2), 30–38.

Orozco, A. (2016). Diseño e implementación de un sistema automatizado de aireación para compostaje [Tesis de ingeniería, Universidad de Antioquia].

Quinchoker, M., & Huerta, F. (2021). Comparación de sistemas de compostaje con aireación forzada y natural: Impacto en la calidad del compost. *Revista Chilena de Recursos Naturales*, 9(1), 22–34.

Román, A., Morales, E., & Torres, J. (2013). Variables críticas en el proceso de compostaje y su influencia en la calidad del abono. *Revista de Ciencias Ambientales*, 47(3), 55–67.

Trujillo, C., Martínez, P., & Londoño, D. (2018). Efecto de la aireación forzada en el compostaje de residuos agroindustriales. *Agroindustria y Desarrollo*, 12(2), 25–34.

Varnero, M., Jara, A., & Bustos, F. (2007).
Manual de compostaje: Técnicas y
parámetros de control. Instituto de
Investigaciones Agropecuarias (INIA).

6. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los índices de calidad calculados para el cauce principal de la microcuenca urbana Hato de la Virgen en las dos temporadas pluviométricas contrastantes. A1 = Aguas altas 1, A2 = Aguas altas 2, B1= Aguas bajas 1, B2= Aguas bajas 2. E1 = Hacienda, E2 = Jordán, E3 = Musicalia, E4 = Topacio, E5 = Desembocadura. **Fuente:** Universidad del Tolima (2022).

Índice	Temporada	E1	E2	E3	E4	E5
ICA	A1	0,39	0,52	0,41	0,41	0,40
	A2	0,51	0,51	0,50	0,57	0,55
	B1	0,56	0,59	0,46	0,47	0,45
	B2	0,51	0,56	0,54	0,41	0,42
ICOMI	A1	0,659	0,327	0,426	0,586	0,607
	A2	0,978	0,868	0,882	0,292	0,416
	B1	0,867	0,947	1	1	1
	B2	0,897	1	0,97	0,983	1
ICOMO	A1	0,685	0,834	0,888	0,877	0,888
	A2	0,665	0,672	0,843	0,791	0,768
	B1	0,665	0,719	0,971	0,884	0,941
	B2	0,655	0,78	0,929	0,791	0,823
ICOSUS	A1	0,200	0,105	0,167	0,226	0,233
	A2	0,026	0,026	0,026	0,133	0,033
	B1	0,034	0,026	0,213	0,196	0,094
	B2	0,026	0,026	0,045	0,128	0,102
ICOpH	A1	0,004	0,014	0,013	0,012	0,008
	A2	0,002	0,005	0,010	0,023	0,017
	B1	0,003	0,009	0,011	0,017	0,010
	B2	0,004	0,013	0,008	0,009	0,013
ICOTRO	A1	0,190	0,240	0,370	0,740	0,590
	A2	0,170	0,340	0,960	0,510	0,710
	B1	0,240	0,460	1,880	3,720	4,430
	B2	0,240	1,210	1,380	1,350	1,540
IBF	A1	8,079	8,624	8,981	9,203	7,892
	A2	6,868	7,235	7,402	7,334	7,174
	B1	6,66	6,422	6,098	7,186	6,159
	B2	6,485	6,701	6,520	6,887	6,904
Sapróbico	A1	3,571	3,684	3,571	3,538	3,500
	A2	3,526	3,833	3,667	3,760	3,550
	B1	4,000	3,786	3,692	3,824	3,769
	B2	3,684	3,813	3,500	3,824	3,684
BMWP/Col	A1	48	31	38	61	39
	A2	27	26	31	45	31
	B1	15	15	24	29	20
	B2	38	20	29	34	34

Índice	Temporada	E1	E2	E3	E4	E5
ASPT	A1	4,385	3,455	3,615	3,700	3,917
	A2	4,000	3,200	3,917	3,412	3,917
	B1	2,113	2,890	3,211	3,173	2,944
	B2	3,846	2,900	3,167	3,308	3,431

Anexo 2. Resultados de la prueba Shapiro-Wilks (modificado) de los valores de los índices de calidad del agua del cauce principal de la microcuenca Hato de la Virgen. (*) $p < 0,05$, sin distribución normal. **Fuente:** Los autores

Índice	n	Media	D.E.	W	p
ICA	20	0,49	0,06	0,89	0,0622
ICOMI	20	0,79	0,25	0,77	<0,0001 *
ICOpH	20	0,01	0,01	0,95	0,6776
ICOMO	20	0,8	0,1	0,9	0,1066
ICOSUS	20	0,1	0,08	0,8	<0,0001 *
ICOTRO	20	1,06	1,15	0,73	<0,0001 *
SAPROBICO	20	3,69	0,14	0,92	0,2222
IBF	20	7,24	0,89	0,88	0,0502
BMWP/Col	20	31,75	11,25	0,95	0,5918
ASPT	20	3,43	0,51	0,97	0,865