

USO DE TABLEROS DE CONTROL PARA EL ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD EN HUMEDALES DE VENEZUELA

Using dashboards for the study of wetland diversity in Venezuela

Lourdes M. Suárez Villasmil^{1}, Elisabeth Gordon Colón¹, Eduardo Barreto-Pittol², Santiago Ramos Oropeza³, Irene Carolina Fedón⁴, Laura Delgado³ y María Beatriz Barreto Pittol²*

¹Laboratorio de Ecología de Plantas Acuáticas, ²Laboratorio de Ecología de la Vegetación, ³Laboratorio de Ecología de Sistemas, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias; ⁴Instituto Experimental Jardín Botánico Dr. Tobias Lasser, Universidad Central de Venezuela. *suarez.lourdes@gmail.com

RESUMEN

Los tableros, paneles de información, cuadros de mando, o en inglés “dashboards”, permiten visualizar grandes volúmenes de datos almacenados en un computador, servidor o directamente en internet, de forma que, si se actualiza el archivo fuente, inmediatamente se observan cambios en los resultados proyectados (tablas, gráficos y mapas), generando visualizaciones interactivas y fáciles de compartir con terceros. El objetivo de este trabajo fue elaborar un tablero para estudiar la diversidad de especies vegetales en humedales de Venezuela, que pueda ser consultado libremente con fines de investigación, manejo o conocimiento general. Incluye las coordenadas geográficas, listado de especies vegetales y las características disponibles de agua y suelo en 42 humedales ubicados en los estados Miranda, Bolívar y Sucre, clasificándolos por tipo de hábitat. El tablero se realizó con Google Looker® para describir los niveles de nitrógeno, fósforo, oxígeno disuelto, salinidad y conductividad en el agua; así como salinidad, pH, porcentaje de materia orgánica, arena, arcilla y limo en el suelo. En los 42 humedales se encontraron 139 especies con un promedio de 3,3 especies por humedal. El 55,6% de los humedales estuvieron en hábitats de pantano; 16,7% en lagunas y en canales o caños 7,4% en manglares ribereños y 3,7% en manglares lagunares. Se produjo un mapa para identificar los humedales por tipo de hábitat, pudiendo elegir la distribución de una o más especies mediante un filtro. La consulta del tablero puede efectuarse de forma libre y gratuita desde cualquier dispositivo con acceso a internet, sin instalar ninguna aplicación o programa.

Palabras clave: diversidad de plantas, ecosistemas, humedales, tableros, Venezuela.

Keywords: dashboards, ecosystems, plant diversity, Venezuela, wetlands.

INTRODUCCIÓN

Los tableros de control, paneles de información o cuadros de mando, conocidos comúnmente por su denominación en inglés “dashboards” son herramientas informáticas de visualización que conectan la información recopilada con una interfaz gráfica donde se construyen uno o más tipos de visualizaciones. Su nombre hace referencia a los paneles de control de los autos o los aviones, donde se monitorea el estado de todos los indicadores que es necesario controlar durante un desplazamiento.

La información que se carga en los tableros puede proceder de distintas fuentes como una o varias hojas de cálculo o archivos de valores separados por comas (CSV) u otro formato estructurado en filas y columnas. Esta

información puede estar alojada en un computador o en Internet, y puede ser estática (cargada en un momento determinado) o actualizarse constantemente como ocurre con datos masivos o “big data” (Favaretto *y col.*, 2020).

Los tableros son un recurso ampliamente utilizado por sectores empresariales y de investigación para facilitar la toma de decisiones basadas en datos (Sarikaya *y col.*, 2019) y tienen características muy atractivas en el manejo de los sistemas complejos. En primer lugar, si se actualizan los archivos fuente, los resultados proyectados (tarjetas, tablas, gráficos y mapas) se actualizan de inmediato. En segundo lugar, los tableros permiten generar visualizaciones interactivas para mostrar tarjetas, gráficos, tablas o mapas disponiendo de controles para filtrar la información. En tercer lugar, las visualizaciones se pueden compartir con terceros de manera muy sencilla, controlando lo que se quiere compartir y con quien se quiere compartir.

El objetivo de este trabajo fue elaborar un tablero de control con la información que varios grupos de investigación produjeron en distintos humedales de Venezuela, para generar una herramienta en la que investigadores y público en general puedan consultar las características de las aguas, suelos y la diversidad de especies vegetales asociadas a estos ambientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos que conforman este tablero proceden de diversos estudios, a saber: 18 localidades en Higuerote, Paparo y Barlovento (Suárez Villasmil *y col.*, 2022; 2015), cuatro localidades en El Clavo (Suárez Villasmil y Gordon Colón, 2010), una localidad en Laguna La Reina (Avenidaño *y col.*, 2018), ocho localidades en la Península de Paria (Gordon Colón *y col.*, 2021), siete lagunas de rebalse en el Río Orinoco (Gordon-Colón *y col.*, 2017) y cuatro humedales en la Península de Paria (Barreto, datos no publicados).

La fuente de datos del tablero estuvo conformada por dos matrices o tablas de datos almacenadas en Google Sheets®: una contiene las variables medidas en el agua y el suelo, donde cada fila representa una localidad identificada con un ID numérico único, el nombre común de la localidad asignado por los investigadores que la muestrearon, la dimensión geográfica o geolocalización que reconoce Google® (Geotarget), el estado (Miranda, Sucre o Bolívar), sus coordenadas geográficas en formato centesimal o decimal, las variables medidas en el agua: oxígeno disuelto (mg/mL), nitrógeno y fósforo total y disponible (mg/L), salinidad (‰) y conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) así como las medidas en el suelo: textura, salinidad (‰), pH, materia orgánica (%), arena (%), limo (%) y arcilla (%). Algunas variables no fueron medidas en alguna localidad quedaron como valores en blanco, ya que todos los investigadores no midieron las mismas variables

porque eran grupos de investigación con objetivos y períodos de estudio distintos. Cada localidad fue clasificada según su tipo de hábitat como canal, laguna, manglar lagunar, manglar ribereño o pantano.

La segunda tabla se construyó con las especies identificadas, donde cada fila registró el nombre científico de la especie, fecha de muestreo, coordenadas geográficas y geolocalización de Google®. Además, cada especie se repitió para todos los humedales donde apareció, identificando la fila con el ID numérico utilizado en la tabla de información hidroedáfica. Este ID fue el campo en común que permitió relacionar ambas tablas en Google Looker® que fue la herramienta elegida para realizar el tablero. Los resultados se representaron con tablas, gráficos, mapas o tarjetas, es decir, visualizaciones de texto simple que muestran una sola cifra que tiene significado en un contexto (Nussbaumer Knaflic, 2015).

RESULTADOS

El tablero construido puede ser consultado en el siguiente enlace: <https://datastudio.google.com/reporting/5c9cdb91-bbd3-4db9-804e-508de59097c9>. Consta de 8 páginas en línea que se alternan con un menú ubicado en la parte superior. La primera página presenta el tablero con el número de especies, humedales, estados y hábitats considerados. Se dedica una página a las características de las aguas (Figura 1), que de acuerdo con la salinidad pudieron ser salobres (0,05-30‰) o dulceacuícolas (<0,05‰). No se registraron humedales salinos (>30‰) pero si a futuro se incorpora alguno, se ha programado que sean visualizados en el tablero. El gráfico de salinidad (circular) no solo muestra el porcentaje de humedales dulceacuícolas o salobres, sino que, si se selecciona con un “clic” sobre el segmento de los humedales dulceacuícolas, las visualizaciones de esa página presentarán los parámetros del agua solo en ecosistemas dulceacuícolas (Figura 2). Un comando de “restablecer” ubicado en la parte superior de la Figura 2 puede usarse para retornar el tablero a su forma original sin filtrar.

Otra página muestra las características de los suelos, donde los mismos pueden ser filtrados por su composición textural. La página para la vegetación presenta una tabla con el listado de especies, otra con la riqueza por humedal y en tarjetas se calcula la gamma diversidad y número de especies promedio por cada humedal estudiado. Si se aplican los filtros por estado y tipo de hábitat, se puede observar que los estados Miranda y Sucre tuvieron mayor riqueza de especies (80 cada uno) con respecto a Bolívar, y que los pantanos, lagunas y canales fueron los humedales con mayor riqueza de especies con respecto a los manglares, y entre estos, los ribereños tuvieron mayor riqueza que los lagunares (Tabla 1).

Las 139 especies constituyeron 76% de la suma de todas las especies halladas en los tres estados (22+80+80=182 especies), lo que representó 76% de especies en común, dejando un recambio de especies de 24% por efecto de la variación geográfica. Asimismo, las 139 especies representaron 62% de la suma de especies de todos los hábitats (94+65+49+14+1=223), quedando 38% de recambio atribuible al tipo de hábitat.

Se produjo una hoja con la localización de los humedales, la cual permite hacer mapas de cada una de las especies en formato de Google Maps®, coloreando los puntos según el tipo de hábitat. El mapa dispone de filtros para seleccionar el período temporal en el que se efectuó el muestreo, el hábitat y si se trata de un humedal salobre o dulceacuícola.



Figura 1. Interfaz gráfica para mostrar las visualizaciones de las aguas en todos los ambientes. La salinidad promedio de todos los ambientes se presenta en una tarjeta y el gráfico circular muestra la proporción de ambientes salobres y dulceacuículas y permite filtrar los resultados por este tipo de ambiente (haciendo “clic” en el gráfico). Un par de controles permiten filtrar los resultados por estado y tipo de hábitat.

Tabla 1. Número de especies en los humedales por tipo de hábitat y estado. La primera columna indica el número de hábitats muestreados y su porcentaje. En total se estudiaron 42 humedales, pero algunos contaron con más de una medición espacial/temporal, lo que totaliza 54 puntos de muestreo.

Tipo de hábitat (n %)	Edo. Bolívar	Edo. Miranda	Edo. Sucre	Total
Pantano (30 55,6%)		61	48	94
Laguna (9 16,7%)	22	26	26	65
Canal (9 16,7%)	12	20	26	49
Manglar ribereño (4 7,4%)			14	14
Manglar lagunar (2 3,7%)		1		1
Total (54 100,0%)	22	80	80	139

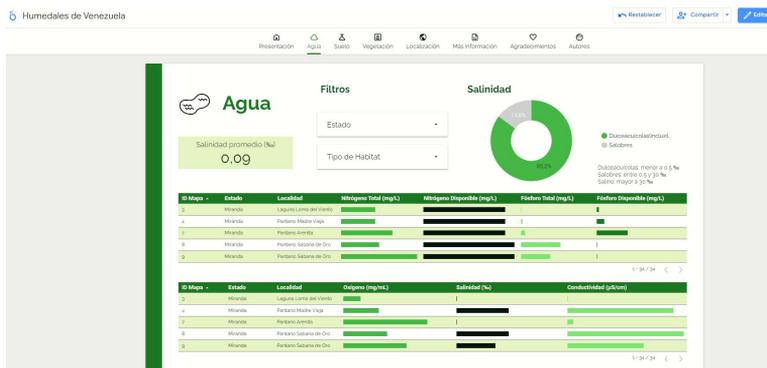


Figura 2. Interfaz gráfica para mostrar las visualizaciones de las aguas en los ambientes dulceacuicolas. La salinidad promedio para estos ambientes es 0,09 ‰ y se ha calculado considerando solamente ambientes dulceacuicolas, o con salinidad menor a 0,5 ‰. Cualquier filtro adicional puede aplicarse dependiendo de la elección de quien consulta el tablero. Esta captura se hizo con más amplitud de pantalla a fin de mostrar en la parte superior derecha de la pantalla el control que permite restablecer el filtro para volver a la versión original de la visualización (sin filtrar).

DISCUSIÓN

Los tableros son diseñados tomando en cuenta el propósito, la audiencia y las características de los datos (Sarıkaya *y col.*, 2019). Este tablero fue orientado a interesados en el estudio de la diversidad biológica, pudiendo observar que entre los 42 humedales muestreados se obtuvo una Gamma Diversidad de 139 especies con un promedio de 3,3 especies por humedal, lo que muestra un alto recambio de especies entre todos estos ambientes. Este resultado coincide con (Gordon Colón, 1998; Suárez Villasmil *y col.*, 2022) quienes señalaron que la mayor diversidad de paisajes favorece una mayor diversidad de especies y ensamblajes comunitarios. Es probable que el recambio real de especies en estos humedales sea aún mayor, ya que estos resultados sólo contemplan estimaciones puntuales y no han considerado la variación estacional en un mismo sitio donde es posible el recambio de especies por efecto de variaciones estacionales del hidroperíodo de los humedales (Suárez Villasmil y Gordon Colón, 2010).

Por otro lado, el recambio de especies por efecto del tipo de hábitat fue mayor que el observado debido a la variación geográfica, lo que conlleva a revisar cómo ha sido el efecto de la dinámica de condiciones ambientales locales en cada humedal para generar este tipo de respuesta en la tasa de recambio de especies, más allá de los patrones de distribución geográfica, lo cual hace más importante el efecto de la estabilidad o no de condiciones

en un ambiente como predictor del estatus de las comunidades que en él existen en un momento dado (Wiens, 1989; Zunino, 2000). Por otro lado, la tolerancia diferencial a las distintas condiciones del humedal producen zonación y variación en la composición de especies (Guo *y col.*, 2015), estas variaciones incluso pueden ocurrir a un nivel microtopográfico (Avendaño *y col.*, 2018).

La herramienta Google Looker® fue elegida porque es hasta ahora una herramienta gratuita, tanto para para quien realiza el tablero como para quien lo consulta. Además, para su consulta no se requiere instalar ninguna aplicación en el dispositivo electrónico, simplemente se accede mediante un enlace como si se tratase de una página web, lo que facilita el proceso de compartir la información, con la posibilidad de actualizarla rápidamente. Cabe destacar que el usuario del tablero no tendrá acceso a ver o modificar las fuentes de datos originales, sino que consulta los productos que decide visualizar el propietario de la base de datos.

Al haber obtenido estos datos por distintos grupos de investigación, cada uno con sus propios objetivos y criterios, no hubo un estándar que uniformizara todas las variables medidas, por lo que este trabajo cuenta con la obvia limitación de que todas las variables no han sido medidas en todos los sitios, y que la información procede de distintos muestreos y periodos de estudio. Aun así, el producto generado es valioso y constituye un precedente que muestra una forma práctica para manejar los datos y facilitar su consulta a los investigadores y a la comunidad interesada en el estudio de los humedales y otros sistemas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a las siguientes personas por su participación en los proyectos de investigación que permitieron generar la información presentada en el tablero: Adeldo Malavé, Ana María Quevedo, Argenis Delfin, Carlos Alvarado, Deiby García, Edie Montiel, Evelyn Zoppi de Roa († 2021), Fernando Ramos, Jesús Berti, José Ramón Grande Allende, Juan Torres, Julio González, Manuel Machado, Marcos Caldera, María de los Ángeles Marrero, Nancy Hernández, Napoleón León († 2021), Rossana Mendoza, Rubén Torres, Sergio Pacheco, Wilman Vázquez, Yamilex Avendaño y Yomel de la Cruz. Asimismo, a la Familia Barreto, Demarcación Sanitaria B de Guaraúnos y a las organizaciones que financiaron la ejecución de los proyectos: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (CDCH-UCV), Proyecto PI 7731-2009, “Humedales herbáceos del Estado Miranda: Ubicación y características”. PDVSA-Fundación UCV, Proyecto Institucional: “Estudio de microlocalización de los muelles de embarque y patio de almacenamiento de sólidos en el sector Orinokia del río Orinoco” y Banco Mundial, por la financiación del Proyecto No. 21-044: “Caracterización de las variables espaciales y temporales del vector *Anopheles aquasalis* y su integración en un SIG, en el golfo de Paria”.

LITERATURA CITADA

- Avendaño, Y., I.C. Fedón, E.M. Barreto-Pittol, M.A. Marrero, M.B. Barreto y L. Suárez-Villasmil. 2018. Patrones espaciales en un herbazal halófilo: suelos, comunidades vegetales y plasticidad fenotípica de *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth, *Révis. Gramin.* 1: 67 (1829) en el Estado Miranda, Venezuela 19:23–40. <https://doi.org/10.21068/>
- Favaretto, M., E.D. Clercq, C.O. Schneble y B.S. Elger. 2020. What is your definition of Big Data? Researchers' understanding of the phenomenon of the decade. *PLoS ONE* 15, e0228987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228987>
- Gordon Colón, E. 1998. Composición fisionómica y florística de humedales dominados por *Montrichardia arborescens* en Laguna Grande (Monagas, Venezuela). *Acta. Biol. Venez.* 18:55–76.
- Gordon Colón, E., L. Suárez-Villasmil y A.M. Quevedo. 2017. Vegetación acuática en lagunas de rebalse del Río Orinoco (sector Orinoquia, Venezuela). *BioLlania Edición Especial* 15:334–356.
- Gordon Colón, E., E. Zoppi de Roa, S. Ramos, L. Delgado, J. Berti y E. Montiel. 2021. Humedales de la península de Paria (estado Sucre, Venezuela): Físicoquímica de las aguas y la composición de la vegetación. *Acta. Biol. Venez.* 41:207–263.
- Guo, H., S.A. Chamberlain, E. Elhaik, I. Jalli, A.R. Lynes, L. Marczak, N. Sabath, A. Vargas, K. Więski, E.M. Zelig, y S.C. Pennings. 2015. Geographic variation in plant community structure of salt marshes: species, functional and phylogenetic perspectives. *PLoS ONE* 10: e0127781. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127781>
- Nussbaumer Knaflitz, C., 2015. *Storytelling with Data*. Hoboken, Wiley, 284 pp.
- Sarikaya, A., M. Correll, L. Bartram, M. Tory y D. Fisher. 2019. What Do We Talk About When We Talk About Dashboards? *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 25:682–692. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2864903>
- Suárez Villasmil, L., E.M. Barreto-Pittol, I.C. Fedón, E. Gordon Colón, D. García, Y. Avendaño y M.B. Barreto. 2015. Riqueza, composición florística y factores hidroedáficos en humedales herbáceos de Barlovento (Estado Miranda, Venezuela). *Métodos en Ecología y Sistemática* 10:29–44.
- Suárez Villasmil, L., E.M. Barreto-Pittol, E. Gordon Colón, I.C. Fedón, D. García, Y. Avendaño y M.B. Barreto. 2022. The vegetation in a wetland complex in Miranda State, Venezuela (Bolivarian Republic of Venezuela), En: *Wetlands and People at Risk* (Baigún, C., Minotte, P. y Lamizana, B. Eds.), UICN, Gland, Switzerland. Cap. S1-6:90-108.
- Suárez Villasmil, L. y E. Gordon Colón. 2010. Dinámica de la vegetación herbácea en un humedal dulceacuícola del estado Miranda (Trabajo de Ascenso a la Categoría de Profesor Asistente). Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Wiens, J.A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology* 3:385–397. <https://doi.org/10.2307/2389612>
- Zunino, M. 2000. El concepto de área de distribución: Algunas reflexiones teóricas, En: *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y la estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica* (Martín Piera, F. J.J. Morrone y A. Melic, Eds.) PrIBES-2000. Monografías Tercer Milenio - PrIBES 2000. Vol 1:79–85.