



Bióloga, Máster en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción Consultora Especialista en Recursos Naturales, Transición hacia una Economía Verde Urbana (TEVU)
(kathia.alfaro@ekosistema.cr.com)



Ingeniera Agrónoma Consultora en Agricultura Sostenible, Transición hacia una Economía Verde Urbana (TEVU)
(d.villama5@gmail.com)

MOCUPP Urbano como *brújula* para la implementación de una herramienta de manejo de paisaje en el Campus TEC, Cartago, Costa Rica.

Kathia Alfaro-Arias
Daniela Villalta

Recientemente, el proyecto TEVU (Transición hacia una Economía Verde Urbana) publicó la *Guía de principios básicos en arboricultura: especies para uso urbano* (Ballesteros *et al.*, 2023). Los países en desarrollo, ubicados en los trópicos, no solo poseen la mayor parte de la biodiversidad del planeta, sino también las tasas de crecimiento demográfico y de urbanización más altas y aceleradas (Marzluff, 2001; McKinney 2002, como se citó en Ballesteros *et al.*, 2023). Ciertamente, nuestras ciudades se expanden constantemente, lo que plantea la pregunta de si este *desarrollo urbano acelerado* se lleva a cabo con una planificación urbana sostenible que considere la implementación de herramientas de manejo del paisaje, las cuales mejoren los hábitats y aumenten la conectividad funcional, o bien que cumplan ambas funciones simultáneamente para beneficiar a la biodiversidad nativa (Lozano-Zambrano, 2009).

La respuesta a este cuestionamiento es evidente: basta con caminar por nuestras ciudades (si es que las personas lectoras tienen la suerte de contar con aceras adecuadas y seguras en su barrio) para darnos cuenta de las grandes oportunidades de mejora que enfrentamos como sociedad.

En la Gran Área Metropolitana (GAM) percibimos nuestras ciudades como inseguras y completamente cementadas, donde experimentamos sensaciones de calor intenso y dificultad para caminar o desplazarnos, en general, como espacios donde las personas no se sienten cómodas, lo que genera el deseo de escapar rápidamente de ellas.

Para TEVU, la Visión de Ciudad Verde es aquella ciudad accesible e inclusiva que se gestiona con la participación de sus habitantes, donde abundan los espacios naturales, la biodiversidad y la infraestructura azul; estos elementos impactan de manera directa en su capacidad de resiliencia. Su fin último es maximizar el bienestar humano, lo que resulta en bajos niveles de contaminación, mejora en la apropiación del espacio urbano y propicia interacciones positivas para la recreación, la salud física y mental, con un enfoque ecosistémico (ERUS-TEVU, 2023). A través del proyecto TEVU se propone arborizar la ciudad y recuperar ecosistemas dañados, como humedales urbanos y áreas de protección de ríos, quebradas y arroyos. Se busca conservar los hábitats naturales urbanos y proteger la biodiversidad urbana, mejorando la conectividad funcional (ERUS-TEVU, 2023).

Adicionalmente, es fundamental en la gestión de TEVU contribuir a mejorar la conectividad, que busca aumentar el grado de conexión biológica, tanto estructural como funcional, dentro de las ciudades y simultáneamente entre éstas y su periferia. Esto tiene como fin asegurar la

conectividad para la biodiversidad necesario para mantener la funcionalidad de los ecosistemas urbanos, lo cual se posiciona como un imperativo del desarrollo urbano y territorial; esto también resultaría en una mejora de la calidad de vida. La conectividad estructural se basa totalmente en la estructura del paisaje, es decir, en la existencia de infraestructura verde (vegetación) y azul (agua) que permita a las especies de fauna y flora desplazarse como parte de su ciclo de vida. La conectividad funcional se mide a partir de la transferencia de materia, energía y las conductas de los organismos dentro del paisaje; por lo tanto, se determina para cada especie y depende de otros factores que van más allá de la presencia de infraestructura verde o azul (ERUS-TEVU, 2023).

El esfuerzo por contribuir en la visión de una Ciudad Verde que se impulsa por el proyecto TEVU nos lleva a identificar oportunidades para la implementación de herramientas de manejo del paisaje en el territorio, identificando espacios con potencial para ejecutar acciones que mejoren el entorno productivo, con el objetivo de lograr productividad y sostenibilidad simultáneamente. Algunos ejemplos de las herramientas de manejo de paisaje que se ejecutan en el seno de TEVU son:

- Cercas vivas: Forman redes complejas a lo largo de paisajes que, de otro modo, estarían deforestados o fragmentados. Este patrón contribuye a mejorar la heterogeneidad del paisaje y aumenta la conectividad

del hábitat forestal, ofreciendo beneficios significativos para la conservación. Dado que las cercas vivas son elementos duraderos, una vez establecidas, es probable que mejoren la estructura, composición y funcionalidad de los paisajes rurales durante varias décadas (Harvey *et al.*, 2003).

- Cortina rompevientos: Actúan como barrera contra el viento y el polvo mediante una alineación de hileras de árboles o arbustos. Utilizada en sistemas agroforestales, mejora la productividad agrícola y protege el medio ambiente al resguardar cultivos, animales y el suelo de los efectos del viento (López, 2010).
- Restauración ecológica, viveros e implementación de especies nativas: Promueven la recuperación y el restablecimiento de ecosistemas que han sufrido degradación, daño o destrucción (Society for Ecological Restoration International, 2004).

Adicionalmente, se desarrollan instrumentos de planificación del territorio en dos vías:

- Plan de Manejo: Un instrumento de planificación que orienta la gestión de un área silvestre protegida hacia el cumplimiento de sus objetivos de conservación a largo plazo. Se fundamenta en líneas de acción estratégicas a mediano plazo y en objetivos de manejo para los elementos naturales y culturales incluidos

dentro del área, así como en su relación de estos últimos con el entorno socio ambiental. Es la base para el desarrollo de otros instrumentos de planificación y reglamentación de las Áreas Silvestres Protegidas (Ley No. 7788, 1998). Se realiza en la Zona Protectora Cerros de Escazú.

- Plan de Gestión en Corredor Biológico: Este instrumento de planificación estratégica contribuye a la promoción de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en Costa Rica, desde una perspectiva de conectividad ecosistémica funcional y estructural (SINAC, s. f.). Se ejecuta en cinco corredores biológicos del proyecto TEVU.

En el marco del Comité Local del Corredor Biológico Cobri Surac, surge una alianza entre personas funcionarias del Tecnológico de Costa Rica (TEC), la Oficina Subregional Cartago del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), la Presidencia del Comité Local del Corredor Biológico, una representante estudiantil del TEC y la unidad técnica TEVU. Esta colaboración identifica la oportunidad de implementar herramientas de manejo del paisaje en el campus del TEC. De esta manera, se busca fortalecer las áreas naturales y su conectividad, mejorar la adaptación y mitigación al cambio climático, mantener los servicios ecosistémicos, articular con otros sectores, y fortalecer los modelos de participación y gobernanza para el beneficio de la sociedad (SINAC, s. f.).

Una vez identificada la oportunidad, el equipo de trabajo realizó una gira con fecha del 6 de junio de 2024, para identificar necesidades en el campus de la sede central del TEC, Cartago, Costa Rica. En el recorrido, el equipo identificó oportunidades de implementación en áreas como movilidad activa, segura y accesible, creación de espacios con sombra; plantación de algunas especies nativas forestales, frutales, arbustos y polinizadoras en jardines; así como la planificación de uso de espacios públicos y planificación interpretativa en senderos, áreas verdes, humedales

y jardines, incluyendo una línea de acción para gestionar la interacción con fauna silvestre (existen reportes de avistamiento de coyotes, serpientes, y otras especies silvestres con personas usuarias del campus).

La acción priorizada para su ejecución es la arborización urbana en el campus, utilizando especies nativas, forestales y frutales. En este contexto, el instrumento del MOCUPP Urbano funcionó como una *brújula* para la implementación de la herramienta de manejo del paisaje. La Oficina de Ingeniería del TEC proporcionó la capa con el levantamiento del

campus y desde TEVU se procedió a crear los mapas para identificar las posibles áreas donde se realizarían las campañas de plantación. El campus del TEC presenta cuatro tipos de uso del suelo, según la categorización del MOCUPP Urbano; estos usos incluyen *bosques y áreas naturales, áreas verdes en zona urbana, infraestructura*, así como una presencia menor de *cuerpos de agua y áreas sin vegetación* (Figura 1). Se debe tomar en cuenta que algunas quebradas, así como el río Toyogres, que atraviesan el campus no se visualizan en esta figura

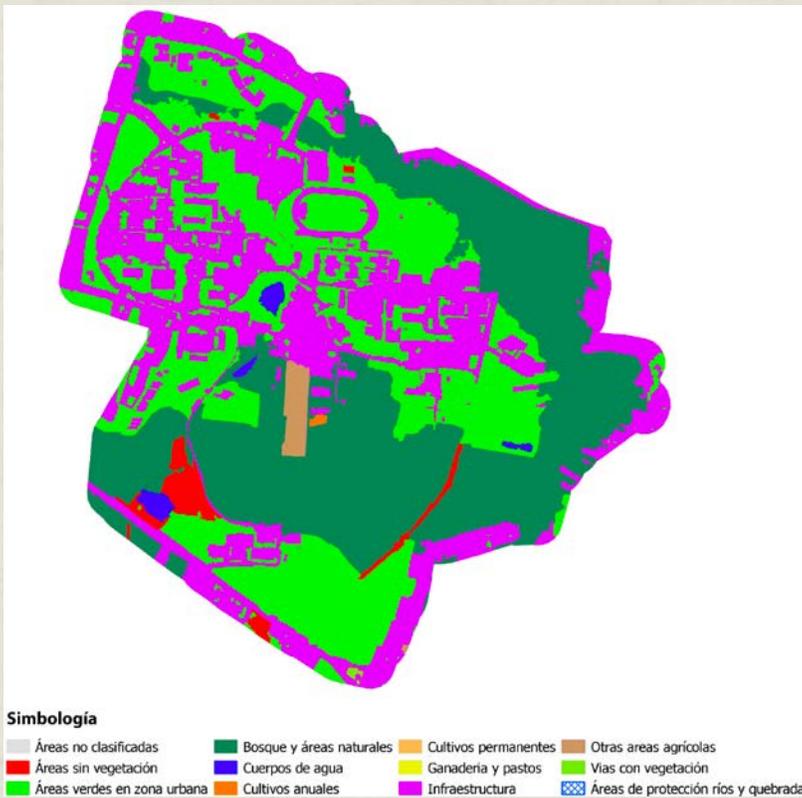


Figura 1. MOCUPP Urbano mapa con detalle por categorías de uso de suelo, Campus TEC, 2024. Fuente: Elaboración por Marlon Alfaro, Ingeniero Topógrafo, Proyecto TEVU, con capa TEC suministrada por Oficina de Ingeniería, TEC.

porque se encuentran cubiertos por vegetación, como se muestra en la **Figura 2**.

El mapa proporcionado por el MOCUPP Urbano es muy útil para identificar sectores y puntos adecuados para la plantación, considerando aspectos de conectividad biológica. Además, facilita el monitoreo tanto previo como posterior a la intervención. Una vez realizada la plantación y transcurrido un tiempo adecuado, se puede actualizar la capa del MOCUPP Urbano para observar el crecimiento de los individuos plantados y la mejora en la conectividad. Este proceso puede complementarse con monitoreos biológicos recurrentes para identificar la presencia de fauna silvestre. También se puede consultar a las personas usuarias del campus sobre su percepción de los árboles plantados y los servicios ecosistémicos que podrían ofrecer a la comunidad estudiantil, tales como sombra, atenuación de islas de calor, belleza escénica y avistamiento de avifauna, entre otros.

Con las oportunidades identificadas y potenciadas por los mapas del MOCUPP, el equipo de trabajo decidió implementar dos campañas de plantación (Campaña A y Campaña B). Con el apoyo de la unidad técnica de TEVU y el visto bueno de una persona ingeniera forestal del TEC, quien colabora en el comité del corredor biológico, se priorizaron los sectores, las especies y la cantidad de individuos para cada plantación.

La Campaña A se enfocó en plantar 80 individuos (**Cuadro 1**) en un sector específico con características de ladera y baja afluencia por parte de los usuarios. Esta campaña se llevará a cabo el miércoles 7 de agosto de 2024, con la colaboración de estudiantes del Programa de Actividades Socioambientales del TEC.

Por otro lado, la Campaña B tiene como objetivo la plantación de 30 individuos de especies forestales y arbustos (**Cuadro 1**) en áreas comunes y de alto

Cuadro 1. Nombre común, nombre científico y cantidad de individuos según campaña de plantación en el Campus TEC, Cartago.

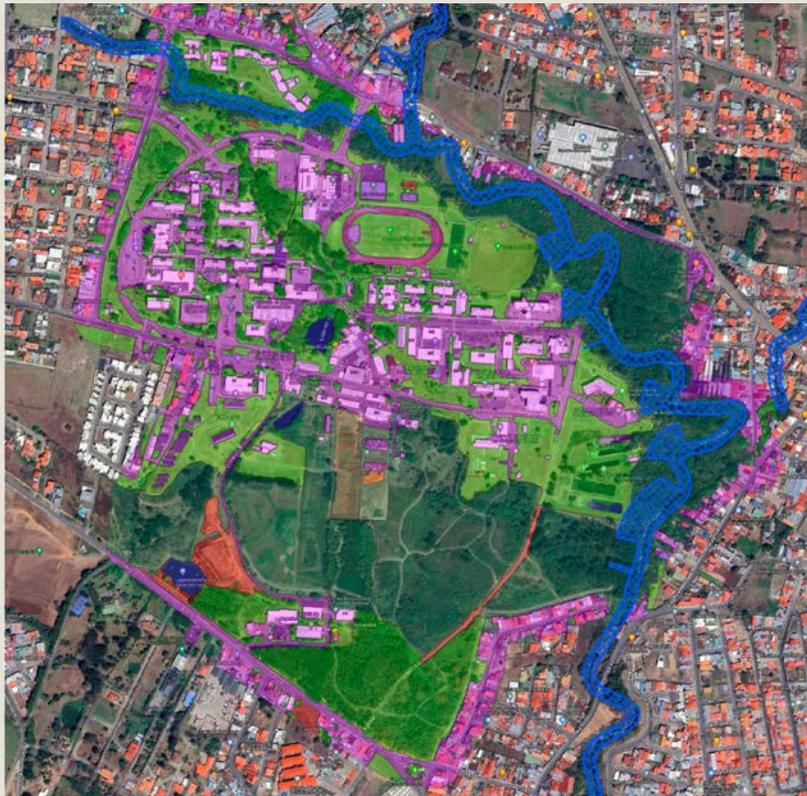
Nombre común	Especie	Campaña A	Campaña B
Guachipelín	<i>Diphysa americana</i>	7	2
Acerola	<i>Malpighia glabra</i>	10	3
Uruca	<i>Trichilia havanensis</i>	10	4
Vainillo	<i>Tecoma stans</i>	10	4
Dama	<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	10	4
Tucuico	<i>Ardisia compressa</i>	8	3
Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>		3
Guaba	<i>Inga spp.</i>	8	2
Quizarrá	<i>Nectandra sp.</i>		3
Sotacaballo	<i>Zygia longifolia</i>	10	
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	7	
Higuerón	<i>Ficus spp.</i>		1
Roble sabana	<i>Tabebuia rosea</i>		1
Total		80	30

tránsito de peatones en el campus, como bordes de aceras, espacios sin cobertura vegetal entre edificios y zonas de recreación, entre otros. Esta campaña está programada para el miércoles 21 de agosto de 2024, también con la colaboración de estudiantes del Programa de Actividades Socioambientales. Los árboles fueron proporcionados por el proyecto TEVU y cumplen con las características necesarias para asegurar una plantación adecuada y maximizar la probabilidad de supervivencia.

Adicionalmente, se utilizó la herramienta del MOCUPP Urbano para identificar los sitios específicos donde se realizó la plantación en la Campaña B, que se enfocó en áreas comunes del campus. Personal del TEC realizó un recorrido por el campus utilizando el mapa mostrado en la **Figura 2**, que sirvió como guía para localizar las áreas prioritarias para la plantación de los 30 árboles.

La asignación de los sitios se basó en una evaluación de la capacidad de cada área, considerando factores como infraestructura subterránea, cables de electricidad y la especie adecuada, entre otros. Una vez implementada la campaña, se georreferenciarán los puntos de cada árbol plantado. Esta información se podrá ingresar en el mapa del MOCUPP Urbano para el campus del TEC, proporcionando trazabilidad a la intervención.

Las herramientas de manejo del paisaje, como el diseño sostenible, la planificación verde y la gestión ecológica, aportan numerosos beneficios a los entornos de campus universitarios, transformando estos espacios en entornos más funcionales,



Simbología

Áreas no clasificadas	Bosque y áreas naturales	Cultivos permanentes	Otras áreas agrícolas
Áreas sin vegetación	Cuerpos de agua	Ganadería y pastos	Vías con vegetación
Áreas verdes en zona urbana	Cultivos anuales	Infraestructura	Áreas de protección ríos y quebradas

Figura 2. MOCUPP Urbano del campus TEC, Cartago, Costa Rica. Fuente: Elaboración por Marlon Alfaro, Ingeniero Topógrafo, Proyecto TEVU, con capa TEC suministrada por Oficina de Ingeniería, TEC.

atractivos y resilientes. Implementar prácticas de diseño paisajístico que incorporen vegetación nativa, sistemas de recolección de aguas pluviales y áreas de hábitat natural no solo mejora la estética del campus, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental.

Estas herramientas ayudan a reducir la huella ecológica del campus al promover la biodiversidad, controlar la erosión y mejorar la calidad del aire y del agua. Además, los espacios verdes bien diseñados proporcionan a las personas estudiantes y funcionarias áreas de descanso y recreación, fomentando el bienestar y la productividad. La integración de soluciones basadas en la naturaleza, como jardines de lluvia y techos verdes, también puede reducir el impacto de las inundaciones urbanas y mitigar el efecto de isla de calor, creando un entorno más agradable y saludable para todos.

En definitiva, las herramientas para el paisaje pueden, además, enriquecer la experiencia educativa y comunitaria al ofrecer espacios que apoyan el aprendizaje, la investigación y la interacción social en un entorno más armonioso con la naturaleza.

Referencias

- Ballesteros, F., Padilla, C., Solano, E. y Lobo, A. (2023). *Guía de principios básicos en arboricultura: especies para uso urbano, una experiencia en el Corredor Biológico Interurbano María Aguilar (CBU-MA)*. PNUD. <https://www.tevucr.org/node/137>
- ERUS-TEVU. (2023). *Estrategia de Renovación Urbana Sostenible Verde y Azul (ERUS) (Borrador)*. TEVU-PNUD. https://tevucr.org/sites/default/files/content/documents/TEVU_Borrador%20ERUS.pdf
- Harvey, C., Villanueva, C., Villacis, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Sáenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., ... Sinclair, F. (2003). Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería En Las Américas*, 10(39-40), 30–39. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5963/Contribucion_de_las_cercas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marluff, J. M. (2001). Worldwide urbanization and its effects on birds. En J. M. Marzlou, R. Bowman y R. Donnelly (Eds.). *Avian ecology and conservation in an urbanizing world* (pp. 19-47). Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1531-9_2
- Mata, A. y Quevedo, F. (1998). *Diccionario didáctico de ecología*. Editorial de la Universidad de Costa Rica (UCR).
- McKinney, M. (2002). Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience*, 52(10), 883-884. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- Ley No. 7788. (1998). Ley de biodiversidad. 27 de mayo de 1998. Diario Oficial La Gaceta No. 101. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=39796&nValor3=0&strTipM=TC
- López, J. (2010). *Manual De Sistemas Agroforestales Para El Desarrollo Rural Sostenible*. Centro Internacional de Investigación de Las Ciencias Agropecuarias Del Japón. https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual_guideline/manual_guideline_-_42.pdf
- Lozano-Zambrano, F. H. (Ed.). (2009). *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13044>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (s. f.). *Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB)*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación. <https://www.sinac.go.cr/ES/partciudygober/Paginas/pncb.aspx>

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. (2004). *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. Society for Ecological Restoration International. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf

Agradecimientos

A la Unidad Institucional de Gestión Ambiental y Seguridad Laboral (GASEL); Oficina Subregional Cartago, SINAC; Presidencia, Comité Local del Corredor Biológico Cobri Surac; Ingeniero Forestal, Comité Local del Corredor Biológico Cobri Surac; persona estudiante TEC; Programa de Actividades Socioambientales, TEC.