

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**INTERPRETACIÓN AMBIENTAL BASADA EN LA
DIVERSIDAD DE FLORA Y FAUNA DEL INCAE, ALAJUELA,
COSTA RICA**

**PROYECTO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL CON
ENFASIS EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS
FORESTALES CON EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA**

MARLON SCHMEICHEL ARAYA RAMÍREZ

CARTAGO, COSTA RICA

NOVIEMBRE 2022



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**INTERPRETACIÓN AMBIENTAL BASADA EN LA
DIVERSIDAD DE FLORA Y FAUNA DEL INCAE, ALAJUELA,
COSTA RICA**

**PROYECTO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL CON
ÉNFASIS EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS
FORESTALES CON EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA**

MARLON SCHMEICHEL ARAYA RAMÍREZ

CARTAGO, COSTA RICA

NOVIEMBRE 2022

INTERPRETACIÓN AMBIENTAL BASADA EN LA DIVERSIDAD DE FLORA Y FAUNA DEL INCAE, ALAJUELA, COSTA RICA.

Marlon Schmeichel Araya Ramírez *

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue generar una propuesta de interpretación ambiental según la diversidad de flora y fauna presente en el Campus Walter Kissling GAM del Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE); el cual se encuentra inmerso en una matriz urbana en el distrito de La Garita en Alajuela-Costa Rica con una extensión de 32,8 ha. En el campus se realizó un inventario de flora para la vegetación arbórea a través del establecimiento de 14 parcelas rectangulares de 600 m² ubicadas en zonas que no fueran jardines ni en espacios sin cobertura vegetal. Las parcelas abarcaron un área de muestreo de 0,84 ha. En cada parcela se ubicaron los árboles con diámetro superior a 10 cm, se identificó la especie, se midió el diámetro a 1,30 m del suelo y se estimó su altura. En el caso de la fauna, se realizó un monitoreo de mamíferos terrestres con el método de transectos no lineales de ancho variable y una longitud aproximada de 2,5 km, donde se registraron avistamientos directos (observación de animales) e indirectos (huellas y excretas). Se establecieron cuatro transectos en el campus, los cuales se recorrieron tres veces a la semana en horario matutino y vespertino durante los tres meses de julio a septiembre, coincidiendo con la época, lluviosa del año 2022. El esfuerzo de muestreo efectuado en los recorridos fue de 119,058 horas. Además, se colocaron dos cámaras trampa en lugares cercanos a los transectos, las cuales se fueron rotando cada 22 días hasta cubrir y registrar la fauna del lugar por medio de fotografías y videos en los cuatro transectos ubicados en el campus, en este caso el esfuerzo de muestreo fue de 2328 horas. Los datos de flora y fauna fueron analizados para las catorce parcelas y los cuatro transectos. En el caso de la vegetación arbórea, se registró el número de individuos, diámetro promedio por especie, el área basal y el índice de valor de importancia (IVI). En el caso de la fauna, se obtuvo el número de observaciones, el hábito alimenticio y tamaño de peso corporal para cada especie. Tanto para flora como para fauna, se calculó la riqueza y los índices de diversidad de Shannon, Simpson y Margalef. Así mismo se aplicó el índice de Pielou para conocer la equitatividad y finalmente, se aplicaron los índices de Jaccard,

Sorensen y Morisita para comprender el grado de similitud entre las catorce parcelas y los cuatro transectos. Luego de obtener el análisis de la composición de especies presentes en el campus, se generó una propuesta de interpretación ambiental, aplicando un recorrido diagnóstico de las zonas con potencial interpretativo y la integración de la diversidad presente en la zona. Para el componente arbóreo, en el campus se obtuvo una riqueza de 39 especies, una diversidad general considerada media-baja para la zona de estudio y una similitud media-baja al hacer la comparación de especies vegetales entre las parcelas. En el análisis de los mamíferos se obtuvo una riqueza de siete especies y el valor de diversidad resultó bajo mientras que el índice de similitud demostró que las especies se encuentran uniformemente distribuidas en el campus; en cuanto al grado de similitud evaluado se obtuvo que todas las comparaciones realizadas tenían un porcentaje de similitud medio-alto. Con base en los resultados de la flora y fauna, se desarrolló una propuesta de interpretación ambiental titulada “Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano”, en un sendero interpretativo, autoguiado con recorrido en un solo sentido y ocho estaciones con la información de los elementos seleccionados para desarrollar la educación ambiental.

Palabras clave: Educación ambiental, Diversidad de especies, Flora arbórea, mamíferos terrestres, Interpretación ambiental.

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop an environmental interpretation proposal for according to the diversity of flora and fauna in the Walter Kissling GAM Campus of the Central American Institute of Business Administration (INCAE), which is immersed in an urban matrix in the district of La Garita in Alajuela-Costa Rica with an area of 32.8 ha. On campus, an inventory of flora for tree vegetation was carried out through the establishment of 14 rectangular plots of 600 m² located in areas that were not gardens or spaces without vegetation cover. The plots covered a sampling area of 0.84 ha. In each plot, the trees with a diameter greater than 10 cm were located, the species was identified, the diameter was measured at 1.30 m from the ground and its height was estimated. For wildlife, terrestrial mammals were monitored using the method of non-linear transects of variable width, and an approximate length of 2.5 km, where direct sightings (animal observations) and indirect sightings (footprints and excreta) were recorded. Four transects were established on campus, covered three times a week in the morning and evening during the three months from July to September, coinciding with the rainy season of 2022. The sampling effort carried out on the transects was of 119.58 hours. In addition, two camera traps were placed close to the trails, which were rotated every 22 days until they covered and recorded the fauna of the place through photographs and videos in the four transects located on the campus, in this case, the effort sampling was 2328 hours. Flora and fauna data were analyzed for the fourteen plots and the four transects. In the case of tree vegetation, the number of individuals, average diameter per species, the basal area, and the importance value index (IVI) were registered. In the case of wildlife, the number of observations per species was obtained and for each species, its feeding habit and body weight size. For both flora and fauna, the richness and diversity indices of Shannon, Simpson, and Margalef were calculated. Likewise, the Pielou index was applied to know the evenness and finally, the Jaccard, Sorensen, and Morisita indices were applied to understand the degree of similarity between the fourteen plots and the four transects. After obtaining the analysis of the composition of species present on the campus, an environmental interpretation

proposal was elaborated, applying a diagnostic tour of the areas with interpretative potential and the integration of the diversity present in the area. For the tree component, a richness of 39 species was obtained on campus, a general diversity considered medium-low for the study area, and a medium-low similarity when comparing plant species between the plots. In the analysis of mammals, a richness of seven species was obtained, and the diversity value was low while the similarity index showed that the species are uniformly distributed on the campus; regarding the degree of similarity evaluated, it was found that all the comparisons made had a medium-high percentage of similarity. Once the results of the flora and fauna were estimated, an environmental interpretation proposal titled "INCAE's contribution to the conservation of biodiversity in the urban environment" was developed, on an interpretive trail, self-guided with a one-way route and eight stations with the information of the selected elements to develop environmental education.

Keywords: Environmental education, Diversity of species, Arboreal flora, Terrestrial mammals, Environmental interpretation.



Esta obra está bajo una Licencia de Creative Commons Reconocimiento No Comercial 4.0 Internacional.

*Araya-Ramírez, M. (2022). Interpretación Ambiental Basada en la Diversidad de Flora y Fauna del INCAE, Alajuela-Costa Rica (Tesis de licenciatura). Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 100 p.

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Trabajo final de graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por Dra. Nancy Gamboa Badilla, Lic. Ericka Sánchez Castillo y Dr. Luis Acosta Vargas como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal con énfasis en Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Nancy Gamboa Badilla Dra.

Directora de tesis

Ericka Sanchez Castillo Lic.

Lectora

Luis Acosta Vargas Dr.

Lector

Dorian Carvajal Vanegas M.Sc.

Coordinador Trabajos Finales
de Graduación



Marlon Schmeichel Araya Ramírez

Estudiante

DEDICATORIA

A mi familia y seres queridos que siempre han estado apoyándome y sé que puedo contar con ellos. Siempre estaré eternamente agradecido por su compañía, apoyo y guía siendo una gran parte de mi ser y son parte esencial de mi vida.

A mis compañeros de carrera y amigos que me han apoyado durante estos años a través de trabajos realizados, giras de campo compartidas y en esta última etapa de la carrera.

AGRADECIMIENTOS

A mi profesora y directora de tesis Nancy Gamboa Badilla que siempre estuvo presente para brindar su guía y apoyo durante el desarrollo de este trabajo. Es una gran inspiración por su evidente vocación y sabiduría a través de los cursos que imparte.

Al profesor lector Luis Acosta Vargas que ha sido un excelente profe para el énfasis de conservación. También a la lectora Ericka Sánchez por apoyarme durante el desarrollo del proyecto. Se agradece ambos lectores por estar muy anuentes a colaborar activamente del proceso.

Al personal del INCAE que me abrió las puertas para realizar mi trabajo de graduación y en especial a Kimberly Rojas, Jessie Torres y a Luis Arias por aportar su visión desde cada uno de los departamentos a los que pertenecen.

A los profesores y personal administrativo de la Escuela de Ingeniería Forestal que siempre han velado por el bienestar de sus estudiantes y que me han ayudado en este proceso de formación académica. También a los diferentes compañeros que han sido parte de esta etapa con los cuales he compartido en los diferentes cursos de la carrera.

A mi familia que ha sido un pilar fundamental y en el cual me he apoyado para cumplir mis metas, al igual de Raquel, Valeria y Ana Lucia que su compañía y excelente trabajo en equipo nos hizo compartir momentos muy bonitos, los cuales atesorare por siempre.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	iii
CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
1.INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2. MATERIAL Y MÉTODOS	5
2.1 Área de estudio.....	5
2.2 Recolección y sistematización de la información	6
2.2.1 Vegetación arbórea	6
2.2.2 Mamíferos terrestres	8
2.2.3 Propuesta de interpretación.....	12
2.3 Análisis de los datos	14
2.3.1 Vegetación arbórea	14
2.3.2 Mamíferos terrestres	15
3. RESULTADOS.....	16
3.1 Vegetación arbórea.....	16
3.2 Mamíferos terrestres.....	21

3.3 Propuesta de interpretación	28
5. DISCUSIÓN	75
6. CONCLUSIONES.....	84
7. RECOMENDACIONES	86
8. REFERENCIAS.....	88
10. ANEXOS	101

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estadística descriptiva para la vegetación arbórea encontrada en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.....	16
Cuadro 2. Índice de valor de importancia para las 13 especies más importantes del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.	18
Cuadro 3. Índices de biodiversidad y equitatividad de las parcelas establecidas en el INCAE, Alajuela, Costa Rica.	19
Cuadro 4. Estadística inferencial para los índices de biodiversidad y equitatividad para las parcelas de vegetación arbórea del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.....	20
Cuadro 5. Distribución de las parcelas con respecto a los transectos analizados en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.....	20
Cuadro 6. Índices de similitud entre las especies y los transectos establecidos en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.	21
Cuadro 7. Número y tipo de avistamientos por especie en los transectos establecidos en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.....	22
Cuadro 8. Número y tipo de avistamientos por especie según gremio trófico y peso corporal para el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.	23
Cuadro 9. Índices de diversidad, equitatividad y riqueza de especies para los transectos de muestreo de mamíferos en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.	26
Cuadro 10. Estadística inferencial para los índices de biodiversidad y equitatividad de mamíferos del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.	27
Cuadro 11. Índices de similitud entre los transectos del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.	27
Cuadro 12. Lista de principales elementos a destacar en la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica.	29

Cuadro 13. Valoración de los puntos para el establecimiento de las estaciones educativas para la propuesta de interpretación ambiental del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica..... 30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del campus WKG del INCAE en Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.	5
Figura 2. Red de celdas y parcelas seleccionadas para el inventario del componente arbóreo del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.	7
Figura 3. Diagrama de la conformación de una parcela y sus características en el inventario de vegetación arbórea. Fuente: Elaboración propia.	8
Figura 4. Ubicación de los transectos utilizados en el estudio de la fauna en el WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.	10
Figura 5. Ubicación de las cámaras trampa y sus coordenadas en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.	11
Figura 6. Colocación de las cámaras trampa en los transectos del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.	12
Figura 7. Número de especies de mamíferos terrestres, según el gremio trófico en los transectos del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: datos de campo.	24
Figura 8. Número de especies de mamíferos terrestres, según el peso corporal en los transectos del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: datos de campo.	25
Figura 9. Ubicación de la propuesta de interpretación ambiental del WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.	32
Figura 10. Esquema general del diseño de la rotulación para la interpretación ambiental del campus del INCAE en Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.	35
Figura 11. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 1 de la propuesta de interpretación ambiental.	38
Figura 12. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 2 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.	42
Figura 13. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 3 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.	46

Figura 14. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 4 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.....	49
Figura 15. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 5 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.....	52
Figura 16. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 6 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.....	56
Figura 17. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 7 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.....	60
Figura 18. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 8 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.....	63
Figura 19. Diseño propuesto para el Punto de dirección A de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.....	65
Figura 20. Diseño propuesto para el Punto de dirección B de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.....	66
Figura 21. Diseño propuesto para el Punto de dirección C de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.....	67
Figura 22. Diseño propuesto para el punto de dirección D de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.....	68
Figura 23. Ubicación de los puntos de mejora para la implementación de la propuesta de interpretación ambiental en el INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.....	70
Figura 24. Diagrama de diseño y materiales para la delimitación del sendero de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia...	71
Figura 25. Diseño propuesto para la implementación de actividades o elementos en las estaciones interpretativas del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Variables recolectadas en los avistamientos indirectos del muestreo de mamíferos en el INCAE, Costa Rica.	101
Anexo 2. Variables recolectadas en los avistamientos directos del muestreo de mamíferos en el INCAE, Costa Rica.	101
Anexo 3. Variables recolectadas de los avistamientos por fototrampeo en el INCAE, Costa Rica.	102
Anexo 4. Índice de valor de importancia para las 39 especies presentes en el campus WKG del INCAE, Costa Rica.	103

1.INTRODUCCIÓN

La diversidad de una comunidad está relacionada con la riqueza la cual se define como el número total de especies (Jost, 2018), incluyendo diferentes grupos entre plantas, animales y microorganismos que conforman un sitio. Mientras que la biodiversidad corresponde a la variación de especies, estos conceptos se relacionan de forma directa donde un sitio con alta riqueza corresponde a una alta diversidad (Jost & González, 2012), esa relación recalca el interés por métodos para determinar la biodiversidad de una comunidad.

Estos métodos igualmente incorporan la variabilidad genética y los procesos ecológicos en el paisaje en el que se encuentran (Mattioli & Nozica, 2018). Debido a la gran cantidad de factores que están inmersos en la diversidad biológica, los procesos de adaptación de las especies a los cambios del ambiente lo hacen un proceso dinámico y en constante evolución.

La matriz urbana corresponde a uno de los principales agentes de cambio de la biodiversidad, ya que somete los recursos naturales a una alta presión y provoca cambios en el paisaje, lo que intensifica los procesos adaptativos de las especies. Factores como la edificación no planificada, la pavimentación, la fragmentación, entre otros no permiten el desarrollo de los ecosistemas y convierte a la expansión urbana en una de las principales amenazas para la biodiversidad (Cordero et al., 2015).

Esta expansión urbana busca satisfacer las necesidades de la población en aspectos como vivienda, movilidad, trabajo, educación, entre otros y por décadas se sobreponía la infraestructura civil sobre la infraestructura verde, ignorando los servicios ecosistémicos que estas podrían brindar (Cruz y Perafan, 2021). Esta corriente de pensamiento influyó diferentes sectores y el ambiente educativo de las universidades no estuvo exento.

Sin embargo, las universidades han sido partícipes en el cambio de este pensamiento mediante la inclusión de espacios verdes en su gestión. Estas áreas brindan servicios

ecosistémicos como la protección de acuíferos, mejora de la calidad del aire, captura de CO₂, hábitat para la fauna silvestre, entre otros (Morales et al., 2018). Así mismo, existen otros beneficios para la calidad de vida, como la mejora en aspectos estéticos, recreativos, culturales y mentales. Esto genera una oportunidad de realizar educación basada en los recursos que brindan las áreas verdes (Castelao et al., 2019).

La implementación de acciones como el incremento de áreas verdes y educación ambiental son esfuerzos que propician un ambiente más agradable y productivo. A su vez, esto permite a organismos de educación superior como el Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE), optar por los procesos de acreditación que tienen como objetivo la mejora continua bajo estándares y criterios establecidos por el ente acreditador, que certifican el compromiso de la institución con el bienestar integral de sus áreas de influencia (Torres et al., 2018).

Dentro de los compromisos que debe asumir la institución se encuentra el ambiental, que incluye la gestión ambiental, acciones de sensibilización y de educación, entre otros (Alba, 2017). Uno de los enfoques de la institución que han sido claves para obtener ciertas acreditaciones es la sostenibilidad, que ha formado parte de sus áreas clave de acción. Esta área o eje de trabajo tiene como propósito el desarrollo sostenible por medio de la investigación, el desarrollo de capacidades y el dialogo a través de la colaboración con diferentes sectores tanto públicos como privados (INCAE, 2022).

Con las colaboraciones siempre se busca demostrar que el desarrollo puede ir de la mano con los recursos naturales y por medio de la educación se genera un adecuado desempeño ambiental donde el aprovechamiento de la riqueza natural esté disponible para las futuras generaciones. En el INCAE se destaca el importante compromiso de generar educación ambiental mediante el estudio de la biodiversidad presente en las áreas verdes del campus (INCAE, 2022). En este sentido, los inventarios de flora y fauna se ubican dentro de los métodos relevantes para analizar la diversidad de especies en un área determinada (Cruz & Ramírez, 2012). Por lo tanto, para cumplir

con este propósito fue necesario analizar la diversidad del componente arbóreo y la mastofauna presente en la sede Walter Kissling GAM del INCAE, con el fin de generar una propuesta de interpretación ambiental resaltando la importancia del campus en la diversidad de la matriz urbana y el aporte en el bienestar de la población.

2. OBJETIVOS

Objetivo general:

Diseñar una propuesta de interpretación ambiental según la flora y fauna del Campus Walter Kissling Gam del Instituto Centroamericano de Administración de Empresas- INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Objetivos específicos:

- ❖ Analizar la diversidad de especies arbóreas del campus Walter Kissling Gam del INCAE.
- ❖ Analizar la diversidad de especies de mamíferos terrestres del campus Walter Kissling Gam del INCAE
- ❖ Definir los elementos clave para la propuesta de interpretación ambiental en el campus del INCAE

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el campus Walter Kissling Gam (WKG) del INCAE, ubicado en La Garita de Alajuela, Costa Rica (coordenadas geográficas 10°00'12,22" N y 84°16'42,92" O) tal como se muestra en la Figura 1, con un área de 32,8 ha. El área se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo premontano, con temperatura entre 18 y 24 °C, precipitación media anual entre los 1500 - 2000 mm, una elevación entre 840 y 639 msnm. Se ubica dentro de la cuenca hidrográfica del Río Grande de Tárcoles (Ortiz, 2014).

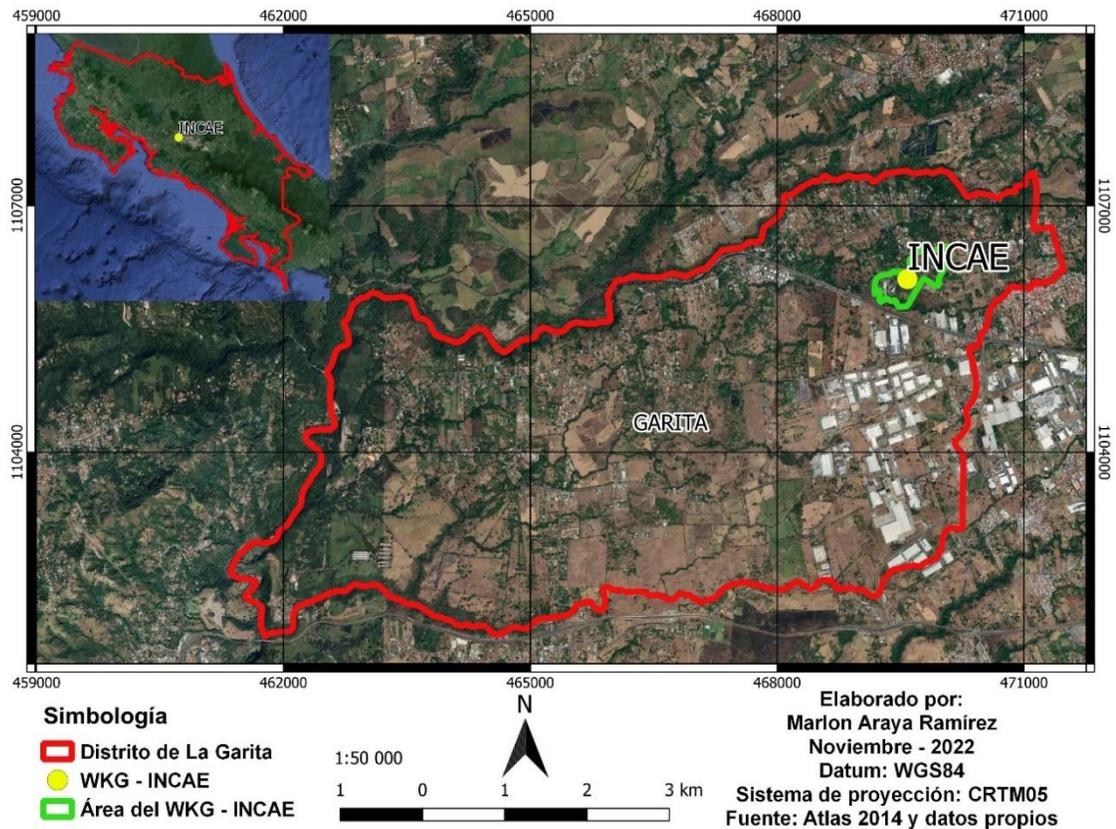


Figura 1. Ubicación del campus WKG del INCAE en Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

2.2 Recolección y sistematización de la información

El muestreo de la vegetación arbórea y los mamíferos terrestres se realizó durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre del 2022 en el campus WKG del INCAE el cual se encuentra inmerso en una matriz urbana. El inventario biológico se dividió en dos partes, una primera correspondiente a la flora, la cual comprendió el componente arbóreo y una segunda a la fauna, enfocada en los mamíferos terrestres.

2.2.1 Vegetación arbórea

El inventario de la flora se realizó en las áreas verdes del campus, exceptuando los jardines y las áreas recreativas de pasto, delimitando el área efectiva en 10,38 ha. En esta área se aplicó una intensidad de muestreo del 8%, se establecieron 14 parcelas temporales de 20 m de ancho por 30 m de largo que abarcaron 600 m² cada una, para un total de 0,84 ha de muestreo. La distribución y ubicación de las parcelas en el área efectiva del campus se realizó con una red de celdas de forma aleatoria, tal como se muestra en la Figura 2. La localización y la toma de coordenadas de cada parcela, se realizó en la esquina superior izquierda, en sentido noroeste, con un GPS Garmin Map64X. Para el establecimiento de las parcelas se utilizó una cinta métrica marca Keson fiberglass de 30 m y una brújula KB-14/360 marca Suunto.

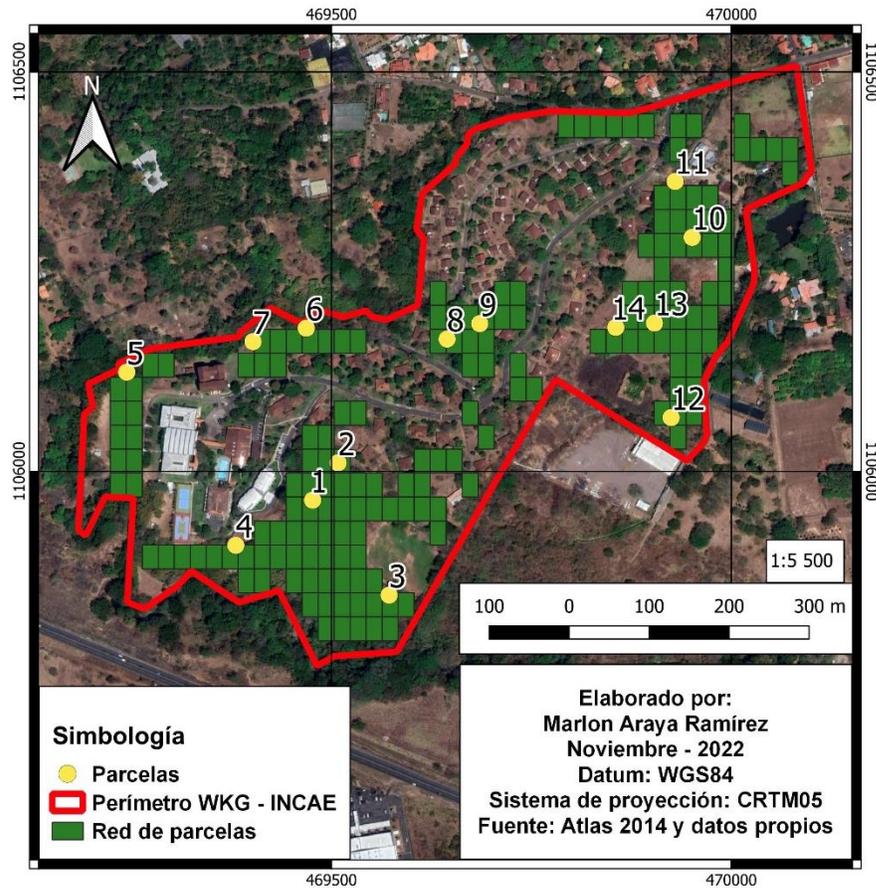


Figura 2. Red de celdas y parcelas seleccionadas para el inventario del componente arbóreo del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las parcelas se registró el diámetro medido a 1,30 m del suelo (diámetro a la altura de pecho-dap) de todos los individuos con un dap mayor a 10 cm, se midió la altura con un clinómetro Suunto PM-5 y se identificó la especie. En el caso de las especies que no se lograron identificar en campo, se tomaron muestras para una identificación posterior con apoyo de especialistas. En la Figura 3, se presenta el diagrama de la conformación de una parcela, el criterio utilizado para la selección de los individuos que se consideraron en el muestreo y el punto en el que se tomaron las coordenadas.

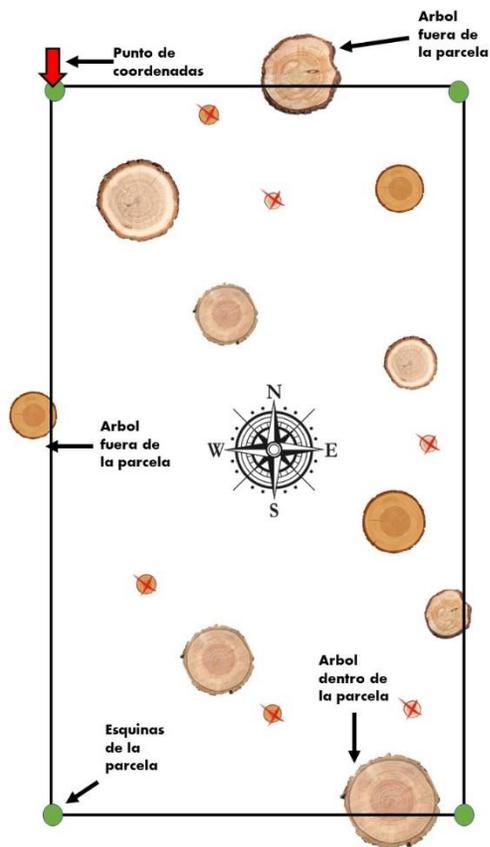


Figura 3. Diagrama de la conformación de una parcela y sus características en el inventario de vegetación arbórea. Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Mamíferos terrestres

El muestreo del componente fauna se realizó por medio de dos técnicas de recolección de datos, para aumentar las posibilidades de observación de los mamíferos terrestres. Se utilizaron transectos no lineales de ancho variable y cámaras trampa para la observación de individuos y el registro de indicios.

Transectos no lineales de ancho variable

Se empleó la metodología de transectos no lineales de ancho variable, con trayectos máximos de 2,5 km de longitud. Se ubicó un total de cuatro transectos en el campus, los cuales fueron recorridos caminando una vez al día por tres días a la semana, durante los tres meses de estudio. El Transecto 1 tenía una longitud de 2140 m, el Transecto 2 de 1100 m, el Transecto 3 de 400 m y el Transecto 4 de 500 m. Los transectos fueron recorridos de 7:00 am a 12:00 md y de 1:00 pm a 5:00 pm con una duración promedio de 2,15 horas. El esfuerzo de muestreo total en los transectos ubicados en el campus fue de 119,58 horas acumuladas y una distancia de 169,74 km recorridos.

En los recorridos se registraron avistamientos directos de los animales y avistamientos indirectos por medio de indicios como huellas, excretas, llamadas, entre otros. Los Anexos 1 y 2 muestran los formularios de campo con las variables anotadas para cada tipo de avistamiento. Con una regla graduada en centímetros se midió el largo y el ancho de las huellas, excretas e indicios encontrados para la determinación de las especies. Por medio de la Guía de mamíferos de Costa Rica (Carrillo et al, 2002) y la guía The Mammals of Costa Rica (Wainwright, 2007) se identificó cada especie registrada en los avistamientos. Con las guías también se definió el hábito alimenticio y el peso corporal. La Figura 4 muestra los transectos del muestreo de mamíferos en el campus WKG.

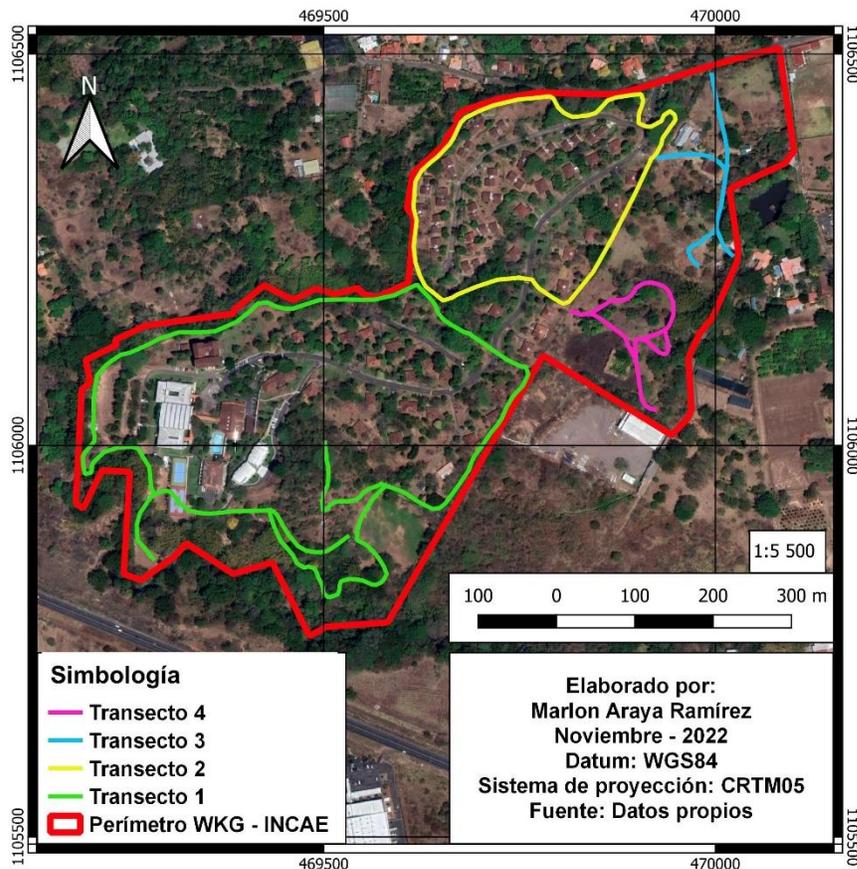


Figura 4. Ubicación de los transectos utilizados en el estudio de la fauna en el WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Cámaras trampa (fototrampeo)

Se colocaron dos cámaras trampa marca Bushnell (Trophy Cam HD Aggressor, 14 Mega Pixeles, 1080p HD Video), para el registro de fotografías y videos de los mamíferos terrestres en el área de estudio. Las cámaras se ubicaron en los transectos y se reubicaron cada 22 días, con la finalidad de cubrir cuatro ubicaciones diferentes por cámara tal como lo muestra la Figura 5. La descarga de los datos se realizó cada 15 días.

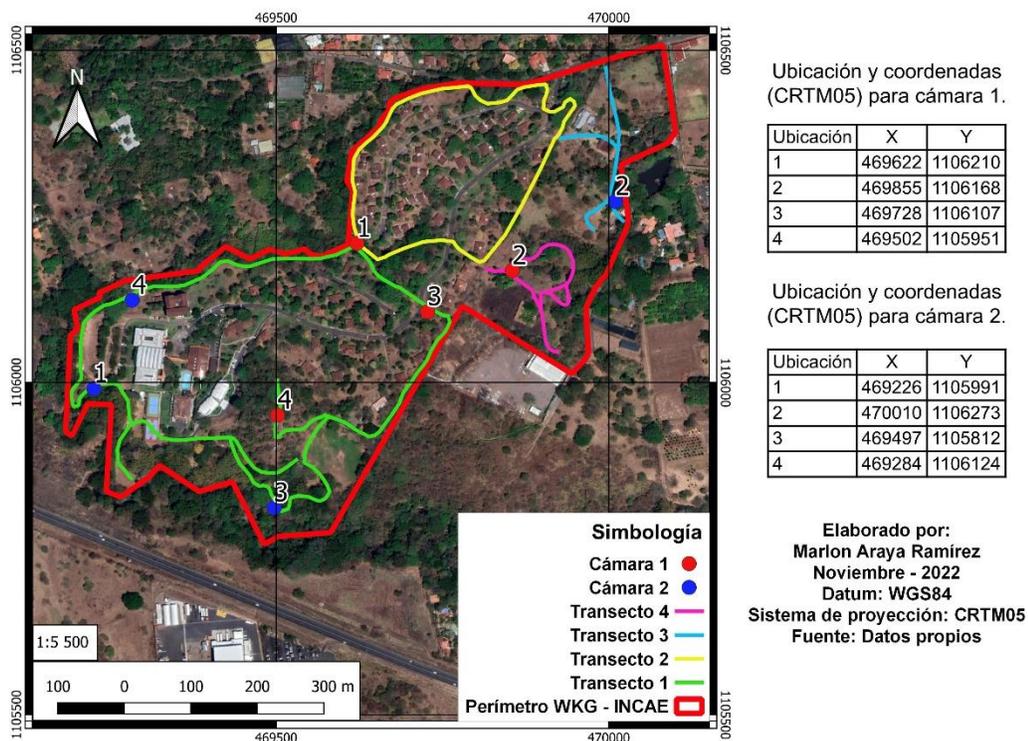


Figura 5. Ubicación de las cámaras trampa y sus coordenadas en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Las cámaras se colocaron a una altura de un metro sobre la base de un árbol y se fijaron con cadena galvanizada y candado (Figura 6). Para la ubicación se siguieron las recomendaciones de Hurtado & Soto (2017), teniendo en cuenta la posibilidad de avistamientos en espacios que mostraran indicios de aparición de animales o lugares ya conocidos con actividad de fauna. Las coordenadas geográficas de las cámaras trampa se registraron con un GPS Garmin Map64X. El esfuerzo de muestreo total de las cámaras en los cuatro transectos del campus fue de 2328 horas y las variables de medición para los avistamientos se encuentran en los formularios del Anexo 3.



Figura 6. Colocación de las cámaras trampa en los transectos del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Propuesta de interpretación

La recolección de la información necesaria para formular la propuesta de interpretación ambiental se realizó siguiendo cinco etapas.

Primera etapa: a partir de la visión y los objetivos del departamento de Gestión ambiental del INCAE respecto a sus alcances en la institución, se elaboró una lista de los elementos que el instituto tuviera interés de recalcar y transmitir a la población meta.

Segunda etapa: con base en los resultados y el análisis de la información obtenida del muestreo de los componentes de flora y fauna, se identificaron las principales especies arbóreas y de mamíferos terrestres presentes en el campus. Además, se realizó un recorrido diagnóstico en el cual se evaluó el potencial de ciertas áreas del campus

basado en la metodología usada por Castro (2019). Esta metodología se basó en una descripción breve del elemento y los aspectos de singularidad, valor biológico o cultural, representatividad didáctica, atractivo y coherencia temática para evaluar en un rango de 1 a 3 puntos el potencial interpretativo. A partir de ello se generó un listado de condiciones y especies relevantes en el área de estudio.

Tercera etapa: con base en el listado generado en la etapa anterior, se seleccionó un grupo específico de especies y características focales a ser incluidas en la propuesta de interpretación. Así mismo, se definió el público meta, el tema y la modalidad de la interpretación ambiental del campus.

Cuarta etapa: se elaboró una propuesta de senderos con estaciones educativas, que formara parte del recorrido interpretado del campus, con la información y características particulares de cada una de las especies y elementos focales de interés para transmitir a los visitantes. Se incluyó una propuesta de diseño para la rotulación, con carteles educativos para transferir la información de los elementos clave de acuerdo con el tema de la interpretación, incorporando códigos QR, imágenes, simbología, entre otros.

Quinta etapa: una vez formulada la propuesta de interpretación ambiental con todas sus partes, se procedió a realizar una validación para lograr adaptar la propuesta a la realidad y a los alcances del Instituto. Se realizaron dos reuniones con personal de diferentes departamentos administrativos del INCAE. En las reuniones se presentó la propuesta de interpretación para que los participantes la analizaran desde el punto de vista de sus funciones en el departamento que laboran. Luego, en un espacio de discusión se realizaron las observaciones, las cuales fueron consideradas y posteriormente aplicadas a la propuesta de interpretación.

2.3 Análisis de los datos

Para el análisis del componente arbóreo y la mastofauna presente en el campus WKG del INCAE se determinó la estadística descriptiva, tres índices de diversidad (Shannon-Weinner, Simpson y Margalef), el índice de equitatividad de Pielou, tres índices de similitud (Sorensen, Jaccard y Morisita) y para la vegetación se aplicó el índice de valor de importancia (IVI) que indica la dominancia, abundancia y frecuencia de cada especie para el área de estudio.

2.3.1 Vegetación arbórea

Estadística descriptiva: para la vegetación se calculó según los datos el número de especies tanto en las parcelas como en el sitio, la cantidad de individuos por parcela y se determinó el área basimétrica para cada individuo y el área basal para cada una de las especies encontradas en el área de estudio.

Índice de valor de importancia (IVI): se calculó el IVI de la vegetación y se determinó la dominancia, la abundancia y la frecuencia de cada una de las especies. Además, se identificaron las especies más importantes para el sitio.

Índices de biodiversidad: se estimaron los índices de diversidad de Shannon-Weinner, Simpson y Margalef para las parcelas con el objetivo de analizar la diversidad biológica. A partir de los valores de las parcelas se obtuvo la media que correspondería al valor global para el campus, también se calculó el intervalo de confianza según la variación estándar para los tres índices de diversidad calculado. Por otro lado, se determinó el índice de equidad de Pielou, para conocer la equitatividad en cuanto a la abundancia de las especies encontradas en las parcelas. Así mismo se obtuvo la media para el valor global del campus y el intervalo de confianza correspondiente.

Índices de similitud: con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en cuanto a especies encontradas en los transectos se determinó la relación entre las parcelas y

su ubicación con los transectos. Posteriormente, se aplicaron los índices de similitud de Sorensen, Jaccard y Morisita.

2.3.2 Mamíferos terrestres

Estadística descriptiva: se determinó el número de especies y el número de avistamientos por especie en cada uno de los transectos y para la totalidad del campus según hábito alimenticio y peso corporal.

Índices de biodiversidad: se estimaron los índices de diversidad de Shannon-Weinner, Simpson y Margalef para los transectos con el objetivo de analizar la diversidad biológica. A partir de los valores de las parcelas se obtuvo la media que correspondería al valor global para el campus y el intervalo de confianza según los valores obtenidos para los tres índices de diversidad calculados. De igual manera, se determinó el índice de equidad de Pielou, para conocer la equitatividad en cuanto a la abundancia de las especies encontradas en los transectos. Además de obtener los valores globales para el campus y el intervalo de confianza correspondiente.

Índices de similitud: para poder comparar la similitud entre las especies encontradas en cada uno de los transectos y el campus, se aplicaron los índices de similitud de Sorensen, Jaccard y Morisita.

3. RESULTADOS

3.1 Vegetación arbórea

A partir de los datos de campo obtenidos en las parcelas se obtuvo un total de 39 especies de árboles para el campus WKG del INCAE (Cuadro 1). La especie que presentó el mayor número de individuos (N) fue *Miconia argentea* con 22 registros y un total de área basal de 1,0985 m². Por su parte la especie que presentó la mayor área basimétrica fue *Erythrina fusca* con 1,6972 m², aunque esta solo presentó un individuo en toda la muestra. Por otro lado, se destacó la presencia de ocho especies frutales *Annona muricata*, *Artocarpus heterophyllus*, *Byrsonima crassifolia*, *Citrus reticulata*, *Cocos nucifera*, *Mangifera indica*, *Persea americana* y *Spondias purpurea*.

Cuadro 1. Estadística descriptiva para la vegetación arbórea encontrada en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Nombre Científico	Nombre común	N	N / ha	G (m ²) / ha	G (m ²)	dap (cm)	h (m)
<i>Acnistus arborescens</i>	Guitite	7	116,6667	1,7979	0,1079	13,8357	6,0714
<i>Anacardium excelsum</i>	Espavel	2	33,3333	0,7679	0,0461	16,7000	8,2500
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	1	16,6667	1,2418	0,0745	30,8000	11,5000
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Yaca	1	16,6667	1,3911	0,0835	32,6000	18,0000
<i>Astronium graveolens</i>	Ron Ron	1	16,6667	0,4432	0,0266	18,4000	10,0000
<i>Bunchosia nitida</i>	Ciruella	1	16,6667	0,1443	0,0087	10,5000	6,0000
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	11	183,3333	6,9837	0,4190	21,3212	8,0091
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	15	250,0000	7,3777	0,4427	18,4533	10,0600
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	1	16,6667	8,1694	0,4902	79,0000	26,5000
<i>Cestrum sp</i>	-	3	50,0000	0,4843	0,0291	11,1000	4,3333
<i>Cinnamomum sp</i>	-	3	50,0000	2,0207	0,1212	22,4500	8,0000
<i>Citrus reticulata</i>	Limón mandarina	1	16,6667	0,1749	0,0105	11,5600	5,5000
<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	1	16,6667	0,9402	0,0564	26,8000	17,0000
<i>Cojoba arborea</i>	Lorito	2	33,3333	1,8267	0,1096	26,2500	12,5000
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel blanco	10	166,6667	5,8518	0,3511	19,9450	11,2500
<i>Cordia eriostigma</i>	Laurel muñeco	4	66,6667	1,6159	0,0970	16,9500	8,0000
<i>Cupania guatemalensis</i>	Coterré	3	50,0000	1,1343	0,0681	16,7222	8,1667
<i>Diphysa americana</i>	Guachipelín	1	16,6667	0,2013	0,0121	12,4000	15,5000
<i>Dyopsis decaryi</i>	Palmera Triangular	2	33,3333	3,4953	0,2097	36,4500	4,7500

Cuadro 1. Continuación.

Nombre Científico	Nombre común	N	N / ha	G (m ²) / ha	G (m ²)	dap (cm)	h (m)
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	4	66,6667	15,3015	0,9181	47,8125	15,0500
<i>Erythrina fusca</i>	Poró	1	16,6667	28,2861	1,6972	147,0000	22,0000
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Poró Gigante	1	16,6667	2,8365	0,1702	46,5500	13,0000
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	2	33,3333	3,7772	0,2266	37,3750	16,2500
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	18	300,0000	24,5972	1,4758	28,7702	11,3889
<i>Handroanthus ochraceus</i>	Cortez Amarillo	3	50,0000	3,4997	0,2100	26,3000	8,8333
<i>Hura crepitans</i>	Jabillo	4	66,6667	3,8404	0,2304	26,1010	9,0000
<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	7	116,6667	18,6060	1,1164	44,2286	15,0714
<i>Lonchocarpus felipei</i>	Come negro	5	83,3333	4,5070	0,2704	21,3000	10,9000
<i>Luehea speciosa</i>	Algodoncillo	14	233,3333	17,1744	1,0305	26,8000	9,5357
<i>Machaerium biovulatum</i>	Sietecueros	4	66,6667	0,6715	0,0403	11,3000	9,5000
<i>Mangifera indica</i>	Mango	7	116,6667	17,6113	1,0567	37,8952	8,5714
<i>Miconia argentea</i>	Cedro María	22	366,6667	18,3086	1,0985	22,8273	8,3636
<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	1	16,6667	0,5718	0,0343	20,9000	9,5000
<i>Myrsine pellucido-punctata</i>	Cucharó	9	150,0000	5,6544	0,3393	20,6000	11,0000
<i>Persea americana</i>	Aguacate	1	16,6667	0,7415	0,0445	23,8000	9,0000
<i>Sapium glandulosum</i>	Yoss	7	116,6667	6,6315	0,3979	24,8548	15,2286
<i>Schizolobium parahyba</i>	Gallinazo	2	33,3333	16,9780	1,0187	69,7500	22,5000
<i>Spondias purpurea</i>	Jocote	1	16,6667	2,6743	0,1605	45,2000	12,0000
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble Sabana	5	83,3333	4,6312	0,2779	26,1433	14,5000

Simbología: (N) Número de individuos, (N/ha) Número de individuos por hectárea, (G) Área basal, (g) Área basimétrica, (dap) Diámetro promedio a la altura de pecho, (h) altura promedio. Fuente: datos de campo.

El Cuadro 2 muestra los valores del índice de valor de importancia para las 13 especies más importantes para el sitio, destacándose las especies *Guazuma ulmifolia* y *Miconia argentea* con los primeros dos lugares en orden de importancia con 25,7 % y 24,1% respectivamente. Así mismo, los resultados mostraron que estas 13 especies abarcan un 201% del 300% posible para el sitio y esto representa un 67% de la totalidad del IVI. Por otro lado, las restantes 26 representan menos del 99% restante del IVI, siendo la especie *Bunchosia nítida* la que presentó el menor porcentaje con 1,81% (Anexo 4).

Cuadro 2. Índice de valor de importancia para las 13 especies más importantes del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Especie	Dominancia		Abundancia		Frecuencia		IVI (300%)
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,4758	10,1239	18	9,5745	5	6,0976	25,7959
<i>Miconia argentea</i>	1,0985	7,5356	22	11,7021	4	4,8780	24,1157
<i>Cecropia peltata</i>	0,4427	3,0366	15	7,9787	7	8,5366	19,5519
<i>Luehea speciosa</i>	1,0305	7,0688	14	7,4468	3	3,6585	18,1741
<i>Hymenaea courbaril</i>	1,1164	7,6580	7	3,7234	3	3,6585	15,0399
<i>Mangifera indica</i>	1,0567	7,2486	7	3,7234	3	3,6585	14,6305
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0,4190	2,8744	11	5,8511	4	4,8780	13,6035
<i>Erythrina fusca</i>	1,6972	11,6422	1	0,5319	1	1,2195	13,3936
<i>Cordia alliodora</i>	0,3511	2,4085	10	5,3191	4	4,8780	12,6057
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,9181	6,2979	4	2,1277	3	3,6585	12,0841
<i>Sapium glandulosum</i>	0,3979	2,7294	7	3,7234	4	4,8780	11,3309
<i>Myrsine pellucido-punctata</i>	0,3393	2,3273	9	4,7872	3	3,6585	10,7731
<i>Schizolobium parahyba</i>	1,0187	6,9879	2	1,0638	2	2,4390	10,4908
Total	11,3617	77,9389	127	67,5532	46	56,0976	201,5896

Fuente: datos de campo.

Con respecto a los índices de diversidad (Cuadro 3), cabe resaltar el caso de la parcela 10, donde sólo se encontró una especie en la muestra por lo que el valor representado en el cuadro indica cero diversidad y cero equitatividad.

Cuadro 3. Índices de biodiversidad y equitatividad de las parcelas establecidas en el INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Parcela	Biodiversidad			Equitatividad	Riqueza de especies
	Shannon	Simpson	Margalef	Pielou	
1	1,6456	0,7603	1,7160	0,8456	7
2	1,5555	0,7627	1,5171	0,8681	6
3	1,0357	0,5578	0,9854	0,7471	4
4	1,9521	0,8235	2,8236	0,8884	9
5	1,0397	0,6250	1,4427	0,9464	3
6	1,6094	0,8000	2,4853	1,0000	5
7	1,2770	0,6939	1,5417	0,9212	4
8	2,2430	0,8673	3,7892	0,9354	11
9	2,0836	0,8512	2,9116	0,9049	10
10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1
11	0,6931	0,5000	1,4427	1,0000	2
12	2,0262	0,8444	2,9542	0,9222	9
13	2,1383	0,8750	3,2194	0,9732	9
14	0,4506	0,2778	0,5581	0,6500	2

Fuente: datos de campo.

Los resultados sugieren que la parcela ocho presenta el mayor valor para los tres índices de diversidad, pero con un valor en el índice de equitatividad de 0,93 que no fue el más alto, siendo estos valores más altos en las parcelas 6 y 11, lo que indicaría que las especies se encuentran igualmente distribuidas. En cuanto a la riqueza de especies la parcela que presentó el mayor valor fue la parcela 8, mientras que la riqueza total para el campus es de 39 especies. Por su parte, el Cuadro 4 muestra los valores de la estadística inferencial realizada para obtener el valor de los índices de biodiversidad para la totalidad del campus WKG.

Cuadro 4. Estadística inferencial para los índices de biodiversidad y equitatividad para las parcelas de vegetación arbórea del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Campus	Variables	Biodiversidad			Equitatividad
		Shannon	Simpson	Margalef	Pielou
Walter Kissling Gam	Media	1,4107	0,6599	1,9562	0,8288
	Desviación estándar	0,6898	0,2552	1,0944	0,2570
	Nivel de confianza	95%	95%	95%	95%
	Tamaño población	14	14	14	14
	Intervalo de confianza	0,3983	0,1474	0,6319	0,1484
	Límite inferior	1,0124	0,5126	1,3243	0,6804
	Límite superior	1,8090	0,8073	2,5881	0,9771

Fuente: datos de campo.

En el Cuadro 4 se observa que los índices de Shannon, Simpson y Margalef sugieren que el campus WKG presentó una diversidad media-baja, mientras que el índice de Pielou, que muestra la equitatividad de las especies, resultó en 0,82 lo que corresponde a una distribución de especies abundantes. Para comprender la relación entre la ubicación de las parcelas y los transectos, el Cuadro 5 muestra la distribución de las parcelas por transecto en la zona de estudio.

Cuadro 5. Distribución de las parcelas con respecto a los transectos analizados en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

	Transecto				Total
	1	2	3	4	
Parcelas	1-2-3-4-5-6-7	8-9	10-11	12-13-14	14
Total	7	2	2	3	

Fuente: datos de campo.

Los resultados sugieren que el transecto que tiene más parcelas en su área es el transecto 1 con un total de siete que representa un 50% de las 14 parcelas establecidas en el campus del INCAE. Seguidamente el transecto 4 es el que tiene tres parcelas que representa aproximadamente 21% y el restante 29 % lo comparten

los transectos 2 y 3 con dos parcelas ambos; no obstante, se debe recalcar que el transecto 2 alberga la parcela más diversa, mientras que el transecto 3 contiene la parcela 10 que solo posee una especie por lo que su diversidad es nula.

Para comprender la similitud entre los transectos en los que se ubicaban las parcelas se presenta el Cuadro 6, con los valores estimados para los índices de Sorensen, Jaccard y Morisita sobre la similitud de especies entre transectos.

Cuadro 6. Índices de similitud entre las especies y los transectos establecidos en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Transecto	Índices		
	Sorensen	Jaccard	Morisita
T1 y T2	46,15	30,00	0,35
T1 y T3	0,00	0,00	0,00
T1 y T4	36,84	22,58	0,22
T2 y T3	0,00	0,00	0,00
T2 y T4	36,36	22,22	0,23
T3 y T4	0,00	0,00	0,00

Fuente: datos de campo.

En el cuadro anterior se puede observar que los transectos que tienen mayor similitud de especies son el 1 y 2 que son los que abarcan un total de nueve parcelas mientras que los valores que dan cero sugieren que no existe similitud entre las especies que se encontraron en los transectos comparados.

3.2 Mamíferos terrestres

Los datos que se obtuvieron para el campus WKG se enfocaron en mamíferos terrestres silvestres (Cuadro 7); no obstante, se logró detectar dos especies de mamíferos domésticos, *Canis-lupus familiaris* (perro) y el *Felis catus* (gato). Los indicios de animales domésticos no se analizaron, debido a que no correspondían al

grupo de estudio; sin embargo, se consideró importante rescatar que se registraron siete avistamientos para el perro y diez avistamientos para el gato.

El transecto que presentó la mayor cantidad de avistamientos fue el Transecto 1 con un total de 242 avistamientos, de ellos 206 fueron avistamientos indirectos. Por su parte, el transecto con la menor cantidad de avistamientos fue el Transecto 4 con solo nueve avistamientos indirectos.

Cuadro 7. Número y tipo de avistamientos por especie en los transectos establecidos en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Especie	T1			T2			T3			T4		
	Avistamientos			Avistamientos			Avistamientos			Avistamientos		
	D	I	T	D	I	T	D	I	T	D	I	T
<i>Canis latrans</i> (1)	-	36	36	-	19	19	-	27	27	-	5	5
<i>Dasyprocta punctata</i> (2)	-	17	17	4	56	60	-	1	1	-	1	1
<i>Dasypus novemcinctus</i> (3)	2	101	103	-	56	56	-	-	0	-	2	2
<i>Didelphis marsupialis</i> (4)	-	-	0	-	1	1	-	-	0	-	-	0
<i>Eira barbara</i> (5)	1	-	1	-	-	0	-	-	0	-	-	0
<i>Procyon lotor</i> (6)	-	52	52	-	27	27	-	-	0	-	1	1
<i>Sciurus variegatoides</i> (7)	33	-	33	15	-	15	-	-	0	-	-	0
Total	36	206	242	19	159	178	0	28	28	0	9	9
Total general	457											

Nomenclatura: Avistamientos: (D) Directos, (I) Indirectos y (T) Totales. Nombre común: (1) Coyote, (2) Guatusa, (3) Armadillo, (4) Zorro pelón, (5) Tolomuco, (6) Mapache y (7) Ardilla. Fuente: datos de campo.

En el campus se registraron 457 avistamientos en total y la especie *Dasypus novemcinctus* fue la que presentó la mayor cantidad de avistamientos (161 en total, de los cuales 159 fueron indirectos). Por otro lado, dos especies fueron registradas una única vez, *Didelphis marsupialis* y *Eira barbara* con un avistamiento indirecto y un avistamiento directo respectivamente. El Cuadro 8 presenta el tipo de avistamiento por especies y los valores totales para el campus, según gremio trófico y peso corporal.

Cuadro 8. Número y tipo de avistamientos por especie según gremio trófico y peso corporal para el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Especie	Nombre común	Avistamientos		
		Directos	Indirectos	Total
<i>Canis latrans</i>	Coyote (C - 3)	-	87	87
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa (F - 2)	4	75	79
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo (I - 2)	2	159	161
<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro pelón (O - 2)	-	1	1
<i>Eira barbara</i>	Tolomuco (F - 3)	1	-	1
<i>Procyon lotor</i>	Mapache (O - 2)	-	80	80
<i>Sciurus variegatoides</i>	Ardilla (F - 1)	48	-	48
Total de observaciones		55	402	457

Nomenclatura: Gremio trófico: (F) Frugívoro, (O) Omnívoro, (I) Insectívoro, (C) Carnívoro. Peso corporal: (1) <1 kg, (2) 1 kg - 5 kg, (3) >5 kg. Fuente: datos de campo.

Los datos señalaron a la especie *Canis latrans* como único carnívoro y a *Dasyopus novemcinctus* como insectívoro. Así mismo, *Sciurus variegatoides* se ubicó como único mamífero en el rango de peso corporal menor a 1 kg. En el rango de peso superior a 5 kg se ubicaron *Canis latrans* y *Eira barbara* y en el rango entre 1 kg y 5 kg se agrupó la mayor cantidad de especies (*Dasyprocta punctata*, *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis* y *Procyon lotor*). A partir de la clasificación de gremio trófico se obtuvo la distribución de especies en los transectos, tal como lo indica la Figura 7.

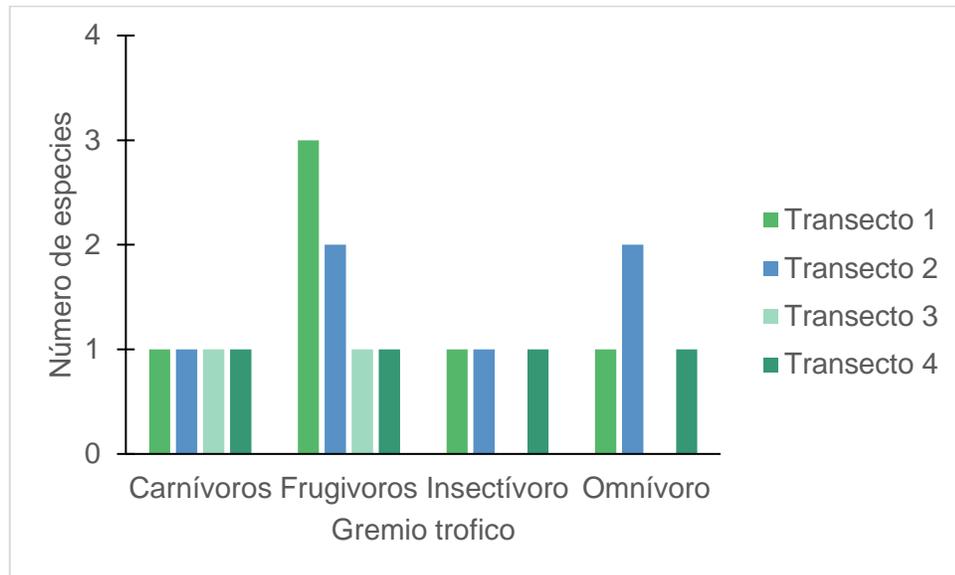


Figura 7. Número de especies de mamíferos terrestres, según el gremio trófico en los transectos del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: datos de campo.

Los resultados mostraron que los transectos 1, 2 y 4 presentan todos los gremios tróficos en mayor o menor medida, mientras que el transecto 3 solo presentó especies carnívoras y frugívoras. Por otro lado, el gremio que presentó una mayor cantidad de especies fue el de los frugívoros, siendo que en el transecto 1 se tuvo el mayor número con tres especies, seguidamente el gremio omnívoro fue el segundo con mayor cantidad de especies registradas.

De la misma manera, se obtuvo la distribución de las especies por peso corporal tal como se muestra en la Figura 8.

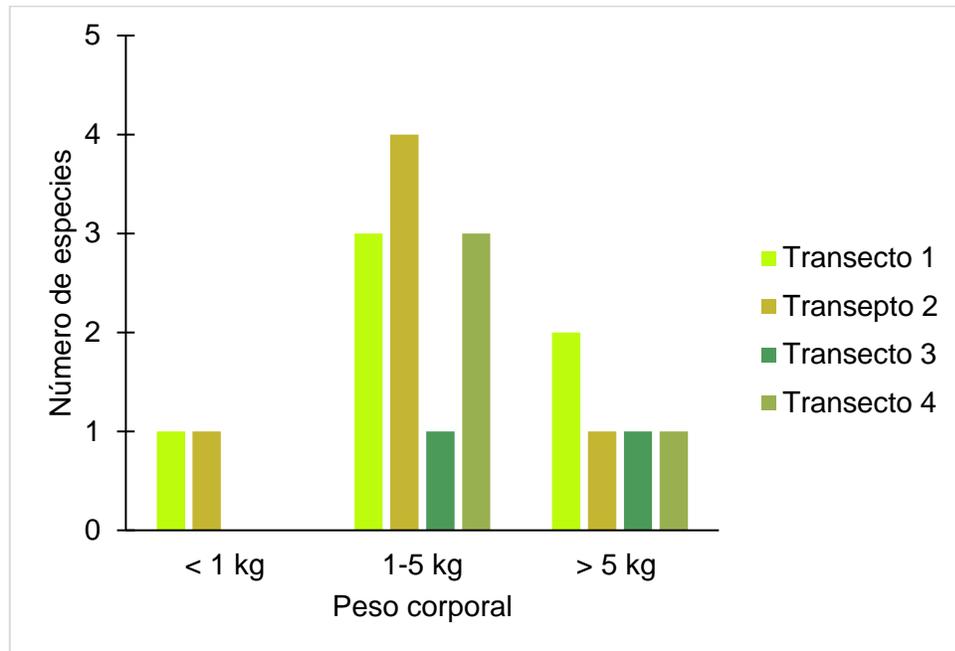


Figura 8. Número de especies de mamíferos terrestres, según el peso corporal en los transectos del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: datos de campo.

Los resultados señalan que el transecto 2 fue el que presentó el mayor número de especies, cuatro para el rango de peso corporal de 1 kg a 5 kg, siendo este rango el que agrupó el mayor número de especies registradas a lo largo del campus. Por el contrario, el rango menor a 1 kg solo registró una especie (*Sciurus variegatoides*) y solo se presentó en los transectos 1 y 2. Estos transectos presentaron especies en todos los rangos de peso corporal.

A partir de los avistamientos registrados para cada uno de los transectos, se estimaron los índices de diversidad, equitatividad y riqueza de especies tal como se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Índices de diversidad, equitatividad y riqueza de especies para los transectos de muestreo de mamíferos en el campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Transecto	Diversidad			Equitatividad	Riqueza de especies
	Shannon	Simpson	Margalef	Pielou	
T1	1,4584	0,7270	1,0931	0,7495	6
T2	1,4928	0,7459	1,1579	0,7672	6
T3	0,1541	0,0689	1,8006	0,0792	2
T4	1,1491	0,6173	2,7307	0,5905	4

Fuente: datos de campo.

Los índices de diversidad para los transectos 1 y 2 mostraron valores muy similares y el índice de equitatividad mostró que las especies en estos transectos se distribuyeron relativamente equitativos. Sin embargo, el transecto 4 mostró valores cercanos de diversidad, pero en el índice de Margalef su valor fue superior, lo que indicaría que para este transecto la diversidad fue superior en esa muestra. No obstante, a rasgos generales los índices de diversidad para los cuatro transectos se consideran bajos sugiriendo baja diversidad, principalmente en el transecto 3. Por otro lado, los transectos que presentaron una mayor riqueza de especies fueron el 1 y el 2 con seis especies, mientras que la riqueza de especies para el campus fue de siete especies.

En cuanto a la diversidad obtenida para el campus, los resultados obtenidos a partir de la media de los transectos mostraron que los valores fueron bajos con respecto a los valores promedio para cada uno de los índices utilizados. Los resultados sugieren una baja diversidad en el campus (Cuadro 10).

Cuadro 10. Estadística inferencial para los índices de biodiversidad y equitatividad de mamíferos del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Campus	Variables	Biodiversidad			Equitatividad
		Shannon	Simpson	Margalef	Pielou
Walter Kissling Gam	Media	1,0636	0,5398	1,6956	0,5466
	Desviación estándar	0,6257	0,3190	0,7604	0,3216
	Nivel de confianza	95%	95%	95%	95%
	Tamaño población	4	4	4	4
	Intervalo de confianza	0,9957	0,5076	1,2100	0,5117
	Límite inferior	0,0679	0,0322	0,4856	0,0349
	Límite superior	2,0593	1,0474	2,9055	1,0583

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al índice de equitatividad, se obtuvo un valor de 0,54 lo que sugiere que la distribución de especies fue medianamente equitativa. Para comprender la similitud entre los transectos evaluados, se obtuvieron los valores para los índices de similitud donde destaca la similitud entre el transecto 1 y 2 tal como lo muestra el Cuadro 11, donde esta comparación corresponde al mayor grado de similitud entre transectos.

Cuadro 11. Índices de similitud entre los transectos del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Transecto	Índices		
	Sorensen	Jaccard	Morisita
T1 y T2	83,3333	71,4286	0,8254
T1 y T3	50,0000	33,3333	0,2424
T1 y T4	80,0000	66,6667	0,6372
T2 y T3	50,0000	33,3333	0,1940
T2 y T4	80,0000	66,6667	0,5763
T3 y T4	66,6667	50,0000	0,8215

Fuente: datos de campo.

La similitud entre los transectos 1 y 2 al transecto 3 mostraron los valores más bajos, pero de igual forma las comparaciones realizadas entre todos los transectos mostraron

un porcentaje de similitud de Sorensen mayor al 50%, lo que sugiere una similitud general media para el campus WKG.

3.3 Propuesta de interpretación

Primera etapa

El objetivo principal por seguir en el INCAE, se basa en demostrar el aporte de las áreas verdes que se encuentran bajo el control de la institución en la conservación de las especies. Por su parte, la visión, se enfoca en que la población que es influenciada por las áreas verdes del campus comprenda el esfuerzo que se realiza al conservar estas áreas, con la finalidad de mantener un equilibrio entre el desarrollo y los recursos naturales. Entre los principales elementos que el INCAE pretende recalcar se encuentran: la fauna, la vegetación, la relación entre estos elementos, así como los requerimientos para conservar el sitio en un estado saludable y demostrar los beneficios de preservar estos espacios.

Segunda etapa

Con base en el análisis de la información realizado en los componentes de flora y fauna, se identificó la importancia de enseñar en la propuesta de interpretación las especies de mamíferos encontradas en el campus. Sin embargo, se dio prioridad seleccionando a una especie por gremio trófico y posteriormente a las especies restantes. En cuanto a la vegetación se determinó que las especies que formaron una gran parte de la composición florística del lugar serían las seleccionadas para ser incluidas en la propuesta, dando prioridad a resaltar características como abundancia, papel ecológico en la alimentación o refugio para la fauna y la importancia cultural o comportamientos singulares. En el Cuadro 12 se muestra el listado de elementos

prioritarios a destacar en función de lo que se encontró en el campus y como la iniciativa pretende colaborar en la preservación del ecosistema.

Cuadro 12. Lista de principales elementos a destacar en la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

Flora		
Nombre científico	Característica	Prioridad
<i>Guazuma ulmifolia</i> (1)	Especie con mayor IVI	1
<i>Miconia argentea</i> (2)	Segunda especie con mayor IVI	2
<i>Cecropia peltata</i> (3)	Tercer especie con mayor IVI y alimento de fauna	2
<i>Mangifera indica</i> (4)	Especie frutal, especies con alto IVI	2
<i>Byrsonima crassifolia</i> (5)	Especie frutal y alto IVI	2
<i>Hymenaea courbaril</i> (6)	Especie maderable con alto IVI	2
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (7)	Especie con alto IVI e importancia cultural	1
Fauna		
Nombre científico	Característica	Prioridad
<i>Canis Latrans</i> (8)	Altos avistamientos e interés por el INCAE, habito carnívoro	1
<i>Dasyprocta punctata</i> (9)	Importante dispersor de semillas, habito frugívoro, facilidad de avistamiento directo	1
<i>Dasytus novemcinctus</i> (10)	Controlador de invertebrados, habito insectívoro, altos avistamientos	2
<i>Eira barbara</i> (11)	Especie rara de ver, capacidad de adaptación, nicho ecológico en los ríos, habito frugívoro	1
<i>Procyon lotor</i> (12)	Habito omnívoro, facilidad de adaptación al ambiente urbano	2
<i>Didelphis marsupialis</i> (13)	Habito Nocturno y omnívoro	2
<i>Sciurus variegatoides</i> (14)	Facilidad de avistamiento presencial, habito frugívoro	2

Simbología: (1) Guacimo, (2) Cedro maría, (3) Guarumo, (4) Mango (5) Nance, (6) Guapinol, (7) Guanacaste, (8) Coyote, (9) Guatusa, (10) Armadillo, (11) Tolomuco, (12) Mapache, (13) Zorro pelón, (14) Ardilla. Fuente: datos de campo.

Seguidamente, se realizó el recorrido diagnóstico para evaluar los sitios con mayor potencial y su relación con los elementos prioritarios a destacar y cómo estos colaboran en la visión de educación ambiental de la institución. El recorrido diagnóstico determinó que, de los cuatro transectos, el sector donde se ubican las actividades recreativas del campus (transecto 1), corresponde con el que presentó mejores condiciones para la implementación de la propuesta de interpretación ambiental. En este sector se realizó la evaluación del potencial de los puntos con aptitud interpretativa, los resultados de la valoración en muestran en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Valoración de los puntos para el establecimiento de las estaciones educativas para la propuesta de interpretación ambiental del campus WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica.

N°	Descripción breve de elemento	S	V B/C	R	A	C	Total
1	Se trata sobre el inicio de la actividad y la importancia de esta	1	3	2	2	3	11
2	El coyote e importancia sobre la zona urbana (autopista)	2	2	3	3	3	13
3	La guatusa y su función ecológica	2	2	2	2	3	11
4	El árbol de guanacaste y su importancia	1	2	3	2	3	11
5	El guácimo blanco y su abundancia en el sitio	1	1	3	2	3	10
6	El papel de los árboles frutales en la dieta de la fauna (mango, nance y guarumo)	2	2	2	1	3	10
7	Relación de conectividad boscosa con los ríos y el toluuco	2	2	3	2	3	12
8	La <i>Miconia argentea</i> su función y abundancia	1	2	1	1	2	7
9	El armadillo su función y comportamiento	1	2	1	1	2	7
10	Cierre de relación boscosa y la fauna + fin de actividad	1	3	2	2	3	11

Simbología: (N°) Número de elemento, (S) Singularidad, (V B/C) Valor biológico o cultural, (R) Representatividad didáctica, (A) Atractivo, (C) Coherencia temática. Escala de Valoración: (1) Baja, (2) Media y (3) Alta. Fuente: datos de campo.

Según lo mostrado en el cuadro anterior se obtuvo que solo diez puntos tenían potencial interpretativo que se pudiera integrar con uno o más elementos de la lista de componentes de flora y fauna. Además, se definió que los puntos con un valor mayor a 10 serían los seleccionados para ser incorporados en la propuesta de interpretación ambiental, esto determinó que de los diez puntos evaluados solo ocho fueron los elegidos para la propuesta.

Tercera etapa

Con la información recolecta en los pasos anteriores y la observación de campo se seleccionaron ocho puntos con potencial interpretativo, en los que se definieron las estaciones educativas. Seguidamente se determinó que en el sector de actividades recreativas el sendero de la propuesta de interpretación tendrá una longitud de 700 m. Este sitio se ubica al sureste del INCAE, cerca del área conocida como centro de cuerdas (Figura 9). A lo largo de este espacio se encontró un gran potencial debido a la accesibilidad al agua potable, disponibilidad de servicios sanitarios, presencia de caminos previos y existencia de infraestructura tanto recreativa como de resguardo.

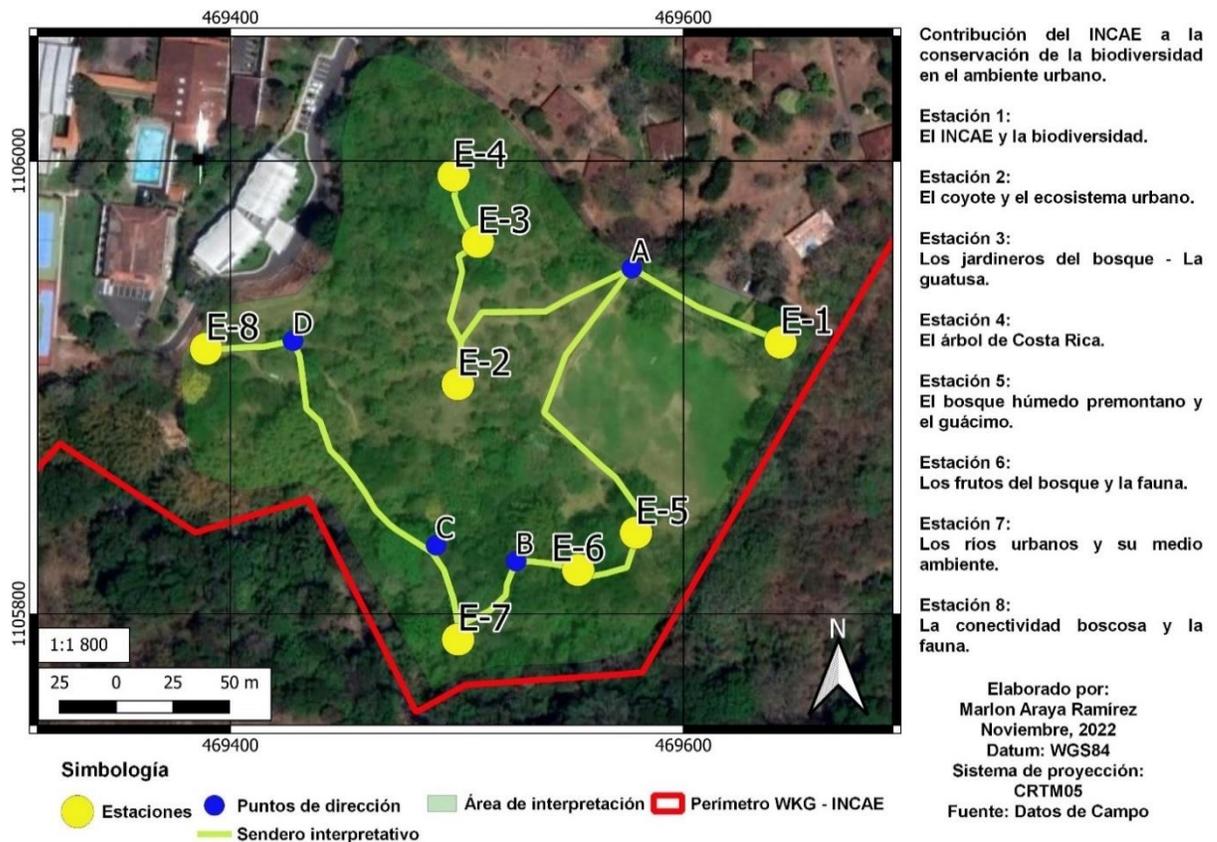


Figura 9. Ubicación de la propuesta de interpretación ambiental del WKG del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo la información extraída en la reunión con el departamento de gestión ambiental del INCAE, se logró concluir el tema principal: “Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano”. A partir de este nombre se abarcaron los elementos seleccionados como importantes a interiorizar en los usuarios tales como la fauna, la flora y aspectos generales relacionados.

Entre las características de la propuesta se encuentran las ocho estaciones interpretativas en una modalidad auto guiada y unidireccional, que abarca por medio de subtemas la temática principal de la propuesta. A pesar de que la propuesta se encuentra basada en la modalidad auto guiada, se puede integrar con actividades

recreativas realizadas en el sitio o con grupos organizados como el llamado “Club de Sostenibilidad” que es conformado por estudiantes del INCAE.

Adicionalmente a las estaciones, se propone la colocación de puntos de dirección que facilitarían el control y seguimiento de la actividad, con esto se evitaría que al ser auto guiado algún usuario no culmine la educación. En cuanto a los usuarios el perfil se basa principalmente en estudiantes y funcionarios del INCAE; no obstante, se puede implementar la educación ambiental a otros grupos como equipos de capacitación, visitantes de campo o cualquier otro tipo de público siempre y cuando se transmita el mismo mensaje de concientización.

El material didáctico propuesto en cada una de las estaciones corresponde a rótulos informativos con una dimensión de 100x85 cm, sostenidos por una base redonda de concreto inmersa en el suelo y el soporte será de tubo galvanizado para que resista las condiciones ambientales. El cuerpo del rotulo constará de una lámina metálica en la cual se pondrá el adhesivo con la impresión digital en alta calidad y para protegerlo se colocará una lámina de acrílico transparente que no solo proteja el contenido didáctico, sino que sea de fácil mantenimiento. En cuanto al contenido, incluye componentes gráficos y texto que abarca la temática principal y el subtema de la estación. La información se encuentra adaptada al perfil de los usuarios y en el caso que se realice alguna actividad integrando la educación ambiental y la recreación, se podría incluir trivias o datos curiosos que despierten el interés de los participantes y ayuden a transmitir el mensaje deseado.

Con respecto a los puntos indicativos corresponden a pequeños rótulos con dimensiones de 30x20 cm y los mismos materiales utilizados en los rótulos informativos, con la finalidad de mantener la uniformidad en los componentes de la propuesta de interpretación ambiental, con la diferencia de que estos se pueden colocar a una altura media de los ojos, aproximadamente a los 120 cm sobre el suelo.

Cuarta etapa

En cada una de las estaciones, los rótulos abarcan las ideas más importantes respecto a la información técnica. Esto es realizado de una forma fluida y coherente para que el usuario se sienta atraído por el material presentado. Entre las partes principales que debe contener cada uno de los rótulos se encuentra en título o nombre de la propuesta, el nombre correspondiente a la estación, la ubicación actual, un texto e imágenes según la temática de la estación, algún dato curioso que se deba destacar y por último los logos que contengan los actores que han llevado a cabo la implementación de la propuesta de interpretación ambiental (Figura 10).

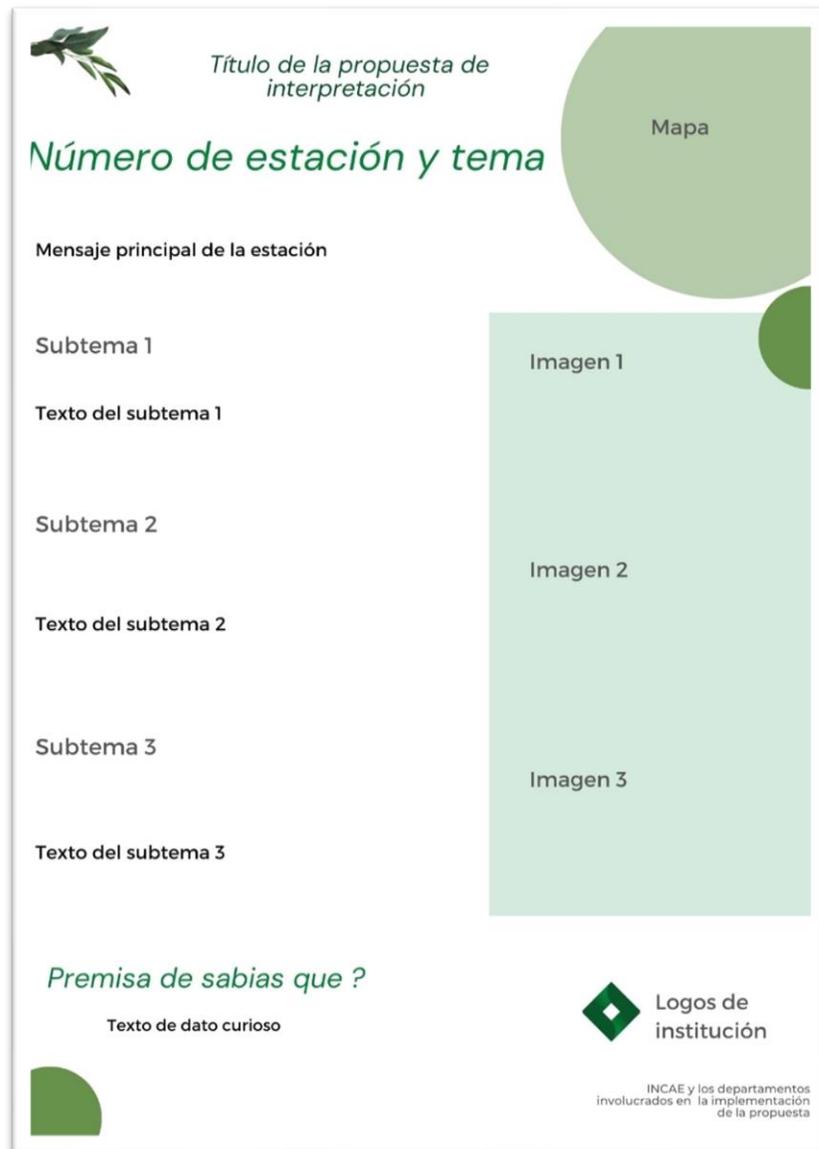


Figura 10. Esquema general del diseño de la rotulación para la interpretación ambiental del campus del INCAE en Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe cada una de las ocho estaciones que integran la propuesta de interpretación, se indica la información técnica que sustenta las ideas relevantes a incluir en el rótulo y se muestra la sugerencia de diseño para el rótulo informativo.

Estación 1: El INCAE y la biodiversidad

Mensaje principal: El INCAE a través de la protección de zonas verdes y el recurso hídrico en una matriz urbana ayuda a preservar el hábitat para el desarrollo de las especies de flora y fauna conservando la biodiversidad y creando un refugio verde en medio de la ciudad.

La biodiversidad y el ecosistema urbano:

La biodiversidad se conoce como el número total de especies en un área determinada; sin embargo, el concepto de biodiversidad urbana integra especies, hábitat, comportamientos humanos y su interacción con los ecosistemas (Cordero et al., 2015). En muchas ocasiones el ambiente urbano que conocemos como ciudad no era considerado un ecosistema debido a la alta intervención del ser humano y a que no se le da la importancia que se debe al aspecto ambiental, ignorando en muchas ocasiones los beneficios y la relación estrecha entre el ser humano y el ambiente (Peral, 2015).

Los beneficios obtenidos se denominan servicios ecosistémicos. Los cuales entre más saludable y conservado se encuentra el ecosistema urbano mayor disponibilidad de beneficios tendrá. Los servicios ecosistémicos se clasifican a su vez en abastecimiento, regulación, culturales y de apoyo.

Entre servicios de abastecimiento se encuentra los materiales obtenidos del ecosistema tales como alimentos, madera. Mientras que servicios de regulación se hallan procesos como la calidad del aire, la polinización de cultivos entre otros. Por otro lado, algunos beneficios como la recreación y el desarrollo cognitivo pertenecen a los servicios culturales. Por último en servicios de apoyo se puede mencionar procesos necesarios como el ciclo de los nutrientes, el ciclo del agua y el hábitat para las especies (Domínguez et al., 2013).

Amenazas para la biodiversidad:

Sin embargo, los servicios que nos brinda el ecosistema urbano dependen del estado de la biodiversidad, el cual se ve afectado por múltiples amenazas. Siendo una de las principales la gran presión que ejerce la expansión urbana y su modelo de consumo. Ésta genera una gran demanda de recursos que afectan directamente al desarrollo de los ecosistemas. Una razón es la necesidad de mayor espacio para construcciones, producción, extracción de recursos que generan un cambio en el uso del suelo, incluso afectando relaciones y procesos internos del ecosistema (Montoya, 2016).

Efectos en la biodiversidad:

Entre los principales efectos de la expansión urbana se encuentra la fragmentación del paisaje, que ocasiona cambios en el tamaño y número de áreas boscosas remanentes. Asimismo afecta la conectividad ecológica que influye en el desplazamiento de las especies entre los hábitats. Esto desencadena problemas en las poblaciones que pueden llevar incluso a la desaparición de muchas especies de flora y fauna (Rojas et al., 2017).

Importancia de la protección:

Los espacios verdes urbanos son fundamentales para la conservación de la biodiversidad. Aunque se espera que las áreas urbanas presenten una menor diversidad de especies con respecto a sitios no urbanizados, esto no siempre se cumple. Algunos ecosistemas remanentes se mantienen en estas zonas, conservando las condiciones idóneas para que algunas especies en riesgo o raras puedan establecerse. Por lo tanto, a la hora de establecer o proteger un sitio se debe tomar en cuenta la complejidad y los remanentes de este, ya que entre mayor variabilidad de ambientes mayor será la cantidad de especies que se resguarden en el sitio, aumentando con ello la biodiversidad (Holgado et al., 2017).

Según la información técnica descrita anteriormente con un sustento teórico, se sugiere elaborar el rótulo para esta estación según la figura presentada a continuación (Figura 11).



Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano

Estación 1: El INCAE y la biodiversidad



El INCAE a través de la protección de zonas verdes y el recurso hídrico en una matriz urbana ayuda a preservar el hábitat para el desarrollo de las especies de flora y fauna conservando la biodiversidad y creando un refugio verde en medio de la ciudad.

La biodiversidad y el ecosistema urbano

La biodiversidad es el número de especies que se encuentran en un sitio. Mientras la biodiversidad urbana integra especies, hábitat, comportamientos humanos y su interacción con los ecosistemas en las inmediaciones de la ciudad.

Amenazas y efectos en la biodiversidad

La gran presión de la expansión urbana y su demanda de recursos conlleva a cambios en el uso del suelo y cambios en las relaciones del ecosistema.

Esto ocasiona fragmentación del paisaje y pérdida de los servicios ecosistémicos.

Importancia de la protección

Los espacios verdes urbanos son fundamentales para la conservación de la biodiversidad ya que pueden albergar especies en riesgo y seguir brindando los servicios ecosistémicos

Sabías que ?

En el campus Walter Kissling Gam se han encontrado 6 especies de mamíferos.

- Procyon lotor / Mapache
- Canis latrans / Coyote
- Dasyprocta punctata / Guatusa
- Sciurus variegatoides / Ardilla
- Didelphis marsupialis / Zorro pelón
- Eira barbara / Tolomuco
- Dasyplus novemcinctus / Armadillo







TEC | Tecnológico de Costa Rica

INCAE
BUSINESS SCHOOL

Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
Departamento de Gestión Ambiental
Club de la sostenibilidad

Figura 11. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 1 de la propuesta de interpretación ambiental.

Estación 2: El coyote y el ecosistema urbano

Mensaje principal: La comprensión biológica del coyote y cómo éste se adapta ante la fragmentación del paisaje y el ecosistema urbano.

Biología del coyote:

Dentro del reino animal, el coyote (*Canis latrans*) es parte de la familia Canidae y pertenece al orden Carnívora, el cual es uno de los grupos que más ha sido investigado. Corresponde a una de las especies con mayor riesgo en el mundo, debido a que por su tamaño corporal requiere gran cantidad de recursos en comparación con otras especies (por ejemplo: espacio y disponibilidad de alimento). A este orden pertenecen muchas de las especies catalogadas como “sombriilla”, las cuales son fundamento para los objetivos de diversos programas de protección y conservación. Al proteger una especie sombrilla se asegura la conservación de especies inferiores en la cadena trófica (Cossíos et al., 2012).

La protección de especies mayores como el coyote, resguarda las interacciones entre diferentes especies y apoya la protección de la biodiversidad, la cual en Costa Rica es reconocida internacionalmente como muy alta. Entre los grupos que conforman esta diversidad se encuentran los mamíferos. El orden carnívora es muy importante debido a que alberga muchas de las especies catalogadas como “Sombrilla” (Rodríguez et al., 2014).

El coyote se puede encontrar hasta los 3400 msnm y le gustan los hábitats abiertos, sus hábitos son principalmente nocturnos, pero también puede presentar actividad diurna. Tienen un tamaño promedio de 80 cm y un peso de 10 kg y los machos son generalmente más grandes que las hembras. Se diferencia de los perros domésticos por sus patas largas y más angostas, además presentan una variación de colores entre café y negro. Por último, sus orejas son grandes y puntiagudas, tienen el hocico largo y la cola muy tupida de pelo y con la punta negra (Wainwright, 2007).

Comportamiento en zonas urbanas:

El coyote presenta una gran capacidad de adaptación. La expansión urbana uno de los factores que ha ayudado a su expansión, llegando a distribuirse por toda América del Norte. Algunos de los factores que han hecho que aumenten sus poblaciones corresponde a la reducción de depredadores mayores como lo son el jaguar (*Panthera onca*) y el lobo gris (*Canis lupus*). Así mismo su variabilidad de ambientes y alimentación omnívora le brindan una gran ventaja, siendo posible encontrarlo en diversidad de ecosistemas (Kays, 2018).

En cuanto a su comportamiento, se denomina de tipo gregario, por lo tanto, es una especie que le gusta moverse en grupos pequeños o en pareja. Debido a su facilidad de adaptación y sus poblaciones en crecimiento, no se considera una especie en peligro y la categoría de la UICN corresponde a preocupación menor. No obstante, existen amenazas para la especie, como son los encuentros con productores (que los eliminan debido a que interfieren con sus actividades productivas) y los accidentes en carreteras que atraviesan diferentes zonas boscosas (Kays, 2018).

Recomendaciones de cómo evitar y actuar ante un encuentro con un coyote:

1. Evitar hacer el recorrido solo y de noche.
2. Las mascotas deben traer su correa puesta.
3. Ante un encuentro mantener la calma, ya que no atacarán si no se sienten amenazados y eventualmente se irán.
4. Mantener el control sobre las mascotas para que estas no perturben el comportamiento de los coyotes y la vida silvestre.
5. No realizar movimientos bruscos ni amenazantes, ya que por su naturaleza tenderán a huir solos.

La fragmentación del paisaje:

La fragmentación del paisaje corresponde a la modificación del ecosistema con el fin de sustentar las necesidades de la población humana, una de estas necesidades corresponde a la movilización. La cual requiere construir carreteras que son de las principales afectaciones de la intervención del ser humano, pues dividen áreas que anteriormente eran un solo conjunto de bosque a partes más pequeñas. Estos remanentes no siempre tienen las condiciones para mantener a las especies de fauna; por lo que muchos individuos se ven obligados a trasladarse. Para moverse tienen que cruzar las autopistas que en muchas ocasiones termina en el atropello del individuo, convirtiendo así a las carreteras en una amenaza directa hacia la vida silvestre (Alfaro y Quesada, 2016).

Efectos y soluciones:

La fragmentación del paisaje por carreteras tiene varios efectos entre ellos los atropellos, efecto barrera, efecto borde los cuales en conjunto crean limitantes importantes para la movilización de la fauna. Aunque esto no afecta por igual a especies de movimiento lento o que requieren de las ramas de los árboles para desplazarse, estos grupos son muy afectados por las carreteras. Mientras que el efecto borde ocasiona que especies que requieren sitios más preservados, tengan que competir por el espacio o verse obligados a desplazarse. Una de las soluciones sería la construcción de pasos de fauna tanto aéreos como terrestres para que los animales puedan moverse sin correr tanto riesgo. También es primordial ver la conectividad a través de parches de bosque y los ríos que funcionan como un corredor biológico en el cual las especies se pueden mover. (Rosselló, 2016)

Según la información técnica descrita anteriormente con un sustento teórico, se sugiere elaborar el rótulo para esta estación según la figura presentada a continuación (Figura 12).



Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano

Estación 2: El coyote y el ecosistema urbano

La comprensión biológica del coyote y como éste se adapta ante la fragmentación del paisaje y el ecosistema urbano.

La biología del Coyote (*Canis latrans*)

Pertenece a la familia Canidae su tamaño es de 80 cm y pesan 10 kg. Su Hocico el largo al igual que su cola y patas. El pelaje es de color café a negro.

Comportamiento en zonas urbanas

El coyote posee adaptabilidad a la expansión urbana. Se mueve en pequeños grupos o en pareja. Su grado de amenaza es menor pero lo afecta la fragmentación del paisaje

Importancia de la protección

La fragmentación se da por la división de áreas que antes eran un solo bosque generando atropellos por carreteras y limitantes como barreras y reducción de condiciones para el desarrollo de la biodiversidad.

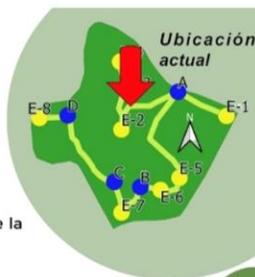
Una solución son los pasos de fauna aereos y terrestres que facilitan la movilización de la fauna.

Ante un encuentro con el coyote debes:

- Mantener la calma
- No darle la espalda ni realizar movimientos amenazantes
- Si te acompaña una mascota mantenerlo cerca y con correa
- No darles comida ni arrojar objetos

Sabías que ?

El coyote se considera una especie sombrilla y la protección de esta ayuda a conservar otras especies que son presa del coyote.



TEC | Tecnológico de Costa Rica
INCAE
BUSINESS SCHOOL
Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
Departamento de Gestión Ambiental
Club de la sostenibilidad

Figura 12. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 2 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.

Estación 3: Los jardineros del bosque - La guatusa

Mensaje principal: Los mamíferos corresponden a uno de los mayores medios para que las especies de árboles sean dispersados a lo largo del bosque.

Relación mamíferos y bosque:

Una de las formas en las que las semillas de las plantas del bosque se dispersan es por medio de los mamíferos, los cuales pueden hacerlo de diferentes formas como escondiéndolas-acumulándolas. Además, se pueden adherir a su pelaje o ser consumidas, donde el sistema digestivo actúa como un tratamiento pre-germinativo que aumenta las posibilidades de germinación y sobrevivencia. Para esto las semillas deben tener diferentes formas que faciliten su método de dispersión.

Semillas adaptadas a dispersión por adhesión al pelaje poseen en la parte externa ciertos elementos que se pegan como ganchos, espinas o sustancias pegajosas y generalmente son semillas secas. Su propósito es usar al individuo como medio de transporte y en muchas ocasiones ni se percata. Por otro lado, las plantas que poseen dispersión por medio del consumo de las semillas poseen diferentes formas dependiendo del grupo al que se enfoca el atractivo de la semilla o fruto. En el caso de los mamíferos no voladores los frutos son verdes hasta amarillos, con frecuencia son aromáticos y se encuentran encapsulados o poseen un arilo carnoso (Murray, 2014).

También existen las plantas en las que su dispersión por mamífero es por almacenamiento para consumo posterior. En este caso las semillas no tienen adaptaciones específicas con excepción de una cáscara gruesa que actúa como protección tanto de la depredación como de las condiciones ambientales. (Murray, 2014)

Características de orden rodentia:

El orden rodentia alberga a los roedores, los cuales son conocidos por ser dispersores de semillas, esporas de hongos, además de su papel como controladores de invertebrados y ser presas de animales de mayor tamaño. En Centroamérica los roedores constituyen una parte importante de la riqueza de fauna en los ecosistemas debido a su facilidad para poblar un sitio. Asimismo la interacción de estos individuos y el bosque pueden llegar a ocasionar cambios en la estructura y comportamiento del bosque (Barreto y Owen, 2019).

Biología del Guatusa:

La guatusa forma parte del orden rodentia y es el segundo roedor de mayor tamaño en Costa Rica, con un tamaño aproximado de 50 cm y un peso de 3 kg. Suelen vivir en parejas compartiendo el territorio, aunque duermen y se alimentan solos buscando en árboles, huecos, túneles o debajo de troncos. Cuando la comida es abundante, las parejas tienden a permanecer en el centro de su territorio y cuando la comida es escasa pueden tener un comportamiento más defensivo ya que necesitan moverse más distancia para encontrar el alimento. En la naturaleza puede vivir de 2 a 3 años y sus hábitos son diurnos-crepusculares. La duración de su actividad depende de la abundancia de frutos y semillas, destacándose el guapinol y el jocote como alimentos preferidos (Wainwright, 2007).

Distribución y hábitat:

La guatusa se distribuye ampliamente desde México hasta Brasil y Argentina, en Costa Rica se puede encontrar en todo el país con excepción de altitudes mayores a los 2400 msnm. Sin embargo, estudios recientes han demostrado una mayor distribución altitudinal de la especie, lo que aumenta las posibilidades de desempeñar su papel como dispersor de semillas. Esta especie acapara semillas en grupos y las entierra de

forma dispersa, aunque es poco probable que la guatusa recupere todas las semillas enterradas ya sea porque no las ubica o porque el individuo murió (Marín et al., 2020).

Grado de amenaza:

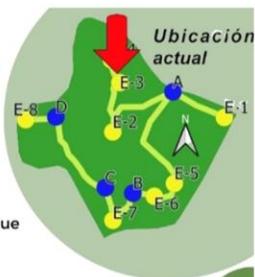
Se considera una especie resistente a condiciones con intervención humana, como son áreas remanentes de bosque, zonas de protección e incluso en sistemas agroforestales. En estos últimos se ha observado que hay una mayor actividad de guatusas cuando se presenta la mayor cantidad de frutos del sistema productivo aumentando con ello la cantidad de guatusas (Sanchez y Monge, 2021). Según la lista de la UICN esta especie se encuentra en el listado de menor preocupación debido a su amplia distribución y relativa abundancia. Esta especie se comercializa en Honduras y Guyana (Emmons, 2016).

Según la información técnica descrita anteriormente con un sustento teórico, se sugiere elaborar el rótulo para esta estación según la figura presentada a continuación (Figura 13).



Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano

Estación 3: Los jardineros del bosque - La guatusa



Los mamíferos corresponden a uno de los mayores medios para que las especies de árboles sean dispersados a lo largo del bosque.

Relación mamíferos y bosque

Los mamíferos son un medio para que las semillas de los árboles se dispersen por diferentes métodos.

Semillas adhesivas: se pegan al pelaje de los animales por ganchos, espinas o sustancias pegajosas.

Semillas consumidas: Estas presentan un atractivo alimenticio, son aromáticas. Al ser consumidas, procesadas y defecadas ocurre un proceso pre-germinativo donde son dispersadas.

Semillas almacenadas: Estas presentan un atractivo alimenticio, son aromáticas. Al ser consumidas, procesadas y defecadas ocurre un proceso pre-germinativo donde son dispersadas.

Un gran dispersor es la "La Guatusa"

Tiene un tamaño de 50 cm y un peso aproximado de 3 kg. su pelaje es de color café rojizo y tienen las orejas más pequeñas que las de los conejos.

Comportamiento y grado de amenaza

Viven en parejas y comparten territorio, se encuentran hasta los 2400 msnm. Su grado de amenaza se considera menor ya que se adapta con mediana facilidad a la intervención humana.



Sabías que ?

La Guatusa pertenece al orden rodentia y es el segundo roedor de mayor tamaño en Costa Rica.

TEC | Tecnológico de Costa Rica
INCAE
BUSINESS SCHOOL
Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
Departamento de Gestión Ambiental
Club de la sostenibilidad

Figura 13. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 3 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.

Estación 4: El árbol de Costa Rica

Mensaje a principal: La fauna y la flora se puede apropiar a través de los símbolos patrios que enriquecen la cultura e identidad nacional.

Importancia de símbolos patrios:

Costa Rica destaca internacionalmente por ser un país muy biodiverso con una gran variedad de ecosistemas y especies. Se han destacado algunas que han formado parte de la idiosincrasia del país, como lo es el caso de los símbolos nacionales que hacen reflexión sobre la flora y fauna. Los cuales han ayudado a consolidar la importancia de la conservación de la vida silvestre. Por ejemplo, el árbol de guanacaste es un símbolo nacional muy reconocido y apreciado por sus características (Chavez et al., 2022).

Con respecto al árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) existe una creencia errónea sobre la especie y se suele confundir con una especie de higuera (*Ficus sp.*). Debido a estas crecen en el mismo ecosistema formando una cobertura amplia y similar. Sin embargo, sus características difieren en gran medida porque pertenecen a familias diferentes al igual que sus hojas y frutos.

Caracterización del Guanacaste:

El árbol de guanacaste posee alturas de hasta 50 m con 3 m de diámetro y es nativo de Costa Rica además de abarcar desde México hasta Colombia y el norte de Brasil. Pertenece al ecosistema subtropical seco y se puede ver en áreas perturbadas. Se desarrolla en elevaciones menores a los 1200 msnm, con temperaturas de 23 a 30 °C. Sus hojas son compuestas, se disponen en espiral con coloración verde oscura a verde amarillento y las flores son de color verdusco a blanco. Su fruto posee una forma en espiral y es de color café, almacenando en el interior las semillas que son dispersadas por diversos mamíferos (Rojas y Torres, 2020).

Con respecto a su fenología pierde las hojas en los meses de enero y febrero, mientras que las flores se desarrollan de diciembre hasta abril. Los frutos verdes y los frutos maduros que se pueden encontrar desde febrero hasta mayo (Rojas y Torres, 2020).

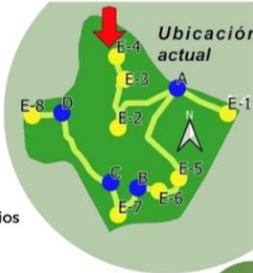
El árbol de guanacaste es muy apreciado por su madera ya que tiene varios usos, ya sea para carpintería ebanistería o usos artesanales. Sus frutos han sido utilizados como alimento para el ser humano, el ganado e incluso medicinas. Este último uso se refiere al exudado y a la corteza los cuales han sido utilizados por décadas (Polo, 2022).

Según la información técnica descrita anteriormente con un sustento teórico, se sugiere elaborar el rótulo para esta estación según la figura presentada a continuación (Figura 14).



Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano

Estación 4: El árbol de Costa Rica



La fauna y la flora se puede apropiar a través de los símbolos patrios que enriquecen la cultura e identidad nacional.

Importancia de los símbolos patrios

Costa Rica es reconocido internacionalmente como un país biodiverso, con gran variedad de ecosistemas y especies que han formado parte de la identidad del país.

Al seleccionar algunas especies como símbolos nacionales genera una reflexión sobre la conservación de la vida silvestre.

Símbolo nacional: El Árbol de Guanacaste

Es un árbol que alcanza hasta 50 m de altura y hasta 3 m de diámetro.

Es una especie nativa y se distribuye desde México hasta Colombia y el norte de Brasil.

Sus hojas son compuestas, se disponen en espiral y tienen una coloración verde oscura y verde amarillo.

Sus flores son de color blanco verdusco, su fruto tiene forma en espiral con color café y en el interior se encuentran las semillas.

El árbol de Guanacaste es muy apreciado por su madera y los usos en carpintería, ebanistería, medicina natural y algunos artesanales.

Sabías que ?

El árbol de Guanacaste se declaró símbolo nacional el 24 de agosto de 1959.





Árbol de Guanacaste en el billete de mil colones

TEC | Tecnológico de Costa Rica

INCAE
BUSINESS SCHOOL

Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
Departamento de Gestión Ambiental
Club de la sostenibilidad

Figura 14. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 4 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.

Estación 5: El bosque húmedo premontano y el guácimo

Mensaje principal: En Costa Rica existen diferentes tipos de bosques tropicales y las especies en estos se comportan de forma muy variada.

Los bosques de Costa Rica:

Los bosques en Costa Rica se denominan tropicales, pero hay una gran variedad de condiciones que ayudan a clasificarlos como lo es la precipitación, el rango altitudinal y la temperatura. Según Holdridge (1967), se pueden encontrar bosques en diferentes zonas de vida como bosque seco tropical, bosque húmedo basal, bosque muy húmedo premontano, bosque húmedo montano entre otros.

Con respecto a la clasificación de zona de vida y el terreno de bosque del INCAE, corresponde al bosque húmedo premontano que según (ONERN, 1976) este ecosistema se encuentra desde los 700 msnm. Mientras que Holdridge (1967), indica que el grado altitudinal para el bosque premontano abarca desde los 500 a 1500 msnm. La temperatura promedio es de 22 °C con precipitaciones que rondan los 2000 mm anuales. Estas condiciones calzan perfectamente para el desarrollo de muchas actividades del ser humano como la expansión urbana.

Bosque degradado y especies pioneras:

Es ampliamente conocido el efecto que tiene la expansión urbana hacia la naturaleza, que debido a la alta interacción humana en estos terrenos se ha ocasionado que el comportamiento de los bosques se vea degradado en su composición y funcionalidad ecológica. Uno de los principales bosques que se ha visto afectado corresponde al bosque húmedo premontano, ya que en este rango altitudinal se desarrollan muchas actividades productivas del ser humano, ocasionando que se reduzca el área que tiene las especies de vida silvestre para desarrollarse (Cascante y Estrada, 2001).

Dentro de los efectos que ocasiona la intervención humana se encuentra el grado de sucesión de los bosques, donde acciones como la deforestación, la fragmentación y acciones de mantenimiento repercuten en el desarrollo de las especies. Esto ha hecho que los animales deban adaptarse a estas condiciones, que eliminan las posibilidades para algunas especies pero crean nicho para otras. Un ejemplo de esto son las especies con comportamiento de rodal, cómo lo es el guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Esta en condiciones de espacio logra crear sitios donde abunda esta especie, siendo claramente reconocidos por mantener individuos de un tamaño similar.

Descripción del Guácimo:

El *Guazuma ulmifolia* también conocida como guácimo o guácimo ternero, es una especie perteneciente a la familia Sterculiaceae. Su origen es nativo y se distribuye desde México hasta Sudamérica, para Costa Rica es muy común observarla en charrales y potreros. Es un árbol de porte mediano con una altura entre los 2 a 15 m y un diámetro de 30 a 40 cm. Su fuste es agrietado de color café oscuro, internamente es de color rosado. Las hojas son simples alternas con el borde aserrado, mientras sus flores son pequeñas, fragantes de color amarillo y blanco. Estas son visitadas por abejas melíferas y sus frutos son secos de tipo capsula donde almacena las semillas que son redondeadas de color café y duras.

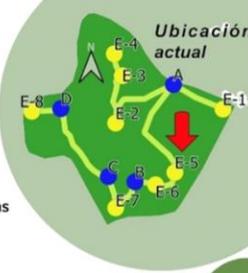
Es una especie semi-caducifolia por lo que puede perder sus hojas en un periodo muy corto de tiempo, la floración abarca desde enero hasta junio. Los frutos verdes y los frutos maduros de enero a marzo. En cuanto a su comportamiento se considera una especie pionera del bosque secundario, lo que explica el encontrarla en charrales, potreros y sectores de bosques intervenidos (Vargas et al, 2019). La especie es apreciada por sus usos ya que se puede utilizar para leña, sombra, forraje para el ganado. Su madera es fácil de trabajar con buena durabilidad cuando se protege de lluvia o la humedad (Rojas y Torres, 2019).

Según la información técnica descrita anteriormente con un sustento teórico, se sugiere elaborar el rótulo para esta estación según la figura presentada a continuación (Figura 15).



Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano

Estación 5: El bosque húmedo premontano y el guácimo



En Costa Rica existen diferentes tipos de bosques tropicales y las especies en estos se comportan de forma muy variada.

Los bosques de Costa Rica

En el campus WKG el bosque que se encuentra es el bosque húmedo premontano y presenta:

- Altitud media de 750 msnm
- Temperatura promedio de 22 °C
- Precipitaciones anuales de 2000 mm

El bosque degradado

El bosque húmedo premontano ha sido muy degradado debido a la expansión urbana lo que ha afectado la composición y funcionalidad ecológica del bosque.

La intervención humana afecta la sucesión de los bosques con la deforestación, la fragmentación y acciones de mantenimiento ocasionando que algunas especies sean las que se adaptan a estas condiciones.

El guácimo (Guazuma ulmifolia)

El guácimo pertenece a la familia Sterculiaceae, es de origen nativo y se distribuye desde México y hasta Sudamérica.

Llega a medir hasta 15 m de altura, con un diámetro de hasta 40 cm, tronco en su interior es rosado y sus hojas son simples alternas con un borde aserrado.

Sus flores son pequeñas de color blanco-amarillo y sus frutos son secos con semillas de color café y duros.

Sabías que ?

El Cuácimo es una de las especies más importantes para el campus WKG debido a que es muy abundante en el sitio.





TEC | Tecnológico de Costa Rica

INCAE
BUSINESS SCHOOL

Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
Departamento de Gestión Ambiental
Club de la sostenibilidad

Figura 15. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 5 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.

Estación 6: Los frutos del bosque y la fauna

Mensaje principal: Es importante conocer la composición del bosque ya que esta es la alimentación para la fauna.

Importancia de la composición florística:

Cuando se deciden tomar acciones para conservar y manejar un sitio, se debe tomar en cuenta cuál es la dinámica que posee en cuanto a sus interacciones ecológicas. Siendo importante conocer cuál es su composición actual y analizar por qué se debe gestionar este sitio. Además de cuáles son las mejores alternativas tomando en cuenta las relaciones ecológicas presentes en la zona, tales como los recursos alimenticios que se tiene en el sitio (Bonilla, 2019).

En muchas ocasiones el accionar humano genera cambios en la composición del bosque. Puede desestabilizar o cambiar las relaciones entre la flora y fauna original del sitio, ocasionando que muchas especies compitan y deban adaptarse a las nuevas condiciones. Una evidencia de esto son el resultado de áreas que han sido fragmentadas donde el nivel de especificidad ha cambiado. Siendo que en áreas con poca fragmentación hay más presencia de especies especialistas que se ve relacionado a una mayor diversidad; mientras que en áreas muy perturbadas dominan las especies generalistas ya que estos ambientes son más simples con respecto al área original (Romero, 2020).

Otro efecto de la fragmentación del paisaje corresponde a la competencia que se genera entre especies para poder permanecer en ambientes alterados, dando relevancia a los sitios que sirven como refugio y alimento para el desarrollo de las especies. Entre estos sitios se destacan las áreas verdes de algunos terrenos privados, que al mantener cierta vegetación brindan un servicio de corredor para que los animales puedan movilizarse, mientras aprovechan algunos recursos como los frutos de algunos árboles (Navarro y Gómez, 2015).

En el caso del INCAE se destaca la presencia de árboles frutales como el mango, el nance y el guarumo que tienen un gran peso en la composición florística del lugar. Además que los frutos de estos árboles han sido registrados en el consumo de mamíferos y otros grupos de fauna, reafirmando el papel que tienen estos en la dieta de los animales cercanos. Por lo tanto, es importante conocer bien estas especies para realizar la toma de decisiones correctas sobre este recurso.

El mango (Mangifera indica):

La especie *Mangifera indica*, conocida también como mango, pertenece a la familia Anacardiaceae y no es una especie nativa, pero se encuentra naturalizada debido a que a lo largo de los años se ha aumentado su propagación principalmente con fines de alimentación. Puede medir hasta 30 m y su tronco es grueso de color pardo oscuro con agrietamientos que produce exudados similares a resina. Sus hojas son simples y alternas, cuando son jóvenes tienen un color morado y se torna verde oscuro cuando son adultas.

Sus flores son inflorescencias terminales en las ramas las cuáles pueden contener hasta 4000 pequeñas flores, pero de cada grupo sólo 10 o 12 logran fructificar; la flor es pequeña de color blanco o rosado y ligeramente fragante. Los frutos son una drupa envuelta en una parte carnosa que asegura su consumo, en cuanto al tamaño color y longitud es variable, pero puede pesar de 28 g hasta 2 kg. La semilla se encuentra dentro de la drupa y es aplastada (Marquines, 2022).

El nance (Byrsonima crassifolia):

Byrsonima crassifolia también conocido como nance, es un árbol o arbusto que alcanza hasta los 15 m de altura. Su tronco es cilíndrico con un color café oscuro y en su interior es de color rojo marrón. Las hojas son simples y alargadas con un color verde en el haz y verde amarillo en el envés además de tener presencia de pubescencias. Las flores son de color amarillo cuando son jóvenes y pasan a naranja

cuando están maduras, éstas crecen por inflorescencias en las ramas terminales donde después saldrán los frutos. Los cuales son globosos y se presentan también en racimos, su color es amarillo a naranja y la pulpa es de color blanca de sabor agridulce la cual protege a las semillas que se encuentran dentro y son de color café (Maldonado, 2015).

El guarumo (Cecropia peltata):

Cecropia peltata, conocido como guarumo es una especie nativa de las zonas tropicales y puede crecer hasta 20 m o más de altura, su tronco es muy cilíndrico y robusto. Sus hojas son palmeadas y pueden contener entre 9 a 11 lóbulos o secciones. Su floración se da por medio de inflorescencias y tienen un color blanquecino, los frutos son consumidos por diversas especies de fauna (Trópicos, 2022).

Es una especie considerada pionera debido a que se encuentra en claros, bordes de zonas abiertas y bosques secundarios. Resalta por su potencial como planta fitorremediadora absorbiendo ciertos metales del suelo, también se menciona algunas propiedades medicinales proveniente de sus hojas (Morera, 2014). Además, destaca por las interacciones con la fauna ya sea con hormigas que pueden vivir en las cavidades internas del individuo y algunos animales que buscan alimento como aves, murciélagos e incluso mamíferos (Guadamos y Julca, 2022).

Según la información técnica descrita anteriormente con un sustento teórico, se sugiere elaborar el rótulo para esta estación según la figura presentada a continuación (Figura 16).



Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano

Estación 6: Los frutos del bosque y la fauna

Es importante conocer la composición del bosque ya que esta es la alimentación para la fauna.

Importancia de la composición florística

Para tomar acciones de conservación y manejo se debe conocer la dinámica del bosque además de las interacciones ecológicas que están presentes.

Las acciones humanas generan cambios en la composición y relaciones del bosque y esto genera que las especies deban competir y adaptarse.

La fragmentación del bosque como efecto humano produce competencia y ocasiona que algunos sitios sirvan de corredor, refugio y alimento para la fauna.

El mango (*Mangifera indica*)

No es una especie nativa pero se ha naturalizado, mide hasta 30 m de altura, sus flores son pequeñas de color blanco - rosado y los frutos son carnosos y pueden pesar hasta 2 kg y sus semillas son aplastadas.

El nance (*Byrsonima crassifolia*)

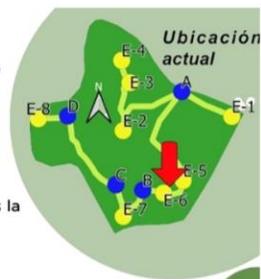
Es nativo y mide hasta 15 m de altura, sus flores son de color amarillo jóvenes y maduras de color anaranjado. Los frutos son globosos y son amarillos con sabor agri dulce con semillas dentro de color café.

El guarumo (*Cecropia peltata*)

Es nativo y mide hasta 20 m de altura, su tronco es cilíndrico con hojas palmadas y la floración es de color blanquecino. Y sus frutos son consumidos por diversas especies de la fauna.

Sabías que ?

Las especies de mango, nance y guarumo que se encuentran en el campus WKG forman una gran parte de la dieta de los mamíferos incluyendo al coyote.



TEC | Tecnológico de Costa Rica
INCAE
 BUSINESS SCHOOL
 Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
 Departamento de Gestión Ambiental
 Club de la sostenibilidad

Figura 16. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 6 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.

Estación 7: Los ríos urbanos y su medio ambiente

Mensaje principal: A pesar de los impactos del desarrollo urbano los ríos cumplen un papel muy importante en la conectividad y resiliencia de las especies.

Importancia de los ríos en la conectividad:

Se denomina como río urbano aquellos que se encuentran en medio del crecimiento urbano, en muchas ocasiones a través de este río se propicia el desarrollo de las comunidades. Estos ambientes son complejos y dinámicos ya que tanto la flora como la fauna son importantes para el equilibrio del ambiente. Muchas veces se pretende que estos espacios sean parte de la recreación de la sociedad y la protección de la naturaleza. Esto no ocurre así por las acciones del ser humano que ocasionan no sólo un desequilibrio en el ecosistema, sino una pérdida de los servicios eco sistémicos que brindan los ríos. Entre los servicios se encuentra la obtención de agua, alimento regulación de sequías y sirven de apoyo para que los animales puedan moverse entre los diferentes remanentes de bosque existentes por efecto de la fragmentación del paisaje (Gastezzi et al, 2017).

Principales afectaciones a los ríos urbanos:

Entre las principales afectaciones a los ríos urbanos se encuentra la demanda de recursos para producción, la competencia por espacio que desplaza a los animales a sitios más reducidos. Asimismo la contaminación que debido al mal manejo de residuos en la ciudad ocasiona que los ríos se mantengan contaminados y cambien procesos como el reciclaje de nutrientes. Además, la invasión a las zonas ribereñas donde no se respeta el área de protección ocasiona que muchos nichos ecológicos sean eliminados. Estas condiciones ocasionan que las especies deban buscar nuevos sitios, los cuales no siempre presentan las mejores condiciones y resulta en una afectación a la biodiversidad. Un ejemplo de esto son las especies que logran establecerse en los ríos urbanos los cuales son de hábitos generalistas y con una gran

capacidad de adaptación, aunque esto llega a ocasionar conflictos con el ser humano como con los mapaches y los zorros pelones. Sin embargo, se debe tener en cuenta qué es la acción humana la que ha ocasionado procesos de deforestación y perturbación de sus áreas naturales, por lo que ante la necesidad de sobrevivir deben adaptarse a estos nuevos ambientes (Piedra et al, 2017).

Por lo tanto, los parches de bosque remanentes a los ríos corresponden a hábitats para algunas especies dentro del ecosistema urbano, y son sitios de importancia para la implementación de iniciativas de resguardo de la vida silvestre. Una iniciativa es a través de la creación de corredores biológicos, facilitando el desarrollo de las especies, y aunque la interacción entre el desarrollo humano y la naturaleza se encuentre presente puedan llegar a un punto de equilibrio. Un ejemplo de éxito corresponde a los animales que logran transitar por el paisaje fragmentado a través del resguardo de los ríos como lo es el caso del tolomuco (Villada y Soto, 2020).

Descripción del Tolumuco:

Conocido en el país como tolomuco su nombre científico es *Eira barbara* y es un mamífero omnívoro de la familia Mustelidae. Tiene un tamaño mediano de 65 cm, es de color negro y posee un parche de color crema en la garganta, posee una cola larga y con mucho pelaje. Sus patas están adaptadas a correr y trepar, aunque se le observa cerca del agua y su hábitat es principalmente arbóreo. Se pueden encontrar en sitios con más o menos grados de perturbación. Su comportamiento es principalmente diurno, aunque en presencia de población humana se puede observar en las noches. Es usualmente visto moverse en pequeños grupos familiares, en pareja o solitario siempre en búsqueda de alimento e incluso por la búsqueda de alimento. Pueden tener conflictos por dañar cultivos como el maíz, caña de azúcar o aves de corral. No obstante, ayudan a controlar poblaciones de roedores y a la dispersión de gran cantidad de semillas, ya que a veces sus excrementos pueden estar compuestas solamente por estas (Mejía, 2018).

Grado de amenaza del tolomuco:

El tolomuco es nativo del país y se distribuye desde México hasta Sudamérica. Aunque es una especie que puede adaptarse a zonas con cierto grado de perturbación, según la UICN su población se encuentra en reducción. A falta de estudios no se sabe con certeza su población actual, ya que la destrucción de los bosques tropicales y la propagación de la agricultura han hecho que su hábitat se reduzca. Además, la especie se encuentra sujeta a la caza por su piel y a muertes por atropellos, principalmente en países sudamericanos. A pesar de esto la preocupación por la especie se cataloga de menor. No obstante, de no generarse esfuerzos en la protección de sitios de refugio como los ríos y áreas verdes aledañas, la población de esta especie se puede ver gravemente amenazada (Cuarón et al, 2016).

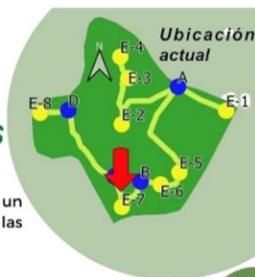
Según la información técnica descrita anteriormente con un sustento teórico, se sugiere elaborar el rótulo para esta estación según la figura presentada a continuación (Figura 17).



Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano

Estación 7: Los ríos urbanos y su medio ambiente

A pesar de los impactos del desarrollo urbano los ríos cumplen un papel muy importante en la conectividad y resiliencia de las especies.



Ríos urbanos en la conectividad

Los ríos urbanos se encuentran en medio del crecimiento urbano y son importantes para el equilibrio del ambiente. Brindan servicios ecosistémicos como obtención de agua, alimento, regulación de sequías y sirven de que los animales se puedan movilizar a través de los remanentes de bosque que son efecto de la fragmentación del paisaje.

Principales afectaciones a los ríos urbanos

La gran presión que ejerce la ciudad ocasiona afectaciones como la contaminación, invasión de las zonas de protección entre otros que ocasionan que las condiciones ecológicas afecten la biodiversidad.

Las especies que logran establecerse en los remanentes de ríos tienen un hábito generalistas y tienen gran capacidad de adaptación.

El Tolomuco (*Eira barbara*)

Es un mamífero omnívoro de la familia Mustelidae es de tamaño mediano (65 cm), es de color negro y tiene un parche de color crema en la garganta. Tiene una cola larga con mucho pelaje y sus patas están adaptadas a correr y trepar.

Su comportamiento es diurno, arbóreo y puede moverse en pequeños grupos, parejas o solitario.

Sabías que ?

El grado de preocupación por el tolomuco es menor pero su población está en reducción debido a la destrucción de su hábitat como lo son los ríos.



TEC | Tecnológico de Costa Rica
INCAE
BUSINESS SCHOOL
Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
Departamento de Gestión Ambiental
Club de la sostenibilidad

Figura 17. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 7 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.

Estación 8: La conectividad boscosa y la fauna

Mensaje principal: Los bosques y áreas verdes del campus WKG son parte de los bosques secundarios de la región y su conservación ayuda a la biodiversidad y apoya la gestión del corredor interurbano Garcimuñoz al cual pertenece.

Importancia de bosques secundarios:

Las áreas verdes que se pueden catalogar como bosques secundarios tienen la característica de que han sido alterados ya sea de forma natural o por la intervención del ser humano. En muchas ocasiones al ya haber sido aprovechados se piensa que ya no presentan beneficios importantes para la sociedad (Briceño et al, 2017). Sin embargo esto corresponde a una visión errónea, ya que estos sitios siguen brindando muchos servicios tanto para la fauna como para los seres humanos. Por ejemplo hay una gran diversidad de productos no maderables, materiales de construcción, alimentos y otros elementos que le dan la importancia al bosque secundario. Esto sin contar el refugio que brindan hacia la fauna ayudando a mantener la biodiversidad y los servicios eco sistémicos, como la captura de dióxido de carbono, prevención de desastres naturales entre otros (Villalobos, 2020).

A partir de los beneficios que se obtienen por medio de los bosques secundarios radica la importancia de proteger estas áreas. Sumando los esfuerzos que se han implementado en las áreas protegidas del estado, con las iniciativas de organizaciones e instituciones privadas se puede colaborar en la protección del recurso natural. Una opción es el apoyo al Programa Nacional de Corredores Biológicos. Siendo que los corredores biológicos son áreas delimitadas, cuya principal función es proporcionar conectividad entre las áreas silvestres protegidas y su entorno; esto puede ser a través de ecosistemas naturales o alterados. Estos ecosistemas se pueden encontrar en áreas rurales o urbanas, siempre asegurando el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos (Decreto ejecutivo, 2006).

Corredor biológico interurbano:

El área que pertenece al INCAE forma parte de la administración del área de conservación central del SINAC y a su vez se incluye en el corredor biológico Garcimuñoz, el cual es uno de los 44 corredores biológicos oficiales del país. Este corredor se cataloga como interurbano debido a que el uso de suelo dominante corresponde al urbano. Esto se ratifica en los sectores más relevantes del corredor como el turismo la producción seguido de conservación e investigación. Una de las formas en las que se puede apoyar la gestión del corredor biológico, corresponde a articular esfuerzos con grupos o actores locales. Donde iniciativas como la del INCAE son una forma de desarrollar actividades educativas y recreativas que muestren la importancia que tienen estas áreas (Canet, 2021).

Apoyo y sostenibilidad del INCAE:

Dentro de los objetivos del INCAE se encuentra el apoyar diferentes iniciativas siendo en este caso las de índole ambiental, una forma es concientizando a la población. A través de recorridos la población conoce la biodiversidad del sitio que resguarda la institución y como está colabora con la búsqueda de un desarrollo integral para la sociedad; demostrando que se puede producir y ser sostenible.

Según la información técnica descrita anteriormente con un sustento teórico, se sugiere elaborar el rótulo para esta estación según la figura presentada a continuación (Figura 18).

 *Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano*

Estación 8: La conectividad boscosa y la fauna

Los bosques y áreas verdes del campus WKC son parte de los bosques secundarios de la región y su conservación ayuda a la biodiversidad y apoya la gestión del corredor interurbano Garcimuñoz al cual pertenece.

La importancia de los bosques secundarios

Estos bosques tienen la característica que han sido alterados ya sea de forma natural o por el ser humano y se piensa erróneamente que ya no brindan tantos servicios como los bosques intactos pero estos siguen dando servicios como productos no maderables, materiales de construcción, alimentos, captura de dióxido de carbono, ayuda a la biodiversidad, entre otros.

Por lo tanto es muy importante proteger estas áreas y sumar los esfuerzos que hacen tanto las organizaciones públicas como privadas ya que entre todas ayudan a la protección del recurso natural.

Corredor biológico interurbano

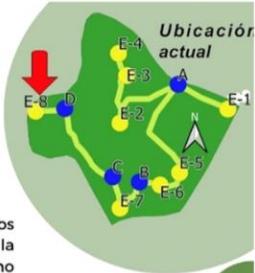
Los corredores son áreas delimitadas cuya función es darle conectividad a las áreas silvestres protegidas y pueden estar en zonas rurales o urbanas y siempre busca asegurar la biodiversidad y los procesos ecológicos.

Las zonas verdes del INCAE se encuentran dentro del corredor interurbano Garcimuñoz el cual se denomina interurbano debido a que los sectores más importantes son la producción, el turismo y de último la investigación y la educación.

Sabías que ?

El corredor biológico Garcimuñoz es uno de los 44 corredores oficiales del país y que el INCAE a través de actividades de concientización ambiental colabora en la gestión del corredor al que pertenece

Ubicación actual







TEC | Tecnológica de Costa Rica
INCAE
 BUSINESS SCHOOL

Instituto Centroamericano de Administración de Empresas
 Departamento de Gestión Ambiental
 Club de la sostenibilidad

Figura 18. Sugerencia de diseño para el rótulo de la Estación 8 de la propuesta de interpretación ambiental. Fuente: Elaboración propia.

Puntos de Dirección

Los puntos de dirección se encuentran ubicados en sitios estratégicos, de forma que mantengan constante el flujo de visitantes. Tendrá elementos como flechas de dirección, el nombre del programa, el departamento e institución, así como también el título del tema principal y alguna curiosidad presentada en forma de pregunta y bajo la premisa “Sabías que?”. Esto de la misma forma a la estación anterior y la siguiente. Se implementarían un total de cuatro puntos indicativos los cuales se detallan a continuación.

Punto de dirección A: Transición Estación 1 a Estación 2, ascenso por gradas. Transición hacia Estación 5 rodeando el campo deportivo.

Descripción: Este punto será colocado en las coordenadas 469577 y 1105953 del sistema de proyección CRTM05, de forma que facilite la transición de la estación uno a la Estación 2 señalando el ascenso por gradas y el camino hacia la Estación 5. La frase por integrar con la premisa corresponde a: ¿sabías que el zorro pelón (*Didelphis marsupialis*) es un mamífero de comportamiento nocturno y su alimentación es omnívora?



Figura 19. Diseño propuesto para el Punto de dirección A de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Punto dirección B: Transición Estación 6 a Estación 7, descenso por sendero.

Descripción: El punto será colocado en las coordenadas 469526 y 11058223 del sistema de proyección CRTM05 de forma que señale la transición de la Estación 6 a la 7. La frase para integrar con la premisa corresponde a: ¿sabías que los ríos urbanos a pesar de transportar los desechos de la ciudad hay múltiples especies de animales que lo usan como hábitat?



Figura 20. Diseño propuesto para el Punto de dirección B de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Punto de dirección C: Transición Estación 7 a Estación 8, ascenso por gradas al camino de bambú.

Descripción: El punto será colocado en las coordenadas 469491 y 11058330 del sistema de proyección CRTM05 de forma que indique la transición de Estación 7 a Estación 8 indicando el ascenso por las gradas que pasan en el camino de bambú. La frase por integrar corresponde a: ¿sabías que el INCAE se encuentra dentro de la Reserva de Biosfera Cordillera Volcánica Central?



Figura 21. Diseño propuesto para el Punto de dirección C de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Punto de dirección D: Intersección final

Descripción: El punto será colocado en las coordenadas 469428 y 1105921 del sistema de proyección CRTM05 de forma que señale la llegada a un cruce del cual se debe dirigir hacia la izquierda para culminar en la Estación 8 o de moverse por el camino de la derecha regresaría al inicio del centro de cuerdas. La frase por incorporar corresponde a: ¿sabías que la dieta de los mamíferos puede ser variable en función al hábitat en el que se desarrollan, por lo que se puede encontrar a coyotes alimentándose de frutos?



Figura 22. Diseño propuesto para el punto de dirección D de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Medidas para la aplicación de la propuesta de interpretación ambiental

Para la implementación de esta propuesta de interpretación ambiental se debería realizar algunas mejoras al sitio. Se identificaron tres puntos específicos de intervenir, además de algunas reformas generales del sitio, esto con la finalidad de mantener un recorrido agradable y de calidad, donde se resguarda la integridad de los usuarios. A continuación, se enlistan los puntos geolocalizados y se describen las recomendaciones.

Punto 1: Entre Estación 1 y Estación 2, creación de gradas.

Se encuentra ubicado en las coordenadas 469520 y 1105934 del sistema de proyección CRTM05, para poder acceder a la Estación 2 el camino se encuentra muy erosionado y sin cobertura vegetal lo que hace que sea muy resbaloso para transitar. Debido a esto se debe realizar la creación de gradas con la finalidad de evitar algún accidente y facilitar el acceso para los usuarios.

Punto 2: Entre Estación 7 y Estación 8, mejora de barandas, creación de gradas y revisión del bambú.

El punto está en las coordenadas 469454 y 1105850 del sistema de proyección CRTM05, para transitar en este espacio se debe establecer gradas que faciliten el ascenso, así como barandas de seguridad ya que dicho sitio está al lado de una ladera y además el bambú se encuentra en un estado maduro por lo que algunas de sus varas se han caído y obstaculizan el paso.

Punto 3: Entre Estación 8 y camino de regreso al centro de cuerdas, colocación de barandas.

Para este sector ubicado en las coordenadas 469433 y 11058997 del sistema de proyección CRTM05, aunque la propuesta de interpretación no está enfocada en este sitio se recomienda la colocación de barandas ya que las personas pueden acceder a este camino el cual se encuentra a la par de una ladera por lo tanto como medida de prevención se recomienda el establecimiento de barandas.

Todos los puntos anteriores se encuentran ubicados en la Figura 23, la cual permite ubicar los puntos a intervenir y su ubicación con respecto al sendero de la propuesta de interpretación ambiental.

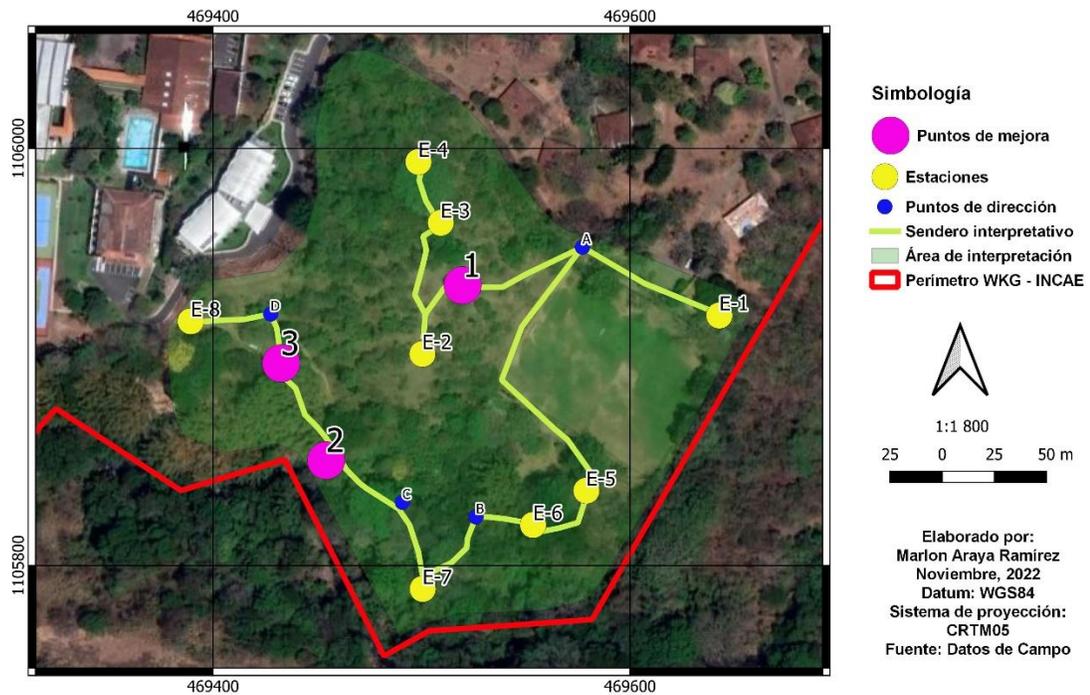


Figura 23. Ubicación de los puntos de mejora para la implementación de la propuesta de interpretación ambiental en el INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones de reformas generales.

Delimitación del sendero:

El sendero actual cuenta con un ancho y condiciones variables por lo tanto se recomienda estandarizar el camino de forma que los visitantes se mantengan dentro del área deseada y no ocasionen perturbaciones mayores a la vegetación del lugar. Para delimitar de manera correcta un sendero se puede utilizar un ancho mínimo de un metro y el sustrato para el camino se recomienda la utilización de piedra o grava, además de piedras grandes para las líneas exteriores.

Entre los beneficios de realizar la delimitación se encuentra la protección de las zonas verdes y que al utilizar piedra la vegetación no puede crecer en este camino lo que reduce el esfuerzo de mantenimiento a largo plazo. Además de brindar una superficie firme en la cual los usuarios puedan transitar de forma segura. A continuación, en la Figura 24 se presenta un posible diseño para la delimitación del sendero según los materiales sugeridos.



Figura 24. Diagrama de diseño y materiales para la delimitación del sendero de la propuesta de interpretación ambiental del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

Utilización de contenedores de residuos:

La utilización de los contenedores de residuos queda a discreción del INCAE; sin embargo, la recomendación se basa en utilizar contenedores fijos y que no se puedan destapar para evitar que la fauna que ronda el sitio no tenga interacción con esta, además se debe fomentar el no llevar ni dejar residuos en el sitio.

Mantenimiento del sendero:

El mantenimiento de los caminos se debe realizar periódicamente con la finalidad de verificar las condiciones de este e identificar algunos eventos como la caída de árboles o deslizamientos. Para esto se recomienda realizar un recorrido observatorio por parte del personal del INCAE una vez al mes y el mantenimiento que corresponde a la corta de vegetación que atraviesa los senderos u otra actividad se debe realizar con una frecuencia de cada dos meses, con excepción de la época lluviosa en la cual se recomienda una vez al mes como mínimo; sin embargo, esto dependerá de las condiciones climáticas ya que en eventos de tormentas tropicales pueden generarse caída de árboles, ramas o deslizamientos que obstaculicen el sendero.

Consideraciones finales de Uso

Otra consideración final para el uso de la propuesta de interpretación ambiental corresponde al listado de acciones permitidas y prohibidas con el objetivo de mantener la integridad tanto de la fauna como la flora del lugar. Se adjunta la recomendación del listado de acciones no permitidas que se pueden sumar a la lista ya establecida por el INCAE.

- A. No fotografiarse con animales (Selfie).
- B. No darle alimento a la fauna.
- C. No tirar residuos orgánicos que contengan semillas a la vegetación.
- D. No extracción de vida silvestre.
- E. No utilizar parlantes u otro equipo que ocasione perturbaciones de ruido al sitio.
- F. No desviarse de los senderos establecidos.
- G. No asomarse por las laderas.
- H. No realizar fogatas.
- I. No dejar sus residuos en el sitio / Disponerlos correctamente.
- J. Evitar realizar los recorridos solo, preferiblemente caminar acompañado.

Adicionalmente, se adjunta una modificación de diseño en el cual se integra la posibilidad de realizar la educación ambiental por medio de los rótulos en las estaciones de la propuesta de interpretación ambiental, sumando las actividades recreativas o elementos visuales deseados por la institución. En la Figura 25 se muestra el concepto planteado para la integración de actividades adicionales.

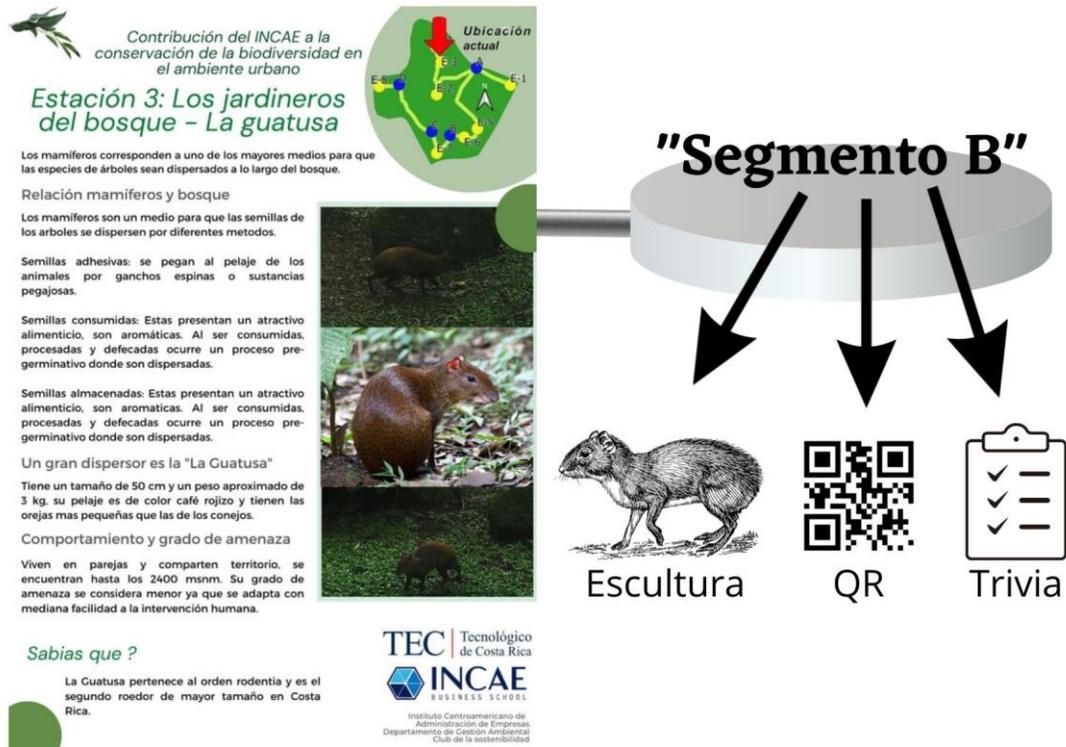


Figura 25. Diseño propuesto para la implementación de actividades o elementos en las estaciones interpretativas del INCAE, Alajuela, Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

El anterior diseño es aplicable para cada una de las estaciones siempre y cuando se mantenga el mensaje a transmitir y las actividades recreativas vayan enfocadas en mejorar las habilidades blandas e impartir la educación ambiental. En el espacio llamado “Segmento B” se pueden incorporar códigos QR que contendrían posibles trivias, formularios, indicaciones u otro material didáctico para llevar a cabo dicha actividad. Además, que se puede utilizar este espacio para la colocación de elementos visuales como esculturas de los mamíferos que se encuentran en el INCAE.

No obstante, antes de ejecutar la propuesta de interpretación ambiental se recomienda realizar una zonificación del terreno del INCAE, dado que este facilita la gestión del territorio. Con la delimitación se identifican sitios donde se pueden enfocar los esfuerzos de educación ambiental, a su vez se ayuda en la conservación de las especies. Por otro lado, se evita la expansión urbana no planificada, así como los efectos que esta tiene en el ecosistema.

5. DISCUSIÓN

La diversidad de flora y fauna en ambientes urbanos.

La diversidad de especies en los ambientes urbanos puede ser muy variable debido a la relación entre las acciones realizadas por el ser humano y los requerimientos de las especies para poder adaptarse a una zona. Estas afectaciones se deben investigar porque según las condiciones de los sitios se pueden eliminar o mantener las relaciones ecológicas que resultan beneficiosas como el control de plagas, regulación de clima y otros efectos positivos de preservar una biodiversidad alta (Paleologos et al., 2017). Entre mayor sea el número de intervenciones y el grado de alteración que realiza el ser humano al ambiente, se genera una mayor presión sobre los recursos disponibles en la zona, esto repercute en la funcionalidad ecológica del sitio (Rojas et al., 2015).

Al haber una menor disposición de alimentos y espacio, la competencia entre especies aumenta lo que ocasiona que sólo las que poseen una gran capacidad de adaptación puedan sobrevivir. Esto se refleja en la posibilidad que tienen las especies exóticas de comportamiento invasor, las cuales tienen diferentes mecanismos que facilitan su establecimiento en las zonas perturbadas; sumado a esto dichas especies poseen un carácter generalista que aprovecha las condiciones generadas por la alteración del ecosistema nativo (Ochoa et al., 2005).

Lo anterior conlleva a que los espacios que han sufrido perturbaciones sean principalmente dominados por especies generalistas. No obstante, cuando se realizan las gestiones adecuadas y se da la importancia a la conservación de la naturaleza los espacios urbanos pueden albergar especies con alta capacidad de adaptación, actuar como un refugio para especies frágiles o en peligro y también pueden disminuir el riesgo de extinción, mitigar los efectos del cambio climático, mantener la dinámica y los servicios que brinda la biodiversidad (Vidal et al, 2013).

Según el estudio realizado para la diversidad de especies en el campus WKG del INCAE, se evidenció que en el caso de la vegetación arbórea para todo el campus tiene valores que son considerados de una alta diversidad para el ambiente en el cual se encuentra (Campo y Duval, 2014). Sin embargo el número de especies que se encontraron en el campus se asemeja al del estudio realizado por Bonilla (2019), donde se indica que el número esperado para un bosque húmedo premontano debería estar entre 44 y 78 especies por hectárea. Se debe tomar en cuenta que en la muestra analizada se estuvo muy cerca de esos valores, por lo que se infiere que el índice de diversidad sumado a la riqueza encontrada en el campus se encuentra una alta diversidad de especies arbóreas distribuidas equitativamente según los valores del índice de Pielou. Por lo tanto, se ratifica que los sitios conservados que se encuentran bajo administración privada son un gran apoyo en la biodiversidad y forman parte del primer contacto que tienen las personas de las ciudades con la naturaleza (Valdés y Foulkes, 2019).

Para el área de estudio el contacto con la naturaleza es al bosque secundario, esto debido a que las especies que conforman la mayor parte de la composición florística del lugar son *Guazuma Ulmifolia*, *Miconia argentea*, *Cecropia peltata* y *Luehea speciosa*; dichas especies son heliófitas durables que son propias de sitios de bosque secundario (SIREFOR, 2019). Estos bosques secundarios son propios de sitios que han sufrido alguna perturbación y no representan todas las relaciones ecológicas que habría en un bosque primario, no obstante, se pueden realizar acciones de restauración que mejoran la diversidad del sitio (Sabogal, 2017).

Dentro de las razones que podrían explicar porque la composición de especies corresponde a sitios alterados, resulta importante destacar la historia de uso del suelo. Debido a que en esta se encuentra la clave para comprender el porqué de la sucesión ecológica actual (Font, 2008). Según lo indicado por L. Arias, con anterioridad al establecimiento de la universidad, el uso correspondía a un "Country

club” (Comunicación personal, 28 de junio de 2022); lo cual aclararía porqué en el sitio se encuentran varias especies de frutales y la distribución expandida de la infraestructura tipo casona que se utiliza. Este último aspecto corresponde a como la cantidad, la calidad y la configuración espacial de las áreas urbanas impactan en el ecosistema y la biodiversidad que se puede desarrollar (Concepción, 2022). Lo anterior recalca la importancia de tener una adecuada zonificación y planificación urbana que no solo ocasionará beneficios a la población citadina sino también las especies de fauna y flora.

En cuanto a los mamíferos terrestres estos se ven muy afectados por la fragmentación, siendo que algunos sitios no siempre mantienen la condiciones para resguardar los mamíferos de mayor tamaño (Arias y Gamboa, 2007). Un efecto de las alteraciones como la fragmentación y el urbanismo se encuentra en la composición florística de las áreas remanentes, que afecta la diversidad, debido a que no siempre contienen todos los componentes arbóreos necesarios para la presencia de los mamíferos (Matteuci y Falcon, 2019). A pesar de que gran área del campus se encuentra bajo efectos de la fragmentación y la infraestructura, se destaca la importancia de las zonas más protegidas que logran albergar a las siete especies encontradas en el estudio.

La presencia de las especies de fauna se relaciona con el grado de similitud entre los transectos evaluados, donde según los valores indican que se comparte la presencia de especies. Esto se puede deber a que las condiciones ecológicas presentes en el campus son muy similares, beneficiando el parecido entre especies arbóreas y la presencia de especies de mamíferos (Soler et al., 2012). También se debe tomar en cuenta la diversidad evaluada que indica que es baja para el área en estudio, no obstante, se debe considerar la matriz urbana con los diferentes usos (agricultura, pastos entre otros) en la cual se encuentra el campus. En comparación con un estudio realizado por Arroyo et al (2013) se obtuvo que el gremio trófico que tuvo más riqueza

fue el de los frugívoros que albergan a especies con características más generalistas relacionado con su capacidad de adaptación a los ambientes perturbados.

Entre las especies de frugívoros encontradas en el campus del INCAE destacó *Sciurus vairegatoides* (la ardilla) que fue la especie más observada con avistamientos directos. Esto se puede deber a que el campus posee características muy importantes para el desarrollo de esta especie, siendo que en el campo se le observó consumiendo diversos frutos de los árboles y también se encontró conviviendo en sitios muy cercanos a infraestructura. La razón del porqué se puede encontrar fácilmente a la ardilla en estos ambientes radica en la gran capacidad que tiene para adaptarse a los sitios muy alterados como cultivos y ciudades, formando parte de la fauna que la mayoría relaciona con las áreas urbanas (Mencía, 2021).

Por otro lado, *Canis latrans* (el coyote) en los últimos años ha despertado una mayor preocupación por la población de las ciudades, siendo más frecuente su avistamiento. Esto sucede de la misma forma en el INCAE, donde fue la especie más reportada en el fototrampeo y con una gran cantidad de avistamientos indirectos. Esto se explica a razón de que el coyote posee una gran capacidad de adaptación a los ambientes urbanizados y a características como su potencial reproductivo, la habilidad para dispersarse y su comportamiento generalista (Elvir et al., 2019). Esta capacidad de adaptarse se debe a la plasticidad ecológica que tiene el coyote, puesto que respecto a su alimentación puede consumir frutos y otros alimentos que lo podrían considerar como omnívoro; sin embargo, esta especie cumple un papel muy importante como regulador de poblaciones al considerarse el depredador tope de sitios perturbados (Espinoza et al. 2018).

A pesar de las complicaciones que tienen las especies de flora y fauna para subsistir en ambientes urbanizados, logran brindar diversos servicios que hacen posible el desarrollo de las ciudades. Una estrategia para conservar la diversidad biológica y reducir los impactos de la expansión urbana, es la creación de corredores biológicos

que facilitan la conectividad entre áreas remanentes de vegetación. Al preservar la biodiversidad no solo se mantienen las condiciones necesarias para el desarrollo de las especies, sino que se mejora la calidad de vida de los habitantes (Trujillo et al., 2017).

Conservación de ecosistemas naturales en paisajes urbanizados

Los paisajes urbanizados son productos de la expansión urbana, la cual se da por el aumento en las necesidades de la población que vive en estas zonas teniendo que aumentar el espacio utilizado como ciudad, esto conlleva a grandes impactos sobre el aspecto ambiental, tales como la alteración de la hidrografía, alteración del clima, contaminación del suelo, contaminación atmosférica, así como una alteración y destrucción del paisaje (Gaviria, 2014). La contaminación es uno de los efectos que se mencionan primero cuando se habla de impactos de la ciudad hacia los ecosistemas naturales como su efecto en la desaparición de especies (Tellería, 2013). Esto se debe a que la ciudad consume muchos recursos, pero igualmente genera muchos residuos de diferentes tipos. Los residuos sólidos que se generan desde los sectores de producción, comercio y el residencial generan una gran contaminación a los ecosistemas, estos no siempre son manejados y frecuentemente son depositados en calles, orillas de caminos, laderas, cuerpos de agua y otros sitios en los que se encuentra la vida silvestre. Lo anterior ocasiona diversos problemas al medio ambiente como interrupción de cadenas tróficas, desequilibrio de condiciones químicas entre otras afectaciones que dificultan la supervivencia de la vida silvestre en estos paisajes (Badii et al, 2015).

Uno de los principales efectos de los ambientes urbanos se encuentra la fragmentación del paisaje, esto debido al aumento de requerimientos por parte de la ciudad ocasionando cambios en el ambiente como movimiento de tierra, deforestación, modificación del flujo de los cuerpos de agua entre otras acciones. Esto ha provocado una reducción y aislamiento de los hábitats naturales remanentes,

afectando a muchas especies con distribuciones reducidas generando su desaparición (Valencia et al., 2012). Otro efecto que ocurre es la “Teoría de Biografía de Islas”, la cual explica qué aspectos como el tamaño del hábitat, la distancia entre remanentes y la forma del parche son factores determinantes en la composición de las especies que pueden mantenerse en estos ecosistemas (Musicante, 2013).

Entre los efectos que tiene la fragmentación al ecosistema se encuentra la ruptura de la cadena trófica, ocasionando la pérdida de especies y su posterior extinción, incluso se afectan relaciones ecológicas como las interacciones mutualistas planta animal (Quintero et al., 2012). También, se incluye la reducción en la disponibilidad del hábitat por lo que la división y pérdida de recursos afectan directamente a la biodiversidad. En cuanto a la capacidad de adaptación de las especies hay que considerar que algunas son más resistentes que otras, lo que genera que algunas puedan sobrevivir en estos ambientes con menor dificultad. Sin embargo, la mayoría de las especies son impactadas negativamente (Arasa et al., 2021). No obstante, las especies que logran sobrevivir no quedan exentas de sufrir problemas a nivel genético, ya que se dificulta la interacción con otras poblaciones de la especie e incluso se impactan en gran medida las relaciones con otras especies. Todas estas consecuencias de la fragmentación del paisaje la postulan como una de las principales amenazas en la conservación de la biodiversidad, por lo que en iniciativas de protección en zonas urbanas se propone como una de las principales amenazas a resolver (Szek, 2012).

Los ecosistemas naturales son la base para el desarrollo de las ciudades ya que estas generan los bienes y servicios que necesita la sociedad para su progreso, un aspecto muy importante de los ecosistemas es la diversidad biológica que se puede encontrar, la cual tiene un papel muy importante en proveer diferentes productos con valores ecológicos, sociales, económicos, culturales y otros que son básicos para solventar las necesidades del ser humano (Moncada, 2019). Para iniciar con un proyecto de

conservación se debe conocer los recursos naturales que se tienen en el sitio de interés, a partir de lo mencionado radica la importancia de realizar estudios que demuestren la diversidad presente y las consideraciones a tener en cuenta para cumplir con el objetivo de preservar exitosamente el ecosistema natural. Las iniciativas de ese tipo son muy importantes tanto en el ámbito público como el privado siendo que en este último se pueden integrar estrategias como las buenas prácticas de manejo, exenciones tributarias o incluso el apoyo directo de terrenos de índole privado que mantengan zonas de protección en sus terrenos (Jaramillo et al, 2012).

Los resultados de la conservación de ecosistemas naturales en la matriz urbana no sólo les interesan a las entidades gubernamentales, sino también a las de carácter privado ya que para el bienestar y producción de la ciudad se debe buscar el desarrollo sostenible. Este se encuentra ligado a la condición en que se encuentran los recursos naturales y aunque en muchas ocasiones se ignora el hecho de que las ciudades son un ecosistema muy dependiente de los servicios que generan los ecosistemas naturales. A fin de preservar la calidad de vida y los recursos naturales es muy importante aplicar la educación ambiental que debe desarrollarse en la línea del desarrollo sostenible (Severiche, 2016). Este desarrollo debe buscar el equilibrio y la complementariedad ecológica de forma que la planificación urbana considere los usos del territorio actual con respecto a las necesidades del ecosistema aledaño. Esto conlleva una consciencia que albergue el conocimiento técnico para el aprovechamiento sostenible de recursos. Por ende se requiere una planificación urbana adaptada a las características de la zona y a los requerimientos de la ciudad (Barrios, 2012).

La importancia de la interpretación ambiental en la conservación de la biodiversidad

La interpretación ambiental realizada en el campus universitario del INCAE tiene como objetivo destacar la riqueza natural que albergan los terrenos que se encuentran bajo la gestión de la universidad. Posteriormente la finalidad de demostrar

la riqueza del sitio es para que los usuarios puedan generar un mayor grado de educación, concientización y pertenencia; siempre bajo el eje de trabajo de la sostenibilidad por lo que dicha propuesta cumple con lo que se denomina interpretación ambiental ya que es un proceso de comunicación sobre valores naturales o culturales con la finalidad de generar un sentido de cuidado y conservación (García y Sánchez, 2012). Para lograr cumplir con el objetivo de la interpretación ambiental existen diferentes métodos que se pueden utilizar entre los cuales se encuentra el material impreso como libros folletos, la construcción de infraestructura como centros de capacitación o también los senderos interpretativos. Esta última la cual fue técnica aplicada en esta propuesta de interpretación ambiental ya que los senderos tienen la facilidad de mantener cierto grado de contacto entre el visitante y el mensaje que se pretende otorgar. Además, ayuda a que el visitante pueda interiorizar y centrarse en la educación ambiental manteniendo un hilo conductor entre el sendero y los recursos naturales a enseñar (García, 2019).

El mensaje que se plantea impartir por medio de la propuesta de interpretación se enfoca en que los estudiantes y funcionarios comprendan la importancia que tiene el INCAE en la conservación del medio ambiente. También de como la preservación de áreas verdes ayuda a conservar la biodiversidad de la región, siendo una de las acciones de índole ambiental en las que la institución colabora al bienestar de la sociedad. Lo anterior se resume bajo la temática de la propuesta que es “Contribución del INCAE a la conservación de la biodiversidad en el ambiente urbano”, tal como lo indica el título la meta es que comprendan los elementos del componente arbóreo y los mamíferos disponibles en el recorrido del sendero interpretativo. Al impartir educación ambiental no sólo se muestra los recursos que tiene un sitio, sino que también se capacita a la sociedad, reforzando el pensamiento crítico y el desarrollo de prácticas e iniciativas que están ligadas al compromiso del bienestar social. La educación ambiental es un proceso dinámico y participativo que genera soluciones

para la problemática de índole ambiental, lo que ubica a la educación como una de las principales herramientas para la gestión (Canaza, 2019).

Esta propuesta de interpretación corresponde no sólo a la educación ambiental del sitio, sino que también es una forma de acercarse al desarrollo sostenible, el cual es uno de los objetivos que tiene la institución y al cual apoya generando una población concientizada. Esta población logra desarrollar una aptitud crítica y técnica en la que analicen sus acciones y evalúen si estas no repercuten en la relación del ambiente y el desarrollo humano (Cano et al, 2019). Para apoyar las acciones en pro del desarrollo sostenible se encuentran los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), donde la educación sobre estos genera el conocimiento técnico necesario para ser aplicado a los proyectos de los usuarios y por ende se ayude a cumplir las metas del desarrollo sostenible. Dentro de los objetivos en los que el INCAE apoya la meta de los ODS, se encuentra el número 15 el cual busca promover el uso sostenible de los ecosistemas y frenar la pérdida de diversidad biológica, además de algunas otras acciones que colaboran con otros objetivos del desarrollo sostenible (FAO, 2019).

El INCAE por medio de la aplicación de la propuesta establece una primera base en la cual realizar diferentes acciones por el medio ambiente. Una de estas es mejorar las condiciones actuales para aumentar la biodiversidad, no sólo de los mamíferos sino otros grupos de fauna. Incluso podría unir esfuerzos con instituciones estatales como podría ser el apoyo a la gestión del corredor interurbano Garcimuñoz u otras iniciativas o estrategias.

6. CONCLUSIONES

- Las especies de árboles que conforman gran parte de la cobertura en el campus WKG del INCAE se conocen por la producción de frutos, los cuales posiblemente forman parte de la dieta de los mamíferos que utilizan el campus.
- Al analizar la diversidad de especies arbóreas se estableció que los valores obtenidos representan una diversidad media a baja para el campus al igual que la diversidad por parcela. No obstante, las especies se encuentran con una alta abundancia con respecto a su distribución en el área evaluada.
- Los valores de similitud evidenciaron que todas las comparaciones realizadas entre especies arbóreas y los transectos muestran un cierto parecido, con la excepción del transecto 3 que no mostro ningún parecido.
- La diversidad de mamíferos obtenida resultó baja; no obstante, se considera un logro acumular una riqueza de siete especies de mamíferos terrestres, esto por la matriz de desarrollo urbano y el efecto que tiene la fragmentación en el desarrollo del ecosistema del INCAE.
- Del análisis de mamíferos se concluyó que *Canis latrans* y *Dasyprocta punctata* son las especies que tienen las condiciones para estar presente en todos los transectos evaluados.
- Con respecto a los gremios tróficos los frugívoros tienen la mayor cantidad de representantes, mientras que el peso corporal que se encuentra entre 1 kg y 5 kg está en todos los transectos, además de contener la mayor cantidad de especies para ese rango de peso.
- Por medio de la validación de la propuesta de interpretación se concluyó que la iniciativa es realizable para la institución al igual que integró los elementos con

mayor valor interpretativo marcando una línea base para seguir trabajando en materia ambiental.

- El eje de trabajo del INCAE que trata sobre la sostenibilidad se ve apoyado por medio de iniciativas como la propuesta de interpretación, ya que durante la actividad se otorgan las bases para concientizar a la población, además de abrir la posibilidad de unir esfuerzos con otras organizaciones y generar un impacto positivo en la sociedad.
- El campus WKG posee un gran potencial para realizar más actividades de carácter ambiental; sin embargo se debe considerar una zonificación del territorio para enfocar los esfuerzos en las zonas adecuadas.

7. RECOMENDACIONES

La propuesta de interpretación integró los resultados obtenidos para los componentes de vegetación arbórea y mamíferos terrestres; sin embargo, es recomendable realizar estudios en otros grupos de fauna o vegetación para agregar las especies importantes a una segunda fase del sendero interpretativo.

El tiempo de muestreo para el presente estudio se realizó en la época lluviosa, por lo que para posteriores estudios se recomienda aumentar el tiempo de muestreo de forma que abarque la época seca. Igualmente, para futuros estudios se recomienda aumentar el número de cámaras trampa con el fin de aumentar el esfuerzo de muestreo y la probabilidad de aumentar los avistamientos de fauna.

El objetivo del análisis de fauna y flora realizado en el campus WKG generó un listado de especies válido para el área estudiada. Se recomienda ampliar la zona de estudio a jardines, zonas abiertas y otras áreas no evaluadas en este estudio con la finalidad de analizar posibles variaciones en la composición de especies. Además, se sigue estudiando en futuras investigaciones las especies de plantas herbáceas.

Se recomienda estudiar otros grupos de fauna como aves, reptiles, anfibios e insectos, que complementen el listado generado en este trabajo. Así mismo, estudiar interacciones planta-animal como es el caso de la polinización, la dispersión de semillas, la herbívora y otras relaciones que se pueden desarrollar en sitio. Lo anterior para un mejor entendimiento del funcionamiento del ecosistema y un mejor panorama para la toma de decisiones de conservación en el campus.

Se recomienda realizar monitoreos periódicos, con la finalidad de evaluar el estado de los grupos de especies estudiados.

El campus al encontrarse en una matriz urbana, sus ecosistemas pueden estar siendo influenciados de forma negativa por los usos del suelo del paisaje. Por tanto, se recomienda realizar estudios a escala de paisaje, con la finalidad de analizar la

conectividad del campus a nivel estructural y funcional con otros fragmentos de bosque ubicados fuera del campus.

Una vez se establezca la propuesta de interpretación, se recomienda realizar validaciones con los usuarios, con la finalidad de detectar mejoras y evaluar el grado de consciencia desarrollado a través de la iniciativa. Igualmente, se recomienda en un futuro ampliar el público meta a colegios, escuelas y otros grupos de la comunidad, para contribuir en mayor medida en la educación ambiental, que genere un mayor grado de consciencia en la sociedad.

8. REFERENCIAS

- Alba Hidalgo, D. (2017). Hacia una fundamentación de la sostenibilidad en la educación superior. *Revista Iberoamericana De Educación*, 73, 15-34. <https://doi.org/10.35362/rie730197>
- Alfaro, V. C., & Quesada, F. D. (2016). Registro de mamíferos silvestres atropellados y hábitat asociados en el cantón de La Fortuna, San Carlos, Costa Rica. *Biocenosis*, 30(1-2).
- Arasa-Gisbert, R., Arroyo-Rodríguez, V., Andresen, E. 2021. El debate sobre los efectos de la fragmentación del hábitat: causas y consecuencias. *Ecosistemas* 30(3): 2156. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2156>
- Arias-Le Claire, H. Gamboa-Badilla, N. "Influencia de la fragmentación del bosque y el manejo forestal en la composición de especies de mamíferos en el noreste de Costa Rica.," *La Habana*, Jul. 2007.
- Arroyo Chacón, E., Riechers Pérez, A., Naranjo, E. J., & Rivera-Velázquez, G. (2013). Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos silvestres entre hábitats en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. *Therya*, 4(3), 647-676.
- Badii, M. H., Landeros, J., & Cerda, E. (2015). Papel de los Ecosistemas en la Sustentabilidad. *Cultura Científica Y Tecnológica*, (21). Recuperado a partir de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/437>
- Barreto Cáceres, M. B., & Owen, R. D. (2019). Relación de los pequeños mamíferos terrestres (Rodentia y Didelphimorphia) con la estructura de la vegetación en el Bosque Atlántico Interior-un análisis multivariado. *Therya*, 10(3), 359-369.
- Barrios, J. C. (2012). Ecosistemas urbanos. *Ambienta*, 98, 144-154. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM/Ambienta_98.pdf#page=146

- Briceño Fonseca, L.M, Mahecha Garzón, A.G y Triana Gómez, M. A. (2017). Recuperación etnobotánica del uso tradicional no maderable del bosque secundario en el municipio de Nocaima, Cundinamarca. Mutis 7(1), 48-66, <http://dx.doi.org/10.21789/22561498.1188>
- Bonilla-Villalobos, V. (2019). Caracterización florística de un paisaje antrópico con árboles remanentes en el Valle Central Occidental de Costa Rica. Repertorio Científico, 22(1), 17-28.
- Campo, Alicia María; Duval, Valeria Soledad; Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural: Parque Nacional Lihué Calel (Argentina); Universidad Complutense de Madrid; Anales de Geografía de la Universidad Complutense; 34; 2; 3-11-2014; 25-42
- Canaza-Choque, F. A. (2019). De la educación ambiental al desarrollo sostenible: desafíos y tensiones en los tiempos del cambio climático. Revista de Ciencias Sociales, (165), 155-172. Disponible en: <https://www.academica.org/franklin.americo.canazachoque/9>
- Canet-Desanti, L. (2021). Diagnóstico sobre la efectividad de manejo de los corredores biológicos de Costa Rica. Informe fase I. 1-383 Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10162>
- Cano, R, Picó, P, J. Maria, & Dimuro, G. (2019). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como marco para la acción y la intervención social y ambiental. RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía, 9(17), 25-36. <https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.02>
- Carrillo, E. Wong, G. and Sáenz, J. Mamíferos de Costa Rica, 2nd ed. Santo Domingo: INBio, 2002.

- Cascante M., Alfredo y Estrada Ch., Armando. (2001). Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 49 (1), 213-225. Recuperado el 19 de noviembre de 2022, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442001000100020&lng=en&tlng=es
- Castelao, G., Gómez, N. y Finelli, N. (2019). Distribución de espacios verdes públicos y calidad de vida. Análisis comparativo en tres municipios de la provincia de Santa Fe [Ponencia]. VII Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas y XXI Jornadas de Geografía de la UNLP, La Plata, Argentina. Disponible en: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.13518/ev.13518.pdf
- Castro-Barrantes, L. (2019). Herramientas para el manejo e interpretación ambiental del Complejo Educativo Ambiental Naciente Arriaz (CEANA), Quircot, Cartago, Costa Rica. (Tesis de licenciatura). Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 100 p.
- Chaves, N. C., Méndez, J. M., Fonseca, M. M., & Rodríguez, T. M. (2022). Enseñanza de los símbolos nacionales como identidad costarricense en un mundo globalizado. *Perspectivas*, (25), 1-13.
- Concepción, E.D. 2022. Expansión urbana o cómo el suelo urbanizado se dispersa por el paisaje: Implicaciones para la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas* 31(1): 2165. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2165>
- Cordero, P., Vanegas, S., & Hermida, M. A. (2015). La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible. Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 6(1), 107– 130. <https://doi.org/10.18537/mskn.06.01.09>
- Cossíos, E. D., Alcázar, P., Fajardo, U., Chávez, K., Alfaro-Shigueto, J., Cárdenas-Alayza, S. & Ruiz, E. (2012). El orden Carnivora (Mammalia) en el Perú: Estado del conocimiento

y prioridades de investigación para su conservación. *Revista peruana de Biología*, 19(1), 17-26.

Cruz, E. & Perafan, J. (2021). Carbono, sombra, temperatura y percepciones de los servicios ecosistémicos en los espacios verdes campus [Tesis de Pregrado, U.D.C.A, Bogotá-Colombia]https://www.researchgate.net/publication/357574840_Carbono_sombra_temperatura_y_percepciones_de_los_servicios_ecosistemicos_en_los_espacios_verdes_campus_UDCA_Bogota-_Colombia

Cruz-Elizalde, Raciél, & Ramírez-Bautista, Aurelio. (2012). Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2), 458-467. Recuperado en 01 de junio de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532012000200017&lng=es&tlng=es.

Cuarón, A.D., Reid, F., Helgen, K. & González-Maya, J.F. 2016. *Eira barbara*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T41644A45212151. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41644A45212151.en>

Decreto N° 33106 de 2006 [Poder Ejecutivo]. Crea Programa Nacional de Corredores Biológicos. 9 de febrero del 2006.

Domínguez Gómez, T. G., González Rodríguez, H., Ramírez Lozano, R. G., Estrada Castillón, A. E., Cantú Silva, I., Gómez Meza, M. V., ... & Alanís Flores, G. (2013). Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. *Revista Mexicana de ciencias forestales*, 4(17), 106-122.

Elvir-Valle, F. A., Portillo-Reyes, H. O., & Marineros-Sánchez, L. E. (2019). Distribución potencial y notas acerca del coyote (*Canis latrans*) en Honduras. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 9(1), 20-30.

- Emmons, L. 2016. *Dasyprocta punctata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T89497686A78319610. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T89497686A78319610.en>
- Espinosa-Flores, M. E., Lara-Díaz, N. E., & López-González, C. A. (2018). Respuesta a un paisaje antropizado por el género *Canis* en el centro de México. *Ecología y Conservación de Fauna en Ambientes Antropizados*. REFAMA-CONACyT-UAQ. Querétaro. México. pp, 5-15.
- FAO. 2019. El apoyo de la FAO para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible en América del Sur – Panorama. Santiago de Chile. 72 pp. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca3884es/CA3884ES.pdf>
- Font, A. R. (2008). Biodiversidad del suelo, conservación de la naturaleza y sostenibilidad. *Tecnología en Marcha*, 21(1), 184-190.
- Gastezzi-Arias, P., Alvarado-García, V., & Pérez-Gómez, G. (2017). La importancia de los ríos como corredores interurbanos. *Biocenosis*, 31(1-2).
- García, L. R. (2019). Guía para el diseño y operación de senderos interpretativos. Secretaria de turismo. Mexico. 148p. Disponible en: <http://190.57.147.202:90/jspui/bitstream/123456789/293/1/Gu%C3%ADa-para-el-dise%C3%B1o-y-operaci%C3%B3n-de-senderos-interpretativos.pdf>
- García, M., & Sánchez, D. (2012). Centros de interpretación: Lineamientos para el diseño e implementación de centros de interpretación en los caminos ancestrales andinos. Lima, Perú. Instituto de Montaña y UICN-Sur, 2012. 45 p. Disponible en: http://mountain.pe/wp-content/uploads/2015/07/Cuaderno4_CentrosInterpretacion.pdf
- Gaviria-Gutiérrez, Z. (2014). La expansión urbana sobre las periferias rurales del entorno inmediato a la ciudad metropolitana. *Revista Soluciones de Postgrado EIA*, Medellín,

Colombia, Número 3. p. 63-74 Disponible en:
<https://repository.eia.edu.co/handle/11190/643>

- Guadamos, Y. L., & Julca, K. E. (2022). Análisis de la eficiencia para la remediación con *Brassica juncea*, *Cecropia peltata* y *Urtica urens* en suelos contaminados por minería, de 2010 al 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/31487>
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology, with photographic supplement prepared by Joseph A. Tosi, Jr., revised ed. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
- Holgado, P. M., Menárguez, A. B. B., Bastidas, Á. Z., & Rieth, L. J. (2017). Las vías pecuarias y caminos rurales, ámbitos clave para la conservación de la biodiversidad: análisis de casos en Soto del Real (Madrid). In *Naturaleza, territorio y ciudad en un mundo global* (pp. 297-306). Asociación de Geógrafos Españoles.
- Hurtado, J. A., Soto, C. C., "Manual para el monitoreo participativo de vertebrados terrestres a través de cámaras trampa en Costa Rica," Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, 2017.
- INCAE. (23 de Noviembre de 2022). Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible. INCAE. <https://www.incae.edu/es/clacds/acerca.html>
- Jaramillo, Carmen, Vega, J. M. Alonso, Aburto, Jaime, Martínez-Tillería, Karina, F. Leon, Mario, A. Pérez, Miguel, Gaymer, Carlos F., & Squeo, Francisco A.. (2012). Biodiversity conservation in Chile: New challenges and opportunities in terrestrial and marine coastal ecosystems. *Revista chilena de historia natural*, 85(3), 267-280. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2012000300002>
- Jost, L., (2018). ¿Qué entendemos por diversidad. El camino hacia la cuantificación. *Mètode Science Studies Journal*, 98, 39-45. DOI: 10.7203/metode.9.11472

- Jost, L., & González-Oreja, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana*, 56(1-2), 3–14. Recuperado a partir de <http://www.lillo.org.ar/journals/index.php/acta-zoologica-lilloana/article/view/240>
- Kays, R. 2018. *Canis latrans* (errata version published in 2020). The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T3745A163508579. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T3745A163508579.en>
- Maldonado, P. (2015). Propagación asexual, viabilidad, imbibición y descripción de fruto, semilla y plántula de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) HBK y *Malpighia mexicana* A. Juss.), [Tesis de doctorado, Colegio de postgraduados, Mexico]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10521/2828>
- Marín, P. C., Espinoza-Chacón, A., & Carvajal, J. P. (2020). Ampliación del rango altitudinal y primer registro de *Dasyprocta punctata* (Rodentia: Dasyproctidae), en el Parque Nacional Braulio Carrillo, Sector Volcán Barva, Costa Rica. *Mammalogy Notes*, 6(1), 0117-0117.
- Marquines Torres, C. A. (2022). Situación actual de la comercialización del cultivo de mango (*Mangifera indica*) en el Ecuador [Bachelor's thesis, BABAHOYO, Ecuador]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11320>
- Matteucci, Silvia Diana; Falcón, Miguel; (2012). Efectos de la urbanización sobre la biodiversidad; *Fundación de Historia Natural Félix de Azara*; 272-291p.
- Mattioli, L., & Nozica, G. (2018). Territorial Management of Good Living - Socio-Ecological Transition. *Landscape, Heritage and Biodiversity, Concepts Divergent or Convergent?* *Anuário do Instituto De Geociências*, 40(1), 26-33. 10.11137/2017_1_26_33
- Mejía, D. M. M. (2021). Las ardillas mis vecinas, ¿ cómo se han adaptado a las ciudades?. *Centro*, 13, 91-95.

- Mejía Young, Y. (2018). Filogeografía de la taira *Eira barbara* (Carnivora: Mustelidae) a través de su rango de distribución, mediante marcadores moleculares. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia]. Disponible en: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.38675>
- Moncada Rojas, J. R. (2019). Líneas estratégicas para la conservación de la biodiversidad. *Revista de Ciencia y Tecnología Agrollanía*, vol. 18. 49-55. Disponible en: <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/654321/3612>
- Montoya, J. (2016). Reconocimiento de la biodiversidad urbana para la planificación en contextos de crecimiento informal. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 9 (18), 232-275.
- Morales Cerdas, V., Piedra Castro, L., Romero Vargas, M., & Bermúdez Rojas, T. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades costarricenses. *Revista De Biología Tropical*, 66(4), 1421. 10.15517/rbt.v66i4.32258
- Morera Huertas, J. (2014). Caracterización ultra-estructural y filogenética de nematodos presentes en la simbiosis *Cecropia-Azteca*, con énfasis en *Sclerorhabditis* sp.(Nematoda: Rhabditidae).[Tesis de Grado, Universidad de Costa Rica, Costa Rica].Disponible en: <http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2885/1/38146.pdf>
- Murray, K. G., Kinsman, S., & Bronstein, J. L. (2014). Interacciones planta-animal. Monteverde: ecología y conservación de un bosque nuboso tropical. *Bowdoin's Scholars' Bookshelf*. Book, 3, 376-470.
- Musicante, M. L. (2013). Efectos de la fragmentación del hábitat sobre himenópteros antófilos (Insecta) en el Bosque Chaqueño Serrano. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Córdoba, Colombia]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11086/11603>

- Navarro P, Jonathan y Gómez L, Alexander. (2015). Diversidad de mamíferos terrestres en bosques cercanos a cultivos de piña, Cutris de San Carlos, Costa Rica. Cuadernos de Investigación UNED, 7 (1), 58-65. Recuperado el 19 de noviembre de 2022, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662015000100058&lng=en&tlng=es.
- Ochoa G., José, Bevilacqua, Mariapía, & García, Franger. (2005). Evaluación ecológica rápida de las comunidades de mamíferos en cinco localidades del Delta del Orinoco, Venezuela. *Interciencia*, 30(8), 466-475. Recuperado en 24 de noviembre de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000800007&lng=es&tlng=es.
- ONERN. (1976). Mapa ecológico del Perú: Guía explicativa. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
- Ortiz-Malavasi, E. (2014). Atlas de Costa Rica 2014. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://hdl.handle.net/2238/6749>
- Paleologos, María Fernanda; Iermanó, María José; Blandi, María Luz; Sarandon, Santiago Javier; Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología; Universidade de Santa Cruz Do Sul; *Redes*; 22; 2; 5-2017; 92-115
- Peral, G. T. (2015). Papel de las zonas verdes urbanas en las estrategias globales de conservación usando las hormigas como bioindicadores [Doctoral dissertation, Universidad de Córdoba, España]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=66257>
- Piedra Castro, L., Ramírez Vargas, M., & Ovarés Campos, L. (2017). Las cuencas urbanas y su fauna: el caso del río Pirro, Heredia, Costa Rica. *Biocenosis*, 31(1-2).

- Polo Álvarez, A. F. (2022). Distribución geográfica potencial de *Guazuma ulmifolia* Lam.(Malvaceae) y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.(Fabaceae) bajo escenarios del cambio climático en Colombia. [Tesis de Grado, Universidad de Córdoba, Colombia]. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/6272>
- Quintero, A. A., Osorio, D. Domínguez., & Valenzuela, L. (2012). Algunas reflexiones sobre fragmentación y sus retos para la investigación. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 2(1), 15-20.
- Rodríguez-Herrera, B., Ramírez-Fernández, J. D., Villalobos-Chaves, D., & Sánchez, R. (2014). Actualización de la lista de especies de mamíferos vivientes de Costa Rica. *Mastozoología neotropical*, 21(2), 275-289.
- Rojas, C., de la Barrera, F., Aranguíz, T., Munizaga, J., & Pino, J. (2017). Efectos de la urbanización sobre la conectividad ecológica de paisajes metropolitanos. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(2), 155-182.
- Rojas-Rodríguez, F., & Torres-Córdoba, G. (2019). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción del Guácimo ternero (*Guazuma ulmifolia* Lam.). *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 16(39), 61-63.
- Rojas-Rodríguez, F., & Torres-Córdoba, G. (2020). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.). *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 17(41), 106-108.
- Rojas, C., Sepúlveda-Zúñiga, E., Barbosa, O., Rojas, O., & Martínez, C. (2015). Patrones urbanos en la biodiversidad de los humedales metropolitanos del Área Metropolitana de Concepción. *Revista De Geografía Norte Grande*, (61), 181-204.
- Romero Oviedo, M. J. (2020). Efecto de la fragmentación del paisaje sobre la diversidad de mamíferos terrestres en la vereda El Diamante, Tierralta-Córdoba. [Tesis de grado,

Universidad de Córdoba, Colombia]. Disponible en:
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3537>

Rosselló Melis, R. (2016). Fragmentación de hábitats protegidos por infraestructuras viarias de transporte en Mallorca: evaluación, diagnóstico y propuestas de gestión.[Tesis de grado, Iniversitat de les Illes Balears] Disponible en: <http://hdl.handle.net/11201/2071>

Sabogal Dunin Borkowski, A. (2017). Bosques y cambio climático en el Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables (INTE-PUCP). Lima, Peru. 1-112p. Disponible en: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/134554>

Sánchez-Brenes, R. J., & Monge, J. (2021). Períodos de actividad y dieta de *Dasyprocta punctata* (Gray, 1842) (Rodentia; Dasyproctidae) en agroecosistemas con café, San Ramón, Costa Rica. *Acta zoológica mexicana*, 37.

Severiche, C. A. S., Bustamante, E. M. G., & Morales, J. D. C. J. (2016). La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 18(2), 266-281.

SIREFOR. (23 de noviembre de 2022). Listado de especies con Gremios Ecológicos Actualizado 2018 [Archivo Excel]. SIREFOR. https://www.sirefor.go.cr/Sirefor/publicaciones_tabla?nombre=Especies

Soler, P., Berroterán, J., Gil, J., & Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62(1-4), 025-038.

Szek, M. (2012). Fragmentación del paisaje en áreas protegidas. [Tesis Doctoral. Universitat De Barcelona. España]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2445/41998>

- Tellería, J. L. (2013). Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 10, 13-25. Disponible en: <http://www.rsehn.es/cont/publis/boletines/189.pdf>
- Torres Salas, L. A, García Rojas, A y Alvarado Arguedas, A. (2018). La evaluación externa: Un mecanismo para garantizar la calidad de la educación superior en Costa Rica. *Revista Electrónica Educare*, 22(2), 1-16. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.22-2.16>
- Tropicos.org. Jardín Botánico de Misuri. 6 de noviembre de 2022 <http://www.tropicos.org/Name/21300477>
- Trujillo-Acosta, A., Peraza-Estrella, M. J., Marina-Hipólito, J. G., & Boraschi, S. F. (2016). Evaluación del Corredor Interurbano Río Torres, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(34), 53–62. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i34.3001>
- Valdés, P., & Foulkes, M. D. (2016). La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional aplicación a los ejes recreativos y culturales de resistencia y su área metropolitana. *Cuaderno urbano*, 20(20), 0-0.
- Valencia-Díaz, S., Flores-Palacios, A., & Castillo-Campos, G. (2012). Tamaño poblacional y características del hábitat de *Mammillaria eriacantha*, una cactácea endémica del centro de Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 90(2), 195-202. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200742982012000200008&lng=es&tlng=es.
- Vargas-Vázquez, Víctor Abraham, Venegas-Barrera, Crystian Sadiel, Mora-Olivo, Arturo, Martínez-Ávalos, José Guadalupe, Alanís-Rodríguez, Eduardo, & Rosa-Manzano, Edilia de la. (2019). Variación en la abundancia de árboles maderables por efecto de borde en un bosque tropical subcaducifolio. *Botanical Sciences*, 97(1), 35-49. <https://doi.org/10.17129/botsci.2019>

- Vidal, L. F., Useche, D. C., & Hernández, S. (2013). Biodiversidad y el cambio antrópico del clima: ejes temáticos que orientan la generación. *Ambiente y desarrollo*, 17(32), 79-96.
- Villada, T., & Soto-Calderón, I. D. (2020). Diversidad de mamíferos en un remanente de bosque urbano de la ciudad de Medellín (Antioquia, Colombia). *Actualidades Biológicas*, 42(113).
- Villalobos-Chacón, R. (2020). Manejo forestal del bosque secundario como alternativo de uso del suelo en la Zona Norte de Costa Rica. Tesis de Maestría. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible en: <https://hdl.handle.net/2238/12237>
- Wainwright, M. *The Mammals of Costa Rica*, vol. 1. Zona Tropical, 2007

10. ANEXOS

Anexo 1. Variables recolectadas en los avistamientos indirectos del muestreo de mamíferos en el INCAE, Costa Rica.

Registro de Avistamientos Indirectos

Transecto	Fecha	Coordenada	Tipo				Tamaño (cm)		Especie	# Fotografía	Observaciones
			Huella	Excreta	Escarbadero	Madriguera	Largo	Ancho			
<hr/>											
<hr/>											

Anexo 2. Variables recolectadas en los avistamientos directos del muestreo de mamíferos en el INCAE, Costa Rica.

Registro de Avistamientos Directos							
Transecto	Fecha	Hora	Coordenada	Distancia (m)	Especie	# Fotografía	Observaciones

Anexo 3. Variables recolectadas de los avistamientos por fototrampeo en el INCAE, Costa Rica.

Registro de Avistamientos por Fototrampeo						
Ubicación	Transecto	Fecha	Hora	Especie	# Fotografía / Video	Observaciones

Anexo 4. Índice de valor de importancia para las 39 especies presentes en el campus WKG del INCAE, Costa Rica.

Especie	Dominancia		Abundancia		Frecuencia		IVI (300%)
	Abs	%	Abs	%	Abs	%	
<i>Acnistus arborescens</i>	0,1079	0,7400	7	3,7234	3	3,6585	8,1219
<i>Anacardium excelsum</i>	0,0461	0,3161	2	1,0638	1	1,2195	2,5994
<i>Annona muricata</i>	0,0745	0,5111	1	0,5319	1	1,2195	2,2625
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	0,0835	0,5726	1	0,5319	1	1,2195	2,3240
<i>Astronium graveolens</i>	0,0266	0,1824	1	0,5319	1	1,2195	1,9338
<i>Bunchosia nitida</i>	0,0087	0,0594	1	0,5319	1	1,2195	1,8108
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0,4190	2,8744	11	5,8511	4	4,8780	13,6035

<i>Cecropia peltata</i>	0,4427	3,0366	15	7,9787	7	8,5366	19,5519
<i>Cedrela odorata</i>	0,4902	3,3624	1	0,5319	1	1,2195	5,1139
<i>Cestrum sp</i>	0,0291	0,1993	3	1,5957	1	1,2195	3,0146
<i>Cinnamomum sp</i>	0,1212	0,8317	3	1,5957	3	3,6585	6,0860
<i>Citrus reticulata</i>	0,0105	0,0720	1	0,5319	1	1,2195	1,8234
<i>Cocos nucifera</i>	0,0564	0,3870	1	0,5319	1	1,2195	2,1384
<i>Cojoba arborea</i>	0,1096	0,7519	2	1,0638	1	1,2195	3,0352
<i>Cordia alliodora</i>	0,3511	2,4085	10	5,3191	4	4,8780	12,6057
<i>Cordia eriostigma</i>	0,0970	0,6651	4	2,1277	2	2,4390	5,2318
<i>Cupania guatemalensis</i>	0,0681	0,4669	3	1,5957	2	2,4390	4,5016
<i>Diphysa americana</i>	0,0121	0,0828	1	0,5319	1	1,2195	1,8343

<i>Dypsis decaryi</i>	0,2097	1,4386	2	1,0638	1	1,2195	3,7220
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0,9181	6,2979	4	2,1277	3	3,6585	12,0841
<i>Erythrina fusca</i>	1,6972	11,6422	1	0,5319	1	1,2195	13,3936
<i>Erythrina poeppigiana</i>	0,1702	1,1674	1	0,5319	1	1,2195	2,9189
<i>Gliricidia sepium</i>	0,2266	1,5546	2	1,0638	2	2,4390	5,0575
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1,4758	10,1239	18	9,5745	5	6,0976	25,7959
<i>Handroanthus ochraceus</i>	0,2100	1,4404	3	1,5957	2	2,4390	5,4752
<i>Hura crepitans</i>	0,2304	1,5807	4	2,1277	2	2,4390	6,1473
<i>Hymenaea courbaril</i>	1,1164	7,6580	7	3,7234	3	3,6585	15,0399
<i>Lonchocarpus felipei</i>	0,2704	1,8550	5	2,6596	1	1,2195	5,7341
<i>Luehea speciosa</i>	1,0305	7,0688	14	7,4468	3	3,6585	18,1741

<i>Machaerium biovulatum</i>	0,0403	0,2764	4	2,1277	1	1,2195	3,6235
<i>Mangifera indica</i>	1,0567	7,2486	7	3,7234	3	3,6585	14,6305
<i>Miconia argentea</i>	1,0985	7,5356	22	11,7021	4	4,8780	24,1157
<i>Myrcianthes fragrans</i>	0,0343	0,2353	1	0,5319	1	1,2195	1,9868
<i>Myrsine pellucido-punctata</i>	0,3393	2,3273	9	4,7872	3	3,6585	10,7731
<i>Persea americana</i>	0,0445	0,3052	1	0,5319	1	1,2195	2,0566
<i>Sapium glandulosum</i>	0,3979	2,7294	7	3,7234	4	4,8780	11,3309
<i>Schizolobium parahyba</i>	1,0187	6,9879	2	1,0638	2	2,4390	10,4908
<i>Spondias purpurea</i>	0,1605	1,1007	1	0,5319	1	1,2195	2,8521
<i>Tabebuia rosea</i>	0,2779	1,9061	5	2,6596	2	2,4390	7,0047
Total	14,5778	100,0000	188	100,0000	82	100,0000	300,0000