



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica
y del Medio Natural

Catálogo de la flora de la infraestructura verde de la
Universitat Politècnica de València. Caracterización de la
vegetación y su evolución.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural

AUTOR/A: González Sifontes, Cristian

Tutor/a: Galiana Galán, Francisco

Cotutor/a: Esteras Pérez, Francisco Javier

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL
MEDIO NATURAL



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica
y del Medio Natural

**CATÁLOGO DE LA FLORA DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE
DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.
CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y SU EVOLUCIÓN.**

*Trabajo fin de Grado
Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural*

AUTOR: Cristian González Sifontes.

TUTOR: Francisco Galiana Galán
COTUTOR: Francisco Javier Esteras Pérez

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Título del TFG: Catálogo de la flora de la infraestructura verde de la Universitat Politècnica de València. Caracterización de la vegetación y su evolución.

RESUMEN:

El presente trabajo consiste en la renovación del catálogo de la flora de la Universitat Politècnica de València, que se fundamenta en la realización de un inventario pie a pie, georreferenciado, de la vegetación de las áreas verdes presentes en el campus de la universidad, y su comparación con el catálogo anterior, actualmente de diez años de antigüedad.

Se identifican las especies y se caracterizan sus poblaciones mediante la medición de su diámetro normal, tomando las medidas pie a pie. Además de la especie, se caracteriza la vegetación registrando la forma de la planta (tipo de vegetación) y el tipo de alcorque o espacio en el que se encuentra plantado de todos los individuos vegetales presentes en el campus. Se introducen y caracterizan las nuevas especies en el catálogo existente, creando una tabla de datos en Excel, de fácil manejo y modificación, e implementando una codificación específica para cada especie presente en el campus.

La base de datos formada servirá para agilizar estudios sobre la infraestructura verde del campus, facilitar el registro de los individuos vegetales y ayudar a mejorar los cuidados y el control que se tiene sobre ellos.

A partir de los datos obtenidos, se realiza un análisis y una actualización comparativa del catálogo botánico anterior, para finalizar con un estudio de la evolución de la infraestructura verde del campus en estos últimos diez años, incluyendo la comparación de las especies más abundantes, la variación en el número de individuos, las cubiertas verdes según la codificación de los elementos territoriales de la UPV (COVES) utilizada, la riqueza y la diversidad florística total y por sectores de planificación.

Este trabajo tuvo como objetivo alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de educación global de calidad y ciudades y comunidades sostenibles a través de la base de datos creada, que permite obtener fichas de datos y catálogos de las diferentes especies presentes en el campus. Además, implica la creación de cartografía fácilmente modificable con la capacidad de discriminar por especie, familia y la fragilidad de diferentes ejemplares, lo que permite un cuidado y seguimiento preciso de las áreas verdes.

Palabras clave: georreferenciación, infraestructura verde, análisis, biodiversidad, inventario.

Autor: Cristian González Sifontes

Fecha: Valencia, agosto 2023

Tutor académico: Francisco Galiana Galán

Cotutor: Francisco Javier Esteras Ruiz

Title of the Bachelor's Thesis: Catalog of Flora in the Green Infrastructure of the Polytechnic University of Valencia. Characterization of Vegetation and Its Evolution.

ABSTRACT:

This work involves the renewal of the catalog of flora at the Polytechnic University of Valencia, based on the georeferenced inventory of vegetation in the university's campus green areas, and a comparison with the previous catalog, which is currently ten years old.

Species are identified, and their populations are characterized by measuring their normal diameter, taking measurements on a per-plant basis. In addition to the species, the vegetation is characterized by recording the plant's form (type of vegetation) and the type of planting bed or space in which each plant is located on the campus. New species are introduced and characterized in the existing catalog, creating an Excel data table that is easy to manage and modify, and implementing a specific code for each species present on campus.

The resulting database will streamline studies on the campus's green infrastructure, facilitate the registration of plant individuals, and help improve their care and management.

Based on the data obtained, a comparative analysis and update of the previous botanical catalog is conducted, concluding with a study of the evolution of the campus's green infrastructure over the past ten years. This includes a comparison of the most abundant species, variations in the number of individuals, green covers according to the coding of territorial elements of the UPV (COVES) used, total floristic richness, and diversity by planning sectors.

This work aimed to achieve the Sustainable Development Goals of quality global education and sustainable cities and communities through the created database, which allows for obtaining data sheets and catalogs of the different species present on campus. Additionally, it involves the creation of easily modifiable cartography with the ability to discriminate by species, family, and the fragility of different specimens, enabling precise care and monitoring of green areas.

Keywords: georeferencing, green infrastructure, biodiversity, analysis, inventory.

Author: Cristian González Sifontes

Date: Valencia, August 2023

Academic Advisor: Francisco Galiana Galán

Co-Advisor: Francisco Javier Esteras Ruiz

Títol del Treball de Final de Grau (TFG): Catàleg de la flora de la infraestructura verda de la Universitat Politècnica de València. Caracterització de la vegetació i la seva evolució.

RESUM:

Aquest treball consisteix en la renovació del catàleg de la flora de la Universitat Politècnica de València, basat en l'inventari georeferenciat de la vegetació a les àrees verdes del campus de la universitat i en la seva comparació amb el catàleg anterior, que actualment té deu anys d'antiguitat.

S'identifiquen les espècies i es caracteritzen les seves poblacions mitjançant la mesura del seu diàmetre normal, prenent mesures planta per planta. A més de l'espècie, es caracteritza la vegetació enregistrant la forma de la planta (tipus de vegetació) i el tipus d'espai en què es troba plantada cada individu vegetal al campus. S'introdueixen i caracteritzen les noves espècies en el catàleg existent, creant una taula de dades a Excel, fàcil de gestionar i modificar, i implementant una codificació específica per a cada espècie present al campus.

La base de dades resultant agilitzarà els estudis sobre la infraestructura verda del campus, facilitarà el registre dels individus vegetals i ajudarà a millorar-ne els cures i el control.

A partir de les dades obtingudes, es realitza una anàlisi i una actualització comparativa del catàleg botànic anterior i es conclou amb un estudi de l'evolució de la infraestructura verda del campus en els darrers deu anys. Això inclou la comparació de les espècies més abundants, les variacions en el nombre d'individus, les cobertes verdes segons la codificació dels elements territorials de la UPV (COVES) utilitzada, la riquesa i la diversitat florística total i per sectors de planificació.

Aquest treball va tenir com a objectiu assolir els Objectius de Desenvolupament Sostenible d'educació global de qualitat i ciutats i comunitats sostenibles a través de la base de dades creada, que permet obtenir fitxes de dades i catàlegs de les diferents espècies presents al campus. A més, implica la creació de cartografia fàcilment modificable amb la capacitat de discriminar per espècie, família i la fragilitat de diferents exemplars, la qual cosa permet un cura i seguiment precís de les àrees verdes.

Paraules clau: georeferenciació, infraestructura verda, biodiversitat, anàlisi, inventari.

Autor: Cristian González Sifontes

Data: València, agost de 2023

Tutor acadèmic: Francisco Galiana Galán

Cotutor: Francisco Javier Esteras Ruiz

Metas de los objetivos de desarrollo sostenible que se vinculan con este TFG



OBJETIVOS Y METAS VINCULADAS CON EL TFG	
	OBJETIVO 4. EDUCACIÓN DE CALIDAD. Meta 4.7 Fomentar la educación Global para el Desarrollo Sostenible.
	OBJETIVO 11. CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES. Meta 11.4 Protección del patrimonio cultural y natural.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Justificación del proyecto.....	2
2. OBJETIVOS.....	3
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
3.1. Valores climáticos de la ciudad de Valencia.....	4
3.2. Reseña histórica del proyecto del catálogo botánico realizado en el Campus Vera.....	5
4. METODOLOGÍA.....	6
4.1. Realización del inventario de la vegetación del Campus (mayo-junio 2022).....	6
4.2. Creación de la capa cartográfica de las especies del catálogo.....	7
4.3. Indicadores ambientales del catálogo de flora del Campus de Vera de la UPV.....	9
4.4. Análisis del inventario actual y sus diferentes zonas estratégicas.....	12
4.4.1. Procedimiento de muestreo y división de zonas.....	12
4.4.2. Agrupación de zonas en módulos, parámetros a medir.....	12
5. RESULTADOS.....	14
5.1. Resultado del Catálogo del Campus (2022) y evolución respecto del catálogo de 2012.....	14
5.1.1. Número total de árboles presentes en cada inventario, riqueza de especies y Biodiversidad.....	14
5.1.2. Cambios en el número de Individuos de especies relevantes.....	14
5.1.3. Comparación de los individuos según su origen.....	16
5.1.4. Presencia de especies arbóreas invasoras e invasoras potenciales.....	16
5.1.5. Comparación de individuos arbóreos según su resistencia a la sequía.....	17
5.2. Resultado del catálogo actual del campus y módulos.....	18
5.2.1. Tablas de datos de los diferentes módulos.....	19
5.2.2. Análisis de resultados de los diferentes módulos.....	20
5.2.2.1. Descripción de los módulos.....	20
5.2.2.2. Presencia de Especies invasoras.....	22
5.2.2.3. Resistencia a la sequía.....	22
6. PROPUESTAS.....	25
6.1. Propuesta para las especies catalogadas como invasoras.....	25
6.2. Propuesta sobre las zonas frágiles a la sequía.....	26
6.3. Mantener un registro de los individuos presentes en el campus.....	27
7. CONCLUSIONES.....	28



8. BIBLIOGRAFÍA..... 30

Índice de figuras

FIGURA 1 CLIMOGRAMA DE DATOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MENSUAL DE LA ESTACIÓN CAMINS AL GRAU DE VALENCIA DEL AÑO 2021.	4
FIGURA 2 CLIMOGRAMA DE DATOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MENSUAL DE LA ESTACIÓN CAMINS AL GRAU DE VALENCIA DEL AÑO 2022.	5
FIGURA 3 VISTA AÉREA DEL CAMPUS VERA, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA (BASE CARTOGRÁFICA DE LA ORTOFOTO DE VALENCIA; ICV, 2023).....	6
FIGURA 4 ZONAS HOMOGÉNEAS DE ANÁLISIS RELACIONADAS CON LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL CAMPUS, PARA LA DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES AMBIENTALES SOBRE UNA IMAGEN ÁREA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.	9
FIGURA 5 DIVISIÓN EN MÓDULOS DEL CAMPUS VERA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.	13
FIGURA 6 SITUACIÓN DE LOS EJEMPLARES DE STRELITZIA NICOLAI REGEL & KÖRN Y MUSA ACUMINATA SUBSP. CAVENDISHII L. EN EL INVENTARIO DE 2012.	15
FIGURA 7 SITUACIÓN DE LOS EJEMPLARES DE STRELITZIA NICOLAI REGEL & KÖRN Y MUSA ACUMINATA SUBSP. CAVENDISHII L. EN EL INVENTARIO DE 2022.	15
FIGURA 8 GRÁFICA DE COMPARACIÓN INDIVIDUOS PRESENTES EN EL CAMPUS VERA ENTRE 2012 Y 2022 SEGÚN SU ORIGEN.	16
FIGURA 9 GRÁFICA DE COMPARACIÓN INDIVIDUOS PRESENTES EN EL CAMPUS VERA ENTRE 2012 Y 2022 SEGÚN SU RESISTENCIA A LA SEQUÍA.	17
FIGURA 10 VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON SEGÚN LA MALLA DE MUESTREO PARA LA DIVISIÓN DEL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.	21
FIGURA 11 LOCALIZACIÓN DE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS DEL CATÁLOGO EN EL ÁREA DE ZONA 2 (FACULTAD DE BELLAS ARTES) Y CLASIFICADOS SEGÚN SU RESISTENCIA A LA SEQUÍA.....	23
FIGURA 12 PARTERRE DE ESPECIES HERBÁCEAS EN EL JARDÍN DE LA ZONA 2 (FACULTAD DE BELLAS ARTES) Y DETERIOROS VISIBLES EN EJEMPLARES DE ALOCASIA CUCULLATA (LOUR.) G.DON (IMAGEN DE LA DERECHA).....	24
FIGURA 13 VISTA AÉREA DE LA ZONA 12 Y CATEGORÍAS DE SUS INDIVIDUOS SEGÚN SU RESISTENCIA A LA SEQUÍA.	25
FIGURA 14 DAÑOS VISIBLES EN ESPECIES DE MUSA ACUMINATA SUBSP. CAVENDISHII L., PHILODENDRON BIPINNATIFIDUM SCHOTT EN EL JARDÍN IMPLANTADO EN LA ZONA 12 UN AÑO DESPUÉS (2023).	27
FIGURA 15 HILERA DE BOUGAINVILLEA GLABRA JUSS. CON LA MAYORÍA DE LOS INDIVIDUOS SECOS EN LA VALLA PERIMETRAL DE LA UPV AL NORTE DE LA ZONA 3.....	28

Índice de tablas

TABLA 1 ZONAS DE DIVISIÓN DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL CAMPUS VERA Y SUS LOCALIZACIONES.	8
TABLA 2 PARÁMETROS E INDICADORES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ZONAS VERDES DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE DEL CAMPUS DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.	11
TABLA 3 ORGANIZACIÓN DEL CAMPUS DE VERA SEGÚN TRES MÓDULOS Y UNIDADES O ZONAS PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA QUE LOS CONFORMAN.	12
TABLA 4 NÚMERO DE INDIVIDUOS DE LAS DIEZ ESPECIES MÁS ABUNDANTES DE LOS DOS INVENTARIOS ENTRE 2012 Y 2022 PARA EL CAMPUS VERA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.	14
TABLA 5 NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIES INVASORAS PRESENTES EN EL CATÁLOGO BOTÁNICO DEL CAMPUS VERA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.	16
TABLA 6 ESPECIES CON POTENCIAL INVASOR PRESENTES EN EL CATÁLOGO BOTÁNICO DEL CAMPUS VERA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.	17
TABLA 7 TABLA DE CARACTERIZACIÓN DEL CAMPUS VERA 2022.	18
TABLA 8 CARACTERIZACIÓN E INDICADORES AMBIENTALES DEL INVENTARIO DE LA VEGETACIÓN DEL CATÁLOGO DEL CAMPUS DE LA UPV SEGÚN LOS MÓDULOS O ZONAS ESTABLECIDAS.	19
TABLA 9 TABLA DE ALTERNATIVAS A ESPECIES INVASORAS.	25
TABLA 10 TABLA DE ESPECIES ALTERNATIVAS A ESPECIES CON POTENCIAL INVASOR INVASORAS.	26

(El principal anexo de este trabajo debería ser la Base de datos creada, pero por su extenso tamaño y debido a que esta se encuentra en disposición de la Unidad de Medio Ambiente de la Universitat Politécnica de València no se ha incluido en el trabajo.)

Índice de anexos.

Anexo 1. TABLAS DE CARACTERIZACIÓN DE LAS DIFERENTES ZONAS ESTRATEGICAS ESTABLECIDAS EN EL CAMPUS VERA.

1. INTRODUCCIÓN.

Cada vez se destaca más la importancia de tener un buen control del arbolado en las zonas verdes. Con la intención de proveer a la población de entornos urbanos en contacto con la naturaleza, es preciso manejar sus espacios verdes para otorgar espacios de sombra que permitan el aprovechamiento y disfrute de las zonas públicas, mejorar la biodiversidad de la zona, conseguir una mejora estética, ambiental y funcional, que permita el mantenimiento de un ecosistema propio y un control de plagas y enfermedades organizado y eficaz, llevar a cabo la aplicación de cuidados culturales de forma sistemática y sencilla y, finalmente, una detallada y más precisa evaluación de riesgos de accidentes en estas zonas.

Las funciones del arbolado en los espacios verdes de las ciudades son diversas y resulta esencial su manejo para preservar y potenciar dichas funciones. Esta gestión y planificación se refleja en los planes verdes, los cuales incluyen un seguimiento de la vegetación actual y acciones futuras con el propósito de mejorar la infraestructura verde en las áreas afectadas.

1.1. Justificación del proyecto.

El objetivo de este estudio es realizar un inventario de la vegetación del campus a través de un catálogo que permita un fácil acceso y manejo de estos recursos a la Universitat Politècnica de València y, además, estudiar su evolución respecto al catálogo anterior elaborado hace 10 años. El inventario georreferenciado y catalogado de los árboles en el Campus de Vera de la Universitat Politècnica de València no solo tiene la finalidad de recopilar información sobre las especies vegetales presentes, sino que también será la base fundamental para llevar a cabo un estudio exhaustivo de la biodiversidad en el campus. Este estudio abarcará diversos aspectos que contribuirán a una comprensión más profunda de la riqueza natural del entorno universitario.

En primer lugar, este inventario de la vegetación permitirá identificar y documentar las diferentes especies de árboles que conforman el paisaje del campus. Cada especie tiene sus propias características ecológicas, lo que incluye sus requerimientos de hábitat, relaciones con otras especies y su función en el ecosistema en general. Mediante la clasificación y análisis de las especies presentes, será posible comprender cómo interactúan dentro del sistema y cómo contribuyen a la biodiversidad en su conjunto.

El inventario de la vegetación también proporciona información sobre el origen de las especies de árboles. Esto es crucial para entender si las especies son autóctonas o exóticas, es decir, si son originarias de la región o si fueron introducidas desde otros lugares. Esta distinción es relevante para evaluar el impacto de las especies en el ecosistema local y para determinar si existen especies invasoras que podrían desplazar a las nativas y alterar el equilibrio natural.

Además, los datos sobre la biodiversidad de árboles pueden brindar información valiosa sobre el estado de salud del ecosistema en el campus. Si se identifican especies en riesgo o en declive, esto podría indicar desafíos ambientales que requieren atención y acción. De manera similar, si se descubren especies raras o en peligro de extinción, esto podría llevar a la implementación de medidas de conservación específicas para proteger su supervivencia.

El estudio de la biodiversidad no solo se limita a las especies de árboles en sí, sino que también puede explorar las relaciones entre estas especies y otros componentes del ecosistema, como aves, insectos y microorganismos. Esta interconexión es fundamental para comprender la salud general del ecosistema y cómo todos estos elementos contribuyen a la sostenibilidad del campus.

En resumen, el inventario de árboles georreferenciado y catalogado sirve como punto de partida para un estudio profundo de la biodiversidad en el Campus de Vera. Al analizar diferentes especies, su origen, sus interacciones y su impacto en el entorno, se puede obtener una visión integral de la riqueza natural del campus y tomar medidas informadas para su conservación y

mejora. Este enfoque científico y holístico contribuye a fortalecer la relación entre la universidad y su entorno ambiental.

2. OBJETIVOS.

El objetivo principal de este trabajo es establecer un catálogo de la vegetación que permita la caracterización de las zonas verdes que constituyen la infraestructura verde en el Campus Vera de la Universitat Politècnica de València. Para ello, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un inventario de los distintos individuos vegetales presentes en la universidad.
- Caracterizar la infraestructura verde actual de la zona de estudio.
- Analizar los posibles sub-ámbitos de actuación según unidades territoriales estratégicas que puedan homogeneizar su análisis y determinar la propuesta de los resultados y de actuaciones de una forma más detallada.
- Proponer y calcular los diferentes indicadores ambientales en los ámbitos predefinidos, para conocer y evaluar el estado y las características de las unidades que componen la zona y establecer métricas comparativas para posteriores inventarios.
- Realizar propuestas de mejora de la infraestructura verde urbana actual en el ámbito del campus de Vera.

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El Campus de Vera de la Universitat Politècnica de València, presenta un contexto geográfico y estructural que lo hace de particular interés para la realización del proyecto de inventario georreferenciado y estudio de biodiversidad. Este campus, ubicado en la ciudad de Valencia, se caracteriza por su evolución a lo largo del tiempo y su disposición espacial única.

Situado en la Huerta Norte de la ciudad, el Campus de Vera tuvo su inicio en un terreno de 4.600 metros cuadrados en el camino de Vera en 1969. Sin embargo, ha experimentado un crecimiento continuo a lo largo de los años y se extiende actualmente al sur del camino de Vera. Sus límites son marcados por las vías de la avenida de los Naranjos al Sur, la avenida Cataluña al Oeste y la calle del Ingeniero Fausto Elio, al Este. El campus se ha desarrollado alrededor de un punto central del espacio denominado el Ágora, alrededor del cual, se distribuyen más de 60 edificios construidos a diferentes etapas y de diversidad en las alturas.

El área total del Campus de Vera abarca una impresionante parcela de 558.306 metros cuadrados, en la que anteriormente se encontraban zonas de huerta. Uno de los aspectos destacados es la abundancia de zonas verdes, que superan los 108.000 metros cuadrados. Estos espacios verdes desempeñan un papel crucial en la calidad ambiental del campus y albergan incluso un museo escultórico al aire libre, lo que demuestra la integración del arte y la naturaleza en este entorno educativo.

En términos de población, el Campus de Vera es hogar de una comunidad diversa, albergando a aproximadamente 31.000 usuarios, incluyendo profesores y alumnos, según los datos del curso 2020/2021. Esta cifra refleja la relevancia y el dinamismo del campus como un centro de educación e investigación activo y en constante evolución.

3.1. Valores climáticos de la ciudad de Valencia.

Con los datos de la estación del clima de Avamet, situada en Camins del Grau se ha podido observar que: La temperatura media anual de los últimos 12 años se encuentra alrededor los 20 °C, con valores mínimos diarios de 12°C y máximos de 28°C. La media anual de precipitaciones en Valencia se encuentra entre los 20 y los 60 mm anuales (litros de agua por metro cuadrado al año).

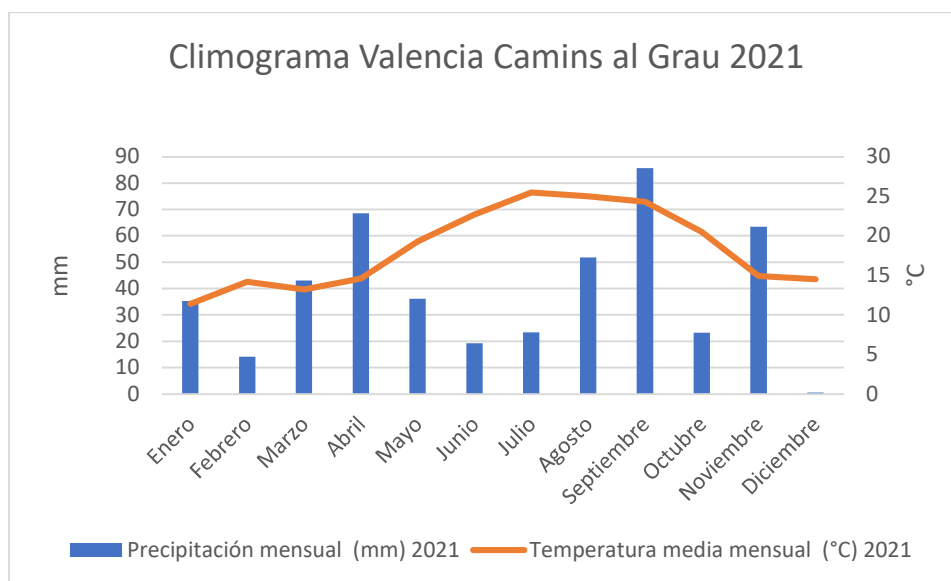


FIGURA 1 CLIMOGRAMA DE DATOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MENSUAL DE LA ESTACIÓN CAMINS AL GRAU DE VALENCIA DEL AÑO 2021.

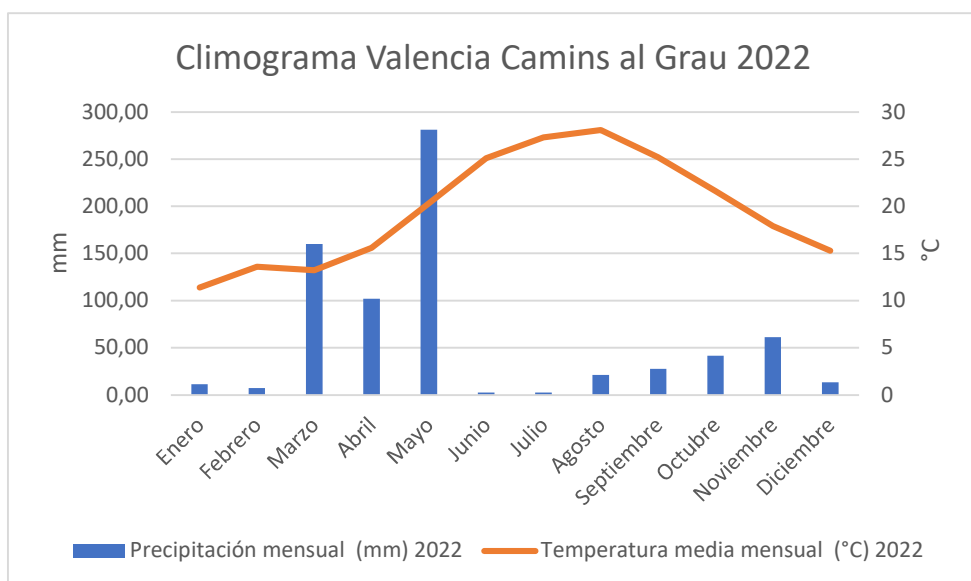


FIGURA 2 CLIMOGRAMA DE DATOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MENSUAL DE LA ESTACIÓN CAMINS AL GRAU DE VALENCIA DEL AÑO 2022.

En las figuras 1 y 2, se pueden observar los datos de precipitación y temperatura media mensuales de los dos últimos años, en los meses de junio a agosto se puede observar un periodo seco y de altas temperaturas. Se pueden observar picos de precipitación en los intervalos de septiembre a octubre y de marzo a mayo, pero estos ocurren con grandes cantidades de precipitación en muy corto periodo de tiempo, por lo que se dificulta la infiltración y absorción de agua en el suelo.

3.2. Reseña histórica del proyecto del catálogo botánico realizado en el Campus Vera.

El trabajo que se plantea se ha concebido y se desarrolla como una revisión mejorada de un catálogo botánico anterior (UPV, 2013) a partir de una georreferenciación de la vegetación y de un estudio de la biodiversidad en el Campus de Vera de la Universitat Politècnica de València. En 2012, se llevó a cabo la elaboración de una guía botánica del campus, en un proceso que duró 20 meses de trabajo colaborativo. Durante este período, se catalogaron unos 2.300 árboles pertenecientes a unas 190 especies distintas, distribuidos en una extensión de más de 100.000 m² de áreas verdes.

Este proyecto previo, bajo la dirección de Salvador López Garza y con la cooperación de distintos organismos de la UPV, significó un paso importante en la documentación de la diversidad vegetal en el campus. Los docentes Javier Esteras Pérez y Enrique Sanchís Duato, pertenecientes a la Escuela técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, desempeñaron un rol central en la supervisión y realización del proyecto. Sin embargo, desde entonces, han transcurrido un decenio, lo que subraya la necesidad de actualizar y ampliar los datos obtenidos.



FIGURA 3 VISTA AÉREA DEL CAMPUS VERA, UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA (BASE CARTOGRÀFICA DE LA ORTOFOTO DE VALENCIA; ICV, 2023)

4. METODOLOGÍA.

4.1. Realización del inventario de la vegetación del Campus (mayo-junio 2022).

El inventario de arbolado se realiza pie a pie en la universidad, mediante una metodología detallada que implica la recopilación exhaustiva de datos sobre las especies de árboles y plantas herbáceas presentes en el campus.

El diseño del inventario comienza con la identificación de los espacios verdes con vegetación objeto del muestreo que supone abarcar una gran variedad de especies arbóreas tanto forestales como de jardinería. Se determinó los ámbitos del estudio y se planificó una ruta que incluyera estos sitios.

Los materiales que se han utilizado para la toma de datos son: Una forcípula y una cinta pi para la medición del diámetro normal, una Tablet, un dispositivo GPS Modelo Leica FLX100 con error vertical de 2 centímetros y error horizontal de 3 centímetros y el antiguo catálogo del campus.

Los investigadores se desplazaron a pie por cada sitio de muestreo y llevaron a cabo un listado minucioso de todas las especies de árboles presentes en cada ubicación fundamentados en el catálogo anterior. Se registraron datos detallados sobre cada individuo, incluyendo la especie, el diámetro normal del tronco desde la orientación norte, la forma y el porte del árbol, tipo de alcorque en el que se sitúan, tamaño del alcorque y cobertura del suelo. Cada árbol identificado

ha sido georreferenciado desde la orientación norte, utilizando el dispositivo GPS (con altura de la antena a 1.80 metros) para obtener las coordenadas geográficas precisas de su ubicación en el campus. La interferencia de los edificios y de las propias copas de los árboles ocasionan que en algunas zonas no sea posible obtener una buena señal con el GPS. Estos puntos se identifican y se toman como *puntos flotantes* o puntos independientes a las coordenadas del individuo donde se producen errores superiores a los planificados. Estos puntos se han corregido por medio procedimientos cartográficos o localización foto-cartográfica o bien se estimaron sus ubicaciones reales por medio de mediciones reales en los emplazamientos dudosos, lo que permitió ubicar con precisión cada árbol en el mapa finalmente.

En el caso de la estimación de los individuos de las especies herbáceas, se llevaron a cabo conteos y geo-referenciaciones individuales cuando fue posible. Sin embargo, en las situaciones donde no se podía realizar un conteo individual, se realizó una estimación fundamentada en la abundancia la vegetación y la superficie cubierta por cada especie herbácea.

Para identificar las especies de árboles y plantas herbáceas, se utilizó el catálogo previo y se tomaron guías teniendo en cuenta las características apreciables de cada especie. Los casos dudosos o con pocos elementos identificativos han sido consultados con los tutores del TFG. Para facilitar la toma de datos en campo se generaron códigos sencillos de implantar, tomando la inicial el grupo general en el que se encontraban (caducifolias, perennes, coníferas, palmáceas, herbáceas o arbustivas) y las dos letras iniciales del nombre científico consiguiendo una rápida toma de datos, y una identificación intuitiva de los códigos.

Todos los datos recopilados en el campo, incluyendo información sobre especies, características y coordenadas GPS o puntos flotantes, se registraron en una hoja de cálculo de Excel, facilitando el manejo y análisis posterior. Los datos de las coordenadas fueron almacenados en diferentes archivos CSV, y los datos de los especímenes fueron apuntados en diferentes hojas Excel mediante una tableta electrónica. Para poder insertar los datos de las coordenadas a los datos de los especímenes tomados, se estableció un *número de individuo*, asignado en el orden en el que fueron tomados los datos y así poder proceder a la unión de las diferentes coordenadas con sus respectivos datos de individuo.

En resumen, el inventario forestal pie a pie en la universidad fue llevado a cabo mediante una metodología que incluyó la recopilación detallada de datos, georreferenciación con puntos flotantes corregidos mediante procedimientos cartográficos y mediciones espaciales. Los resultados obtenidos proporcionan una valiosa perspectiva sobre la diversidad y distribución de la flora en el campus universitario.

4.2. Creación de la capa cartográfica de las especies del catálogo.

Los datos almacenados en la hoja de cálculo de Excel se han exportado a un archivo CSV, formato compatible con el software QGIS (Sistema de Información Geográfica). Con estos datos, se creó una capa geoespacial que representa la ubicación de cada árbol y sus características en el mapa.

Para facilitar la visualización del espacio se añade una capa con una ortofoto satélite de la Universitat Politècnica de València, mediante la herramienta web, a partir del paquete "Quick MAP Service" y su extensión de Google satélite.

Además, se añadió una capa con las zonas de planificación estratégica, que dividían la universidad en 24 zonas diferentes como se puede apreciar en la figura 4 y en la tabla 1, para ayudar a la comparación entre espacios. Esta capa se unió con la capa resultante de inventario, para añadir la discriminación por zonas a nuestra base de datos.

TABLA 1. ZONAS DE DIVISIÓN DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL CAMPUS VERA Y SUS LOCALIZACIONES.

ZONAS DEL CAMPUS VERA	LOCALIZACIÓN
Zona 0	Área del conservatorio de música y danza.
Zona 1	Área de la facultad de ingeniería informática y la facultad edificación.
Zona 2	Área de la facultad de Bellas artes.
Zona 3	Área de invernaderos.
Zona 4	Abarca la secretaria general, el área de la facultad ingeniería agronómica y del medio natural y sigue hasta la facultad de ingeniería industrial.
Zona 5	Área de la facultad de arquitectura hasta la casa del alumno.
Zona 6	Las granjas de la universidad.
Zona 7	La pista de atletismo de e la universidad.
Zona 8	Pabellón deportivo de la universidad.
Zona 9	Áreas entre las facultades de ADE e ingeniería de diseño.
Zona 10	Edificio Nexus.
Zona 11	Área entre la cafetería “el trinquet” y el Instituto universitario de investigación de ingeniería mecánica y biomecánica.
Zona 12	Área entre el jardín mediterráneo y las pistas de deportes.
Zona 13	Área del edificio del programa Ideas.
Zona 14	Área de jardín entre rectorado y la ETSA.
Zona 15	Espacio central del jardín entre la piscina y el edificio Nexus.
Zona 16	El espacio central de jardín entre el edificio de rectorado y la casa del alumno.
Zona 17	Vía del oeste de la universidad que llega desde la facultad de Edificación hasta la zona de invernaderos.
Zona 18	Vía de la Calle José Calavera Ruiz.
Zona 19	Vía de la Calle Pedro Duque.
Zona 20	Vía de la Calle Amable Liñán.
Zona 21	Vía al este del Nexus.
Zona 22	Vía de la Calle Santiago Grisolia-Manuel Attard.
Zona 23	Vía de la Calle Kisshomaru Ueshiba.

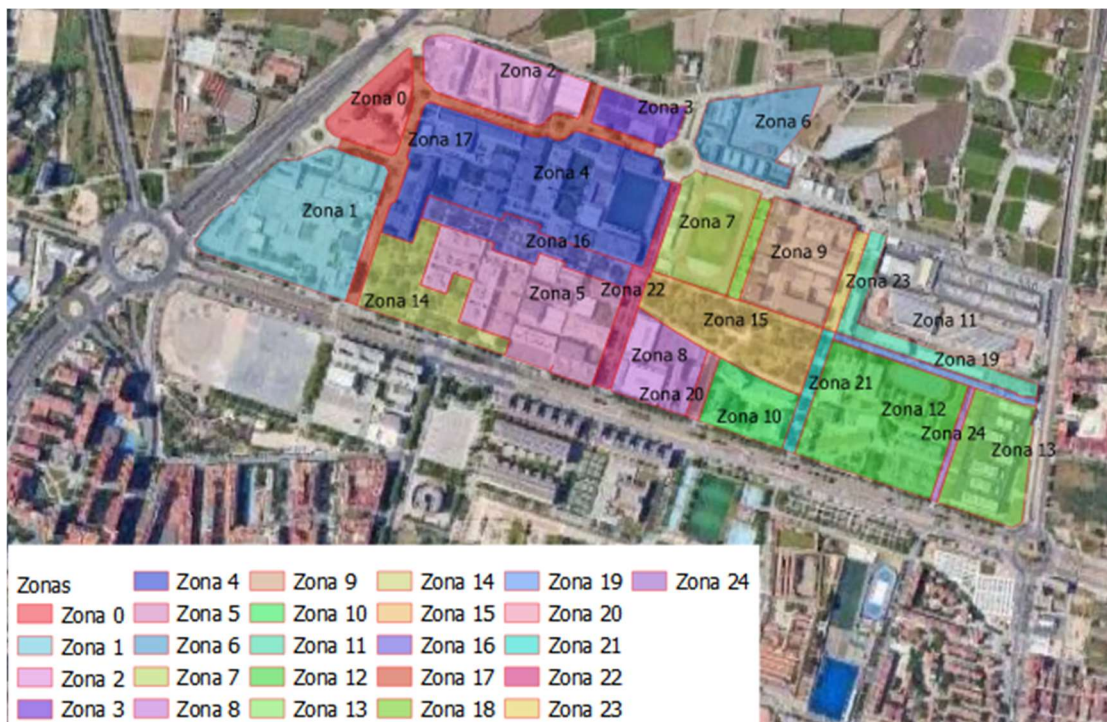


FIGURA 4 ZONAS HOMOGÉNEAS DE ANÁLISIS RELACIONADAS CON LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL CAMPUS, PARA LA DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES AMBIENTALES SOBRE UNA IMAGEN ÁREA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

4.3. Indicadores ambientales del catálogo de flora del Campus de Vera de la UPV.

Los indicadores ambientales tienen como objeto describir el carácter de la vegetación de los espacios verdes de la infraestructura verde del campus. Estos serán el punto de partida de la comparación futura de la situación ambiental del Campus y a la vez, nos permite estimar la evolución por la comparación del inventario establecido en el año 2012.

En este apartado, se expone los indicadores y la metodología que se emplea para comparar los dos inventarios para el caso concreto de los árboles. La decisión de enfocarse exclusivamente en los árboles para la comparación se fundamenta en el tipo de datos precedentes. Los arbustos y herbáceas fueron agrupados por zonas en lugar de ser contabilizados individualmente.

Las referencias de las características morfológicas de hábitats y limitaciones han sido tomados de los datos de la base de datos precedente de 2012, de donde se extrae una gran información sobre el origen de las especies, necesidades de riego, resistencia a la sequía...etc., guías de vegetación ornamental en paisajismo ((Navés Viñas, Pujol Solanich, Argimon de vilardaga, & Sampere Montjlló, 1995)) y del Catálogo de especies invasoras ((Ministerio de medio ambiente, 2011)

Los parámetros e indicadores ambientales claves para la descripción y valoración de las diversas zonas de planificación estratégica del Campus son los siguientes:

Número de individuos y especies presentes: Se cuantifica el número total de individuos de árboles presentes en ambos inventarios, así como la cantidad de especies diferentes identificadas en los casos geo-referenciados.

Abundancia de individuos: Algunas de las especies arbustivas y herbáceas han sido estimadas por un muestreo de conteos parciales de las alineaciones o superficies que ocupan. Se analizarán los cambios en la abundancia de individuos de árboles entre los dos inventarios. Esta comparación permitirá identificar tendencias en el aumento o disminución de ciertas especies, así como en la densidad general de árboles.

Biodiversidad: La biodiversidad se establece mediante el cálculo del índice de Shannon-Weaver (SHANNON & WEAVER, 1949). El índice de Shannon, también conocido como índice de diversidad de Shannon-Weaver, es una medida que considera tanto la riqueza (número de especies) como la equitatividad (distribución uniforme de individuos entre las especies) en un ecosistema. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$H = -\sum_{i=1}^S (p_i * \ln(p_i))$$

Donde:

- **H'** es el índice de Shannon.
- **S** es el número total de especies presentes en la zona.
- ***p_i*** es el resultado del cociente entre el número de individuos de la especie presentes en la zona y el número total de individuos presentes en la zona.

Interpretación del Índice de Shannon:

Como referencia tomaremos la escala propuesta por la (Agencia d'ecología urbana de Barcelona, 2009), donde se consideran los siguientes niveles de biodiversidad:

Si el valor es bajo entre 0.5 y 1.5, indica una *biodiversidad reducida*, con una o pocas especies predominantes.

Si el valor es moderado entre 1.5 y 2, sugiere una biodiversidad intermedia, con una distribución relativamente equitativa de especies.

Si el valor es alto entre 2 y 3, refleja una biodiversidad alta, con una amplia variedad de especies en la zona.

Si el valor se encuentra entre 3 y 4, esto indica una biodiversidad excepcionalmente alta. En estas circunstancias, la zona exhibe una rica variedad de especies y una distribución equitativa de individuos entre ellas.

Utilizando el índice de Shannon, se podrá determinar y comparar la diversidad de especies en las diferentes zonas de la UPV, brindando información valiosa sobre los patrones de biodiversidad presentes en el campus.

Cambio en la Composición de Especies: Se refiere al análisis de cómo varían las especies arbóreas a lo largo de los inventarios. Este proceso ayuda a identificar las especies que han experimentado un aumento o disminución significativa en su presencia relativa dentro del ecosistema estudiado.

Origen de las Especies (Autóctonas vs. Exóticas): Este término se refiere a la clasificación de cada especie como autóctona, que es originaria de la región o área en cuestión, o exótica, que proviene de fuera de esa región. Esta clasificación proporciona información crucial sobre la naturalidad del conjunto de especies en el catálogo del campus y sobre la posible influencia de especies exóticas en el ecosistema local.

Presencia de especies invasoras o potencialmente invasoras: Se contabilizan y clasifican posibles especies invasoras o con potencial invasor que podrían resultar un peligro para el

mantenimiento de la infraestructura verde. Para la identificación de estas especies invasoras o de potencial invasor se toman datos de listado y catálogo de especies exóticas invasoras (Ministerio de medio ambiente, 2011) y del libro de El árbol en jardinería y paisajismo (Navés Viñas, Pujol Solanich, Argimon de vilardaga, & Sampere Montjlló, 1995).

Adaptación a la sequía: Las especies se categorizan según su adaptación a la sequía. Estos valores se han obtenido de los datos disponibles en las fichas de las especies del inventario de 2012 y según los datos de necesidad de riego de las especies. Los individuos presentes se clasifican según la resistencia que tenga su especie a la sequía con valores como baja, media y alta.

La descripción detallada de las zonas verdes y de los individuos presentes en las diferentes áreas de estudio se resumen en la tabla siguiente (3). Los parámetros se han adaptado fundamentándose en los de la *Caracterización de zonas verdes del Pla Ver i de la biodiversidad de Valencia* (Ajuntament de València, 2023).

TABLA 2 PARÁMETROS E INDICADORES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ZONAS VERDES DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE DEL CAMPUS DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

CRITERIOS DE CARACTERIZACIÓN DE ZONAS VERDES
Superficie
Número de individuos presentes
Número de especies presentes
Índice de Shannon
Presencia de especies arbóreas
Porcentaje de Especies arbóreas
Presencia de especies arbóreas autóctonas
Porcentaje de especies arbóreas autóctonas
Especie autóctona arbórea más abundante
Presencia de especies arbóreas exóticas
Porcentaje de especies arbóreas exóticas
Especie exótica arbórea más abundante
Especies invasoras o con potencial invasor
Presencia de especies arbustivas o herbáceas
Porcentaje de especies arbustivas o herbáceas
Porcentaje de especies arbustivas o herbáceas autóctonas
Especie arbustiva o herbácea autóctona más abundante
Presencia de especies arbustivas o herbáceas exóticas
Porcentaje de especies arbustivas o herbáceas exóticas
Especie exótica arbustiva o herbácea más abundante
Porcentaje de especies con alta resistencia a la sequia
Porcentaje de especies con resistencia a la sequía media
Porcentaje de especies con baja resistencia a la sequia
Estrato más abundante (Césped, Tierra o Gravilla)

En la tabla 2 se pueden ver los parámetros que configuran los resultados que se facilitarán para el inventario conjunto y de los diferentes módulos, con el fin de obtener una descripción detallada de los individuos presentes en las áreas del Campus Vera.

4.4. Análisis del inventario actual y sus diferentes zonas estratégicas.

4.4.1. Procedimiento de muestreo y división de zonas.

La biodiversidad en las diferentes zonas de la UPV, se establece según un muestreo sistemático de un espacio o cuadrícula que se extiende a todo el campus (figura 11). Se divide cada una de las 24 zonas estratégicas de planeamiento en parcelas de 30 metros cuadrados, tomando en consideración el tamaño promedio de los espacios verdes más pequeños en la universidad. La cuadrícula se estima la adecuada para ajustarse a las características de los espacios verdes y permite una comparación en cualquier parte del campus. Esta estrategia permite obtener un dato aproximado y uniforme de la biodiversidad en cada zona, con un intervalo de valor mínimo y máximo, y el resultado de esta operación se puede observar en la figura 11.

4.4.2. Agrupación de zonas en módulos, parámetros a medir.

Los indicadores ambientales de la UPV que determinen los criterios de sostenibilidad son calculados para el conjunto del campus, sin embargo, para determinar la situación con objeto de futuras actuaciones de mejora del propio campus, es necesario bajar a análisis en subunidades que lo puedan discriminar. Sin llegar a las zonas de planeamiento se ha decidido una división por la agrupación de estas en 3 módulos diferentes según el eje central del campus y que además coincide con el crecimiento histórico en la dirección oeste-este que ha tenido. Las zonas agrupadas en cada módulo se establecen en la tabla 3 y la Figura 4. El análisis de cada zona se puede encontrar en el anexo 1, Tablas de caracterización de las diferentes zonas estratégicas establecidas en el Campus Vera .

TABLA 3 ORGANIZACIÓN DEL CAMPUS DE VERA SEGÚN TRES MÓDULOS Y UNIDADES O ZONAS PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA QUE LOS CONFORMAN.

MÓDULO	ZONAS
Módulo 1	0,1,2,3,4,5,14,16,17
Módulo 2	6,7,8,9,10,15,18,20,22
Módulo 3	11,12,13,19,21,23

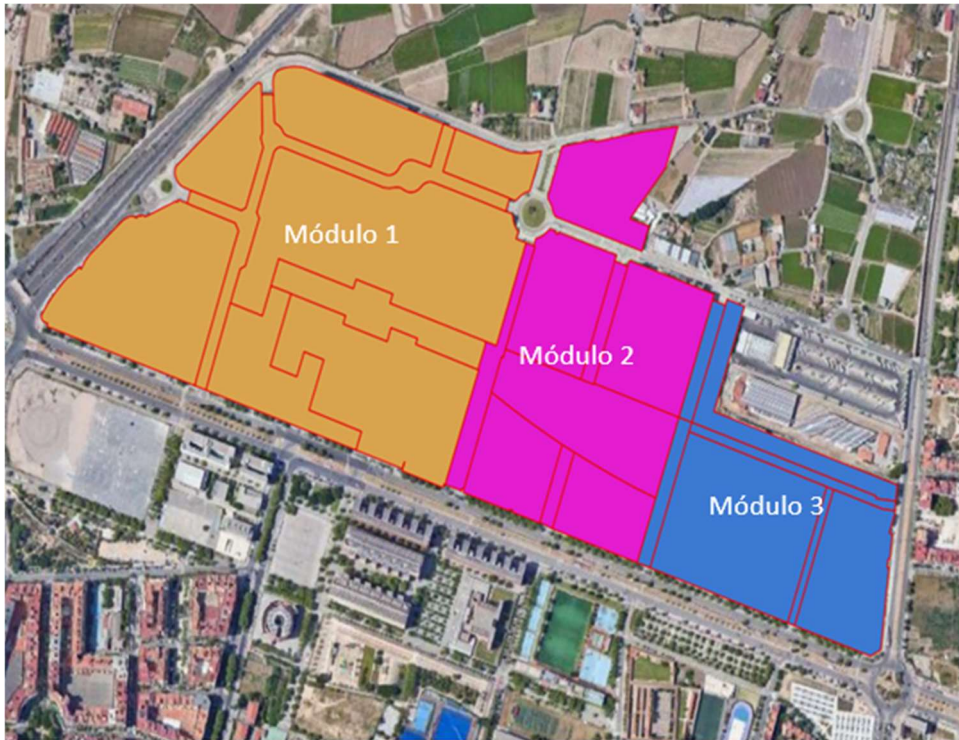


FIGURA 5 DIVISIÓ EN MÓDULOS DEL CAMPUS VERA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

5. RESULTADOS.

5.1. Resultado del Catálogo del Campus (2022) y evolución respecto del catálogo de 2012.

Al comparar los inventarios, antiguo (2012) y nuevo (2022) de especies en las zonas evaluadas, se destacan varias diferencias y cambios significativos que se expresan en los epígrafes siguientes. Estos cambios contabilizan tanto el número total de individuos y especies presentes, como las especies que han cambiado en abundancia o que faltan en el segundo de los catálogos.

5.1.1. Número total de árboles presentes en cada inventario, riqueza de especies y Biodiversidad.

En el inventario antiguo, se identificaron un total de 2384 individuos pertenecientes a 113 especies diferentes. Por otro lado, el catálogo de 2022 cuenta con 2571 individuos que pertenecen a 123 especies. Se puede observar que el número total de individuos y de especies ha aumentado considerablemente lo que indica una mejora tanto en riqueza como en biodiversidad. El índice de Shannon aumentó de un valor de 3.7783 en el inventario antiguo a 3,8252 en el nuevo, indicando un incremento en la diversidad de especies, estos índices son especialmente altos, lo que indica una gran biodiversidad y riqueza de especies presente en la zona respecto al arbolado.

5.1.2. Cambios en el número de Individuos de especies relevantes.

TABLA 4 NÚMERO DE INDIVIDUOS DE LAS DIEZ ESPECIES MÁS ABUNDANTES DE LOS DOS INVENTARIOS ENTRE 2012 Y 2022 PARA EL CAMPUS VERA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

ESPECIE	CATÁLOGO 2012	CATÁLOGO 2023	VARIACIÓN
<i>Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman</i>	224	237	12
<i>Platanus X Hispanica</i>	235	218	-17
<i>Strelitzia nicolai Regel & Körn.</i>	11	194	183
<i>Morus kagayamae Koidz.</i>	159	168	9
<i>Cupressus sempervirens L.</i>	81	94	13
<i>Celtis Australis L.</i>	112	105	-7
<i>Phoenix Dactylifera L.</i>	115	98	-17
<i>Tipuana tipu (Benth.) Kuntze.</i>	105	93	-15
<i>Morus Alba L.</i>	78	69	-9
<i>Jacaranda mimosifolia D.Don.</i>	58	67	10
<i>Musa acuminata subsp. cavendishii L.</i>	2	65	63
<i>Pinus pinea L.</i>	62	59	-3

Los resultados del recuento número de individuos de las diez especies más abundantes en los dos inventarios que se representan en la tabla 4, a destacar la adición de varios ejemplares de *Strelitzia nicolai Regel & Körn.* que han aumentado en 183 individuos y *Musa acuminata subsp. Cavendishii L.* que han aumentado en 63, por la implantación de e los 2 nuevos jardines en las zonas 2 y 12 la evolución de estas especies se pueden apreciar en las figuras 6 y 7.

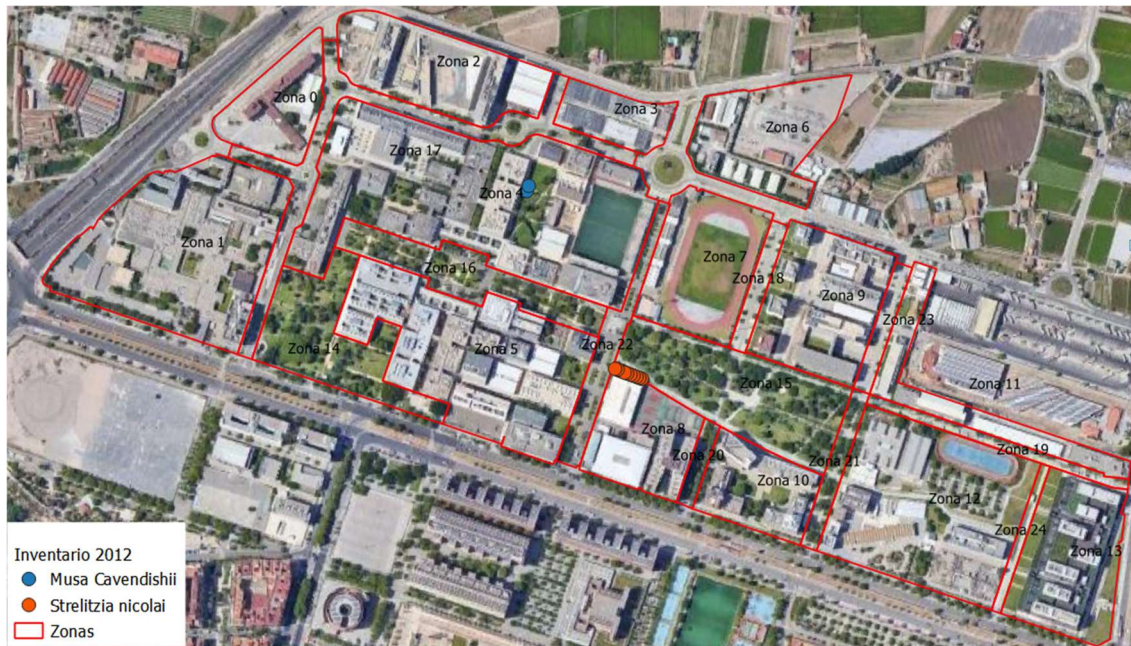


FIGURA 6 SITUACIÓN DE LOS EJEMPLARES DE *STRELITZIA NICOLAI* REGEL & KÖRN Y *MUSA ACUMINATA* SUBSP. *CAVENDISHII* L. EN EL INVENTARIO DE 2012.

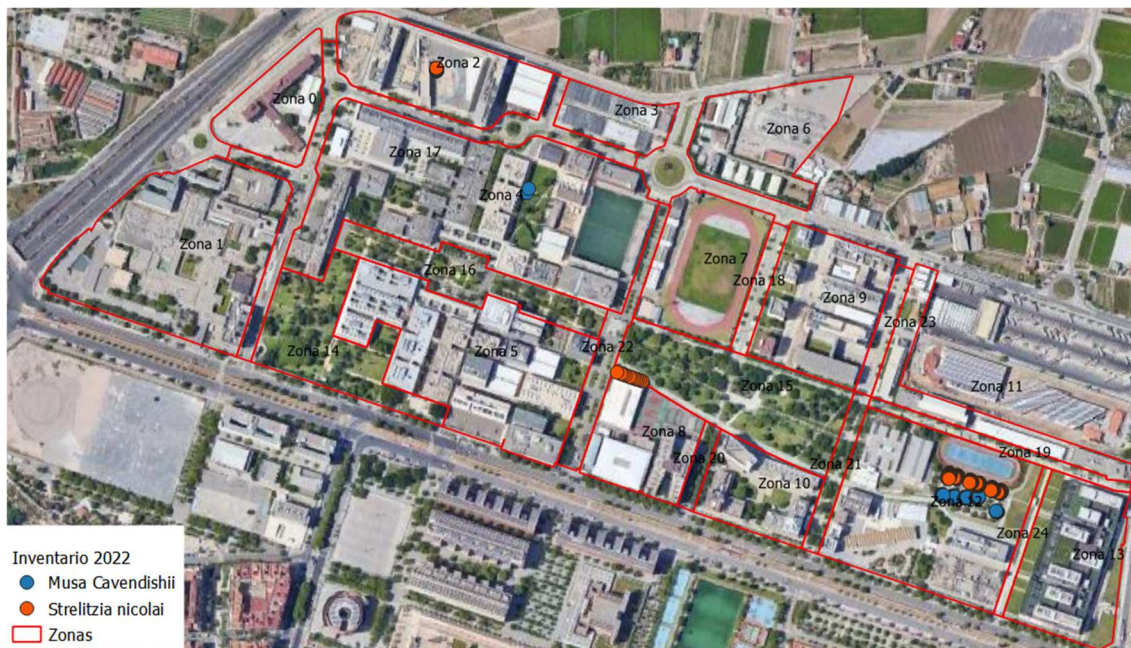


FIGURA 7 SITUACIÓN DE LOS EJEMPLARES DE *STRELITZIA NICOLAI* REGEL & KÖRN Y *MUSA ACUMINATA* SUBSP. *CAVENDISHII* L. EN EL INVENTARIO DE 2022.

Se han contabilizado individuos de 17 especies diferentes no catalogadas en el inventario previo: *Malus domestica* (Borkh.), *Lagerstroemia indica* (L.), *Quercus faginea* (Lam.), *Ficus rubiginosa* (Desf.), *Acer campestre* (L.), *Liriodendron tulipifera* (L.), *Handroanthus ochraceus* (Cham.), *Pyrus cayeriana* (Decne.), *Lagunaria pattersonia* (Labill.), *Delonis Regia* (Bojer ex Hook.), *Harpephyllum caffrun* (Bernh.), *Annona cherimola* (Mill.), *Brachychiton discolor* (F.Muell.), *Erythrina lysistenon* (Hassk.), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.), *Prunus avium* (L.).

Y la desaparición de 7 especies como *Sorbus intermedia* (Ehrh.), *Elaeagnus angustifolia* (L.), *Juglans nigra* (L.), *Fraxinus excelsior* (L.), *Quercus macrocarpa* (Michx.), *Pinus mugo* (Turra), *Dracaena marginata* (Lam.).

5.1.3. Comparación de los individuos según su origen.

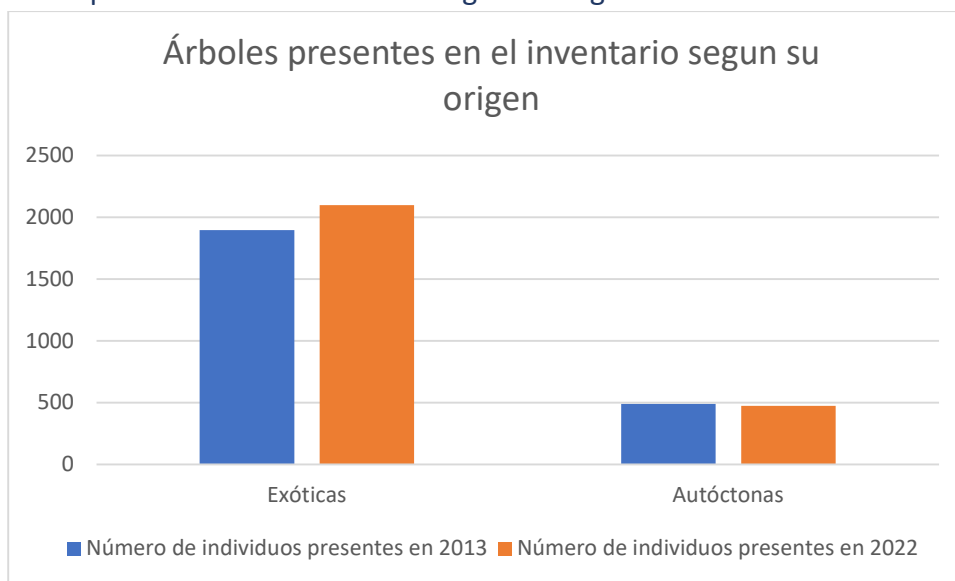


FIGURA 8 GRÁFICA DE COMPARACIÓN INDIVIDUOS PRESENTES EN EL CAMPUS VERA ENTRE 2012 Y 2022 SEGÚN SU ORIGEN.

Como se puede observar en la figura 8, en el inventario antiguo, se registraron 489 individuos de especies autóctonas y 1895 individuos de especies exóticas, sumando un total de 2384 individuos. En el inventario nuevo, se encontraron 474 individuos de especies autóctonas y 2097 individuos de especies exóticas, sumando también un total de 2571 individuos. El porcentaje de especies autóctonas ha disminuido de 20,5% a 18,4%.

5.1.4. Presencia de especies arbóreas invasoras e invasoras potenciales.

TABLA 5 NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ESPECIES INVASORAS PRESENTES EN EL CATÁLOGO BOTÁNICO DEL CAMPUS VERA DE LA UNIVERSITATAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

Especies/número de individuos catalogadas como invasoras	Catálogo 2012	Catálogo 2022
<i>Acacia dealbata</i> Link	10	6
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	1	2
TOTAL	11	8

TABLA 6 ESPECIES CON POTENCIAL INVASOR PRESENTES EN EL CATÁLOGO BOTÁNICO DEL CAMPUS VERA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

Especies con potencial invasor	Número de individuos presentes en 2012	Número de individuos presentes en 2022
<i>Robinia pseudoacacia L.</i>	17	13
<i>Gleditsia triacanthos L.</i>	5	5
<i>Acer negundo L.</i>	6	5
<i>Parkinsonia aculeata L.</i>	1	1
<i>Acacia saligna (Labill.) H.L.Wendl.</i>	6	1
TOTAL	35	24

En las tablas 5 y 6 se puede observar la presencia según los datos, tanto las especie invasoras como las especies de potencial invasor no han cambiado, pero se han reducido en su número, tanto en ejemplares de *Acacia dealbata Link*, *Robinia pseudoacacia L.*, *Gleditsia triacanthos L* y *Acacia saligna (Labill.) H.L.Wendl.* .

5.1.5. Comparación de individuos arbóreos según su resistencia a la sequía.

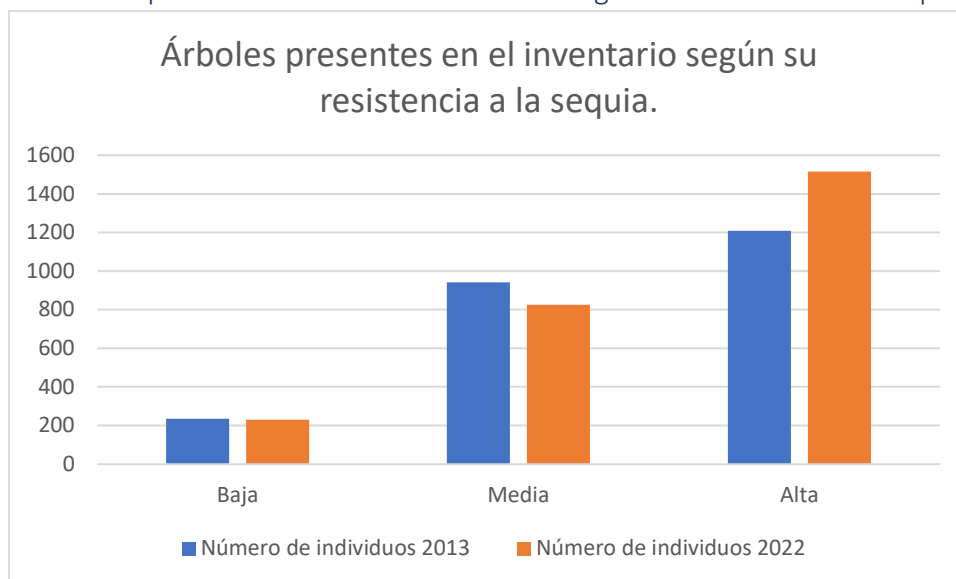


FIGURA 9 GRÁFICA DE COMPARACIÓN INDIVIDUOS PRESENTES EN EL CAMPUS VERA ENTRE 2012 Y 2022 SEGÚN SU RESISTENCIA A LA SEQUÍA.

En términos de resistencia a la sequía de las especies, como se puede ver en la figura 9, el inventario antiguo mostró que 234 individuos pertenecen a especies clasificadas como de muy baja resistencia, 943 de resistencia media y 1208 de alta resistencia. En contraste, en el inventario nuevo, se observaron 229 individuos de baja resistencia, 812 de resistencia media y 1530 de alta resistencia. Estos cambios en las categorías de resistencia pueden reflejar un

manejo en la selección de especies para la adaptación del arbolado a condiciones ambientales cambiantes. El porcentaje de individuos de resistencia baja y muy baja ha disminuido de 9,8% a 8,9%, el porcentaje de individuos de resistencia media ha disminuido de 39,5% a 32,13%, y el porcentaje de individuos de resistencia alta y muy alta ha aumentado de 50,7% a 58,97%.

5.2. Resultado del catálogo actual del campus y módulos.

TABLA 7 TABLA DE CARACTERIZACIÓN DEL CAMPUS VERA 2022.

Campus Vera 2022	DATOS
Superficie	586977 m ²
Individuos presentes	14312
Número de especies presentes	221
Índice de Shannon máximo	3,8308
Porcentaje de Especies arbóreas	17,96%
Presencia de especies arbóreas autóctonas	Si
Porcentaje de especies arbóreas autóctonas	2,89%
Especie autóctona arbórea más abundante	<i>Celtis australis</i> L. (105)
Porcentaje de especies arbóreas exóticas	15,07%
Especie exótica arbórea más abundante	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman. (237)
Especies invasoras o con potencial invasor	<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E.Br. (1984)(Invasora) <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle.(2)(Invasora), <i>Acacia dealbata</i> Link. (6) (Invasora), <i>Acer negundo</i> L.(5) (Potencial invasor), <i>Lantana camara</i> L. (261) (Potencial invasor), <i>Aptenia cordifolia</i> (L.f.) Schwantes. (17) (Potencial invasor), <i>Lonicera japonica</i> Thunb. (253) (Potencial invasor), <i>Robinia Pseudoacacia</i> L.(13) (Potencial invasor), <i>Gleditsia triacanthos</i> L.(4) (Potencial invasor), <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (3) (Potencial invasor), <i>Acacia saligna</i> (Labill.) H.L. Wendl.(1) (Potencial invasor)
Porcentaje de especies arbustivas o herbáceas	82,04%
Porcentaje de especies arbustivas o herbáceas autóctonas	18,56%
Especie arbustivas o herbácea autóctona más abundante	<i>Myrtus communis</i> L. (875)

Porcentaje de especies arbustivas o herbáceas exóticas	63,48%
Especie exótica arbustiva o herbácea más abundante	<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E.Br. (1984)
Porcentaje de especies con alta resistencia a la sequía	67,41%
Porcentaje de especies con resistencia a la sequía media	28,72%
Porcentaje de especies con baja resistencia a la sequía	3,87%
Estrato más abundante	Tierra

5.2.1. Tablas de datos de los diferentes módulos.

TABLA 8 CARACTERIZACIÓN E INDICADORES AMBIENTALES DEL INVENTARIO DE LA VEGETACIÓN DEL CATÁLOGO DEL CAMPUS DE LA UPV SEGÚN LOS MÓDULOS ESTABLECIDOS.

	MÓDULO 1	MÓDULO 2	MÓDULO 3
Superficie (m²)	307403	141053	138521
N Individuos	5405	1910	6735
N de especies	166	76	111
Í. Shannon máximo.	2,15006022	2,2188611	2,6432172
Í. Shannon mínimo	0,06246746	0,20619205	0,01601002
% Esp. arbóreas	21,13%	56,85%	8,66%
% Esp. arbóreas autóctonas	2,93%	13,26%	1,00%
Autóc. arbór más ab.	<i>Celtis australis</i> L. (37)	<i>C. sempervirens</i> L. (73)	<i>Chamaerops humilis</i> L. (43)
% Esp. arbóreas exóticas	18,20%	43,59%	7,66%
Esp.exótica arbó. más ab	<i>Platanus x hispánica</i> (98)	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman (166)	<i>Strelitzia Nicolai</i> Regel & Körn (177)
Especies invasoras (I) o con potencial invasor (PI)	<i>Acacia dealbata</i> Link. (6) (I) <i>Acer negundo</i> L. (4) (PI) <i>Lantana cámara</i> L. (261) (PI) <i>Robinia pseudoacacia</i> L. (13) (PI) <i>Gleditsia triacanthos</i> L. (4) (PI) <i>Parkinsonia aculeata</i> L. (1) (PI) <i>Acacia saligna</i> (Labill.) H.L. Wendl. (1)(PI)	<i>Acer negundo</i> L. (1) (PI) <i>Aptenia cordifolia</i> (L.f.) Schwantes. (17) (PI) <i>Lonicera japonica</i> Thunb (253) (PI)	<i>Carpobrotus edulis</i> . (L.) N.E.Br. (1984) (I) <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle. (2)(I)
% Esp. Arbust. o herbác	78,87%	43,15%	91,34%
P% Esp. Arbust. o herbác. autóctonas	17,82%	7,77%	21,04%
Especie arbust o herbautóca más abundante	<i>Mentha spicata</i> L. (375)	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (29)	<i>Myrtus communis</i> L. (859)
% Esp. arbustivas o herbáceas exóticas	61,05%	35,38%	70,30%

Esp exótica arb o herb más abundante	<i>Vinca major</i> L.(901)	<i>Lonicera japónica</i> Thunb. (253)	<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E.Br. (1984)
% Esp. con alta resistencia a la sequia	57,18%	71,94%	73,73%
% Esp. con resistencia a la sequía media	38,54%	26,15%	22,34%
% Esp. con baja resistencia a la sequia	4,28%	1,91%	3,92%
Estrato más abundante	Tierra	Césped	Tierra

El inventario (tabla 7) cuenta actualmente con 221 especies diferentes con 14312 individuos de los cuales 2571 son árboles y 11,741 son arbustivas y herbáceas. Cuenta con un índice de biodiversidad de Shannon de 3,83 lo que indica una biodiversidad excepcionalmente alta.

El porcentaje de individuos resistentes a la sequía es del 75,63% lo que indica una mejor elección de las especies para su adaptabilidad a al clima presente en Valencia estos últimos años.

El porcentaje de especies autóctonas es más bajo que el de exóticas. En todo caso, se considerarse así al *Celtis Australis* L., la especie autóctona más abundante con 105 ejemplares. También, se tienen presencia en el campus de la UPV varios especímenes de especies invasoras o de potencial invasor, alcanzando un total de 12 especies, 11 de ellas presentan una pequeña porción del inventario, pero los ejemplares del diente de león (*Carpobrotus edulis* (L.) N.E.Br.) presentan la mayor extensión y cantidad de individuos presentes en el campus.

5.2.2. Análisis de resultados de los diferentes módulos.

5.2.2.1. Descripción de los módulos.

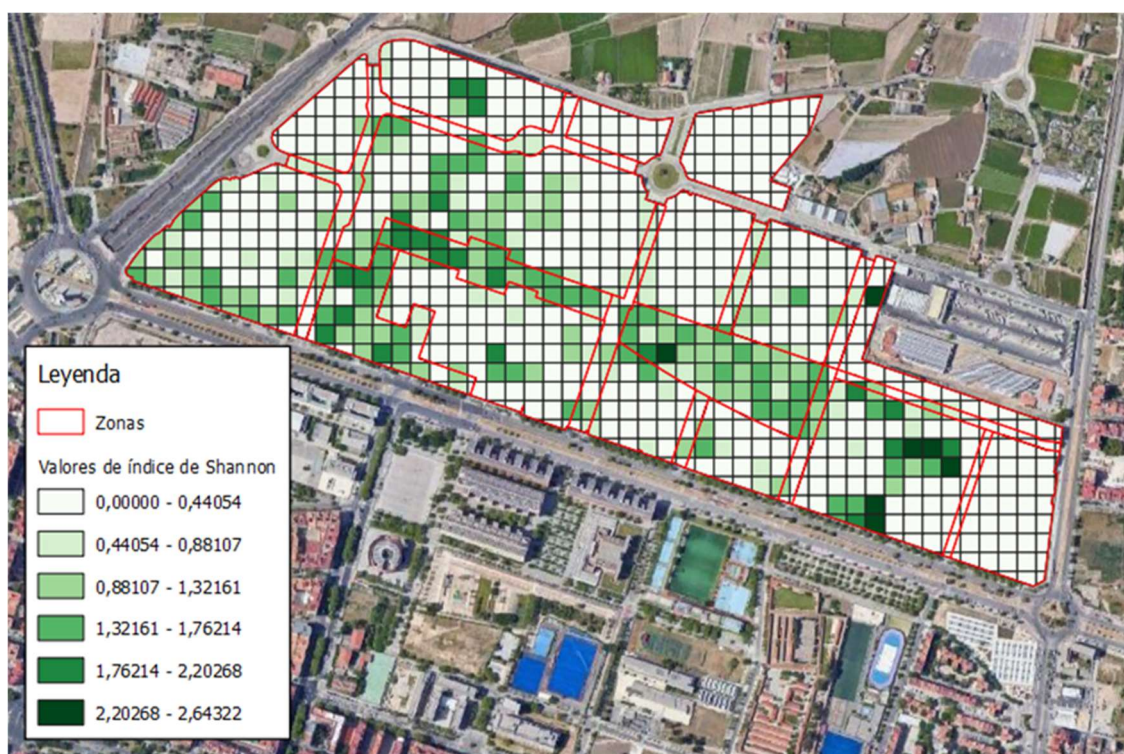


FIGURA 10 VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON SEGÚN LA MALLA DE MUESTREO PARA LA DIVISIÓN DEL CAMPUS DE VERA DE LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

La caracterización de la vegetación por módulos (tabla 8) muestra que el módulo 1 representa el área de mayor tamaño frente a los otros. Al determinar estas zonas por el crecimiento histórico de la UPV y según la forma de las zonas de planeamiento estratégicas no ha sido posible hacer una división equitativa. Presenta el índice de Shannon máximo más bajo de los 3 módulos, que supone una menor representación de las diferentes especies o estructuras espaciales de distribución similares. El valor es alto (2,15) para los espacios urbanos según algunas de las escalas propuestas por la literatura (Agència d'ecologia urbana de Barcelona, 2009). Las áreas con mayor índice de biodiversidad presentes en este modulo se encuentran en las zonas 2, 4, 14, 16 como se puede apreciar en la figura 10. La zona 2 (facultad de Bellas artes) corresponde a el nuevo jardín creado en 2022 en la zona de bellas artes, con varias especies de árboles exóticos y un parterre lleno de especies palmáceas y herbáceas. Las áreas verdes de la zona 4 (interiores entre rectorado, ETSI Agrónomos y ETSI Industriales) se componen de 3 jardines con arbolado espaciado y amplias zonas de descanso, y una plaza con maceteros con una mezcla diversas especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, la distribución de especies se encuentra equilibrada y no se observan grandes números de una sola especie, a destacar la presencia de *Tradescantia pallida* (Rose) D.R.Hunt. y *Citrus aurantium* L. La zona 14 corresponde al jardín que se encuentra entre rectorado y la facultad de arquitectura, dispone de diversas especies de arboles y zonas amplias de descanso, a destacar la presencia de *Laurus nobilis* L. y *Phoenix canariensis* Chabaud, la distribución e especies se encuentra muy equilibrada en esta zona. Y por último la zona 16 corresponde la parte del ágora del jardín central, cuenta con una gran variedad de especies arbóreas en un espacio reducido, se destaca la presencia de *Syagrus romanzoffiana* y *Celtis australis*. El resto de las zonas se caracterizan por estar ocupadas por grandes edificios y tener escasa presencia de arbolado.

El módulo 2 alberga la parte más amplia del jardín central del campus (Zona 15), se caracteriza por tener varios ejemplares de árboles de diferentes especies, con amplio espacio entre ellos que genera varias zonas de descanso y recreativas, con tres alineamientos que generan una barrera entre zonas, dos de *Syagrus romanzoffiana* a ambos lados en el camino central con 166 ejemplares y uno de *Morus kagayamae* Koidz. con 103 ejemplares, en la cara norte del jardín, generando una división entre el jardín y la calle. Este espacio contiene la mayoría de los individuos arbóreos, presentes en la zona. El resto de los individuos se encuentran divididos en alcorques, y dispersos por grandes vías como las zonas 18 (Calle José Calavera Ruiz), 20 (Calle Amable Liñan), 21 (vía al este del edificio Nexus), 23 (Calle Kisshomaru Ueshiba). La mayoría de los ejemplares de especies arbustivas presentes en la zona, corresponden a individuos de *Lonicera japónica* y *Aptenia cordiflora*, que tapizan los terraplenes exteriores, que se encuentran en los bordes del velódromo de la zona 7.

El módulo 3 es el que tiene mayor valor del índice de biodiversidad de Shannon en zonas de 30 metros, presente en el campus es el módulo 3, pese a ser el de menor área, el jardín implantado en la zona 12 en 2022 que se conforma con 7 alineaciones de *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze y varias parcelas con una mezcla de ejemplares de diferentes especies exóticas de palmáceas, herbáceas y arbustivas a destacar la presencia de *Strelitzia nicolai* Regel & Körn., *Aspidistra elatior* y *Clivia miniata* (Lindl.) Regel, y el jardín mediterráneo con varias especies arbustivas y herbáceas autóctonas de la región a destacar la presencia de *Myrtus comunnis* L (893). y *Pistacia lentiscus* L., presentan la mayor cantidad y diversidad de especies en todo el campus, que a su vez resulta ser la zona con mayor cantidad de individuos presentes, su porcentaje de herbáceas es de un 91%, se caracteriza por ser una zona amplia y abierta con mucho espacio entre los edificios donde se encuentran laboratorios, centros de investigación, con escaso arbolado y lugares de sombra.

5.2.2.2. Presencia de Especies invasoras.

El espacio con mayor diversidad de especies invasoras y con potencial invasor es el módulo 1, concretamente en la zona 14 (área de jardín entre rectorado y la ETSA) con ejemplares de *Acacia dealbata* Link., *Acacia saligna* (Labill.) H.L. Wendl., *Acer negundo* L., *Parkinsonia aculeata* L. y *Robinia pseudoacacia* L.. A su vez el módulo con mayor cantidad de individuos de especies invasoras es el módulo 3 con 1984 ejemplares de *Carpobrotus edulis* (L.) N.E.Br., repartidos entre la zona 12 (área entre el jardín mediterráneo y las pistas de deportes) y la zona 19 (la vía de la Calle Pedro Duque) (ver figura 2).

5.2.2.3. Resistencia a la sequía.

En términos del indicador de la resistencia a la sequía, el módulo 1 es el más sensible ante la escasez de agua, con ejemplos como la zona 2 visible en las figuras 11 y 12, con varios ejemplares de Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.), *Paulownia tormentosa* (Thunb.) Steud., *Brachychiton acerifolius* (A.Cunn. ex G.Don) Macbr., *Lantana montevidensis* (Spreng.) Briq., *Musa acuminata* subsp. *Cavendishii* L., *Philodendron bipinnatifidum* Schott, *Alocasia macrorrhizos* (L.) G.Don.

O la zona 4 (interiores entre rectorado, ETSI Agrónomos y ETSI Industriales) con ejemplares de *Musa acuminata* subsp. *Cavendishii* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Populus alba* L., *Fagus sylvatica* L., *Populus nigra* L., *Abelia × grandiflora* L. Estas dos zonas presentan varios individuos con altos requerimientos de riego.

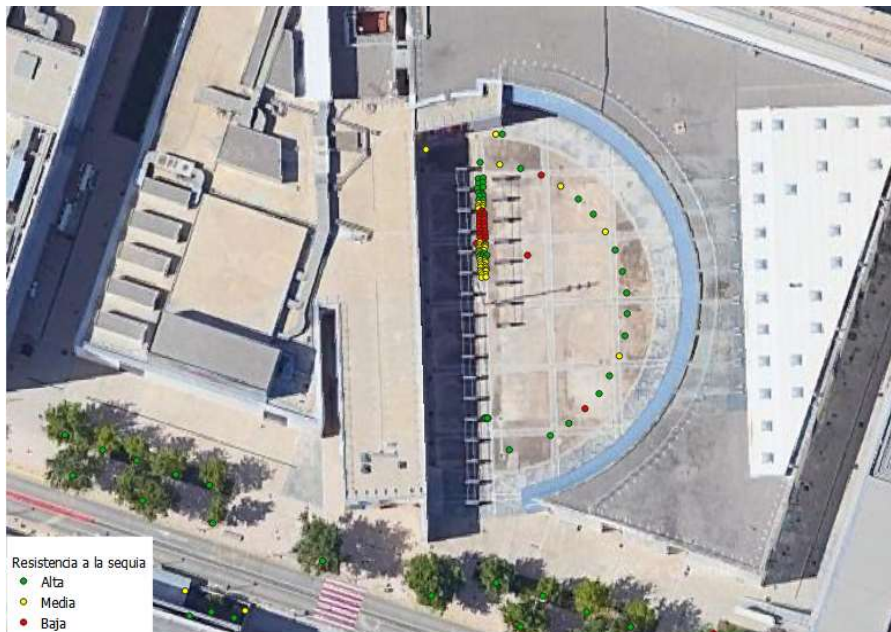


FIGURA 11 LOCALIZACIÓN DE LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS DEL CATÁLOGO EN EL ÁREA DE ZONA 2 (FACULTAD DE BELLAS ARTES) Y CLASIFICADOS SEGÚN SU RESISTENCIA A LA SEQUÍA.



FIGURA 12 PARTERRE DE ESPECIES HERBÁCEAS EN EL JARDÍN DE LA ZONA 2 (FACULTAD DE BELLAS ARTES) Y DETERIOROS VISIBLES EN EJEMPLARES DE *ALOCASIA CUCULLATA* (LOUR.) G.DON (IMAGEN DE LA DERECHA).

En el módulo 3 se presenta el mismo tipo de problema respecto de la resistencia a la sequía como en la zona 12 (área entre el jardín mediterráneo y las pistas de deportes) tal como se puede apreciar en la figura 13, aunque pueda quedar oculto el porcentaje por la gran cantidad de *Carpobrotus edulis* (L.) N.E.Br. presente en la zona, el jardín implantado en 2022 presenta varias especies frágiles a la sequía y con altas necesidades de riego como *Musa acuminata subsp. Cavendishii* L., *Philodendron bipinnatifidum* Schott, *Alocasia macrorrhizos* (L.) G.Don. que en caso de escasez de agua sufrirían grandes daños.



FIGURA 13 VISTA AÉREA DE LA ZONA 12 Y CATEGORÍAS DE SUS INDIVIDUOS SEGÚN SU RESISTENCIA A LA SEQUÍA.

El sustrato de los espacios verdes más común en el inventario en el que se sitúa el arbolado es tierra desnuda (parterres sin césped y alcorques). En elementos verdes como el jardín central, la zona de mayor longitud de toda la universidad predomina el césped. Este parámetro representa el tipo de superficie en el que sitúa cada árbol.

6. PROPUESTAS.

6.1. Propuesta para las especies catalogadas como invasoras.

En caso de querer evitar las especies invasoras, se proponen su sustitución por distintas posibles alternativas. Se debe consultar la literatura especializada como puede ser el libro Jardinería mediterránea: sin especies invasoras (Fraga i Arguimbau, 2009). Se presentan algunas soluciones (tablas 9 y 10). La mayoría son especies autóctonas o, exóticas que presentan un menor peligro de invasión y afección de a la biodiversidad del ecosistema o bien, la utilización de híbridos estériles, muy útiles en el caso de jardinería en los espacios urbanos. También, es aconsejable una correcta gestión de los restos de jardinería en caso de tener estas especies presentes con el fin de evitar contaminación del espacio por los propágulos de las especies exóticas que lleguen al medio natural.

TABLA 9 TABLA DE ALTERNATIVAS A ESPECIES INVASORAS.

ESPECIES INVASORAS	Alternativas
<i>Acacia dealbata</i> Link.	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.

<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle.	Sin resultados
<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E.Br.	<i>Bougainvillea x buttiana</i>

TABLA 10 TABLA DE ESPECIES ALTERNATIVAS A ESPECIES CON POTENCIAL INVASOR INVASORAS.

Especies con potencial invasor	Alternativas
<i>Acacia saligna</i> (Labill.) H.L. Wendl.	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.
<i>Acer negundo</i> L.	<i>Celtis australis</i> L.
<i>Aptenia cordifolia</i> (L.f.) Schwantes.	<i>Verbena x 'Temari Patio Red'</i>
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Sin resultados
<i>Lantana cámara</i> L.	<i>Rosa 'La Sevillana'</i>
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	<i>Bougainvillea x buttiana</i>
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl. , <i>Quercus faginea</i> Lam.

6.2. Propuesta sobre las zonas frágiles a la sequía.

Como se puede ver en el punto 3.1, la ciudad de Valencia sufre periodos secos y de altas temperaturas entre los meses de junio y agosto y esto se acaba haciendo visible en las zonas verdes. La falta de agua puede generar marchitez y enfermedades, y por lo tanto generar un gran coste en el cuidado de las plantas, reposición de individuos o el mismo riego de estas.

En el caso de las zonas 2 (facultad de Bellas artes) y 4 (interiores entre rectorado, ETSI Agrónomos y ETSI Industriales) del módulo 1 y la zona 12 (área entre el jardín mediterráneo y las pistas de deportes) del módulo 3, convendría realizar un cambio de especies en las especies con menor adaptabilidad a la sequía, o en caso de querer mantener las especies mantener esas zonas con un riego adecuado con el fin de mantener los especímenes en buenas condiciones, evitar un deterioro en el valor visual del paisaje presentado en las zonas y evitar costes de sustitución cada largo periodo de sequía.

En concreto las zonas 12 y 2, que contienen los dos jardines implantados en 2022, son las que presentan mayores aglomeraciones de estas especies frágiles a la sequía y sería conveniente llevar un control de estas zonas o explorar cambios en ellas, de hecho, se han observado la marchitez de bastantes de los individuos tanto arbóreos como de los arbustivos como se puede ver en el ejemplo de la figura 14.



FIGURA 14 DAÑOS VISIBLES EN ESPECIES DE *MUSA ACUMINATA SUBSP. CAVENDISHII L.*, *PHILODENDRON BIPINNATIFIDUM SCHOTT* EN EL JARDÍN IMPLANTADO EN LA ZONA 12 UN AÑO DESPUÉS (2023).

6.3. Mantener un registro de los individuos presentes en el campus.

En los perímetros extremos exteriores de la universidad se puede apreciar un menor seguimiento y cuidado de los especímenes presentes. En concreto, en la zona 1(facultades de Informática y Edificación) y en la zona 3(Zona de invernaderos), se encuentran varios ejemplares de herbáceas (enredaderas) en mal estado. Este problema se ve drásticamente en la zona 3, al norte en el contacto con la Huerta, que presenta una hilera de *Bougainvillea glabra Juss.* de 150 metros completamente seca visible en la figura 15. Esta situación acarrea una alta deficiencia estética y visual, y representa una pérdida en biodiversidad para del campus.



FIGURA 15 HILERA DE BOUGAINVILLEA GLABRA JUSS. CON LA MAYORÍA DE LOS INDIVIDUOS SECOS EN LA VALLA PERIMETRAL DE LA UPV AL NORTE DE LA ZONA 3.

7. CONCLUSIONES.

La actualización del catálogo botánico del Campus de la UPV permite establecer una radiografía de los recursos vegetales actuales y su evolución cercana con el objeto final de establecer una valoración de la sostenibilidad de las actividades que se desarrollan en este territorio.

El inventario de la vegetación permite no solo la localización del arbolado y de las plantas arbustivas y herbáceas principales, si no la cuantificación de los individuos para establecer los indicadores de ambientales que marque situación y la evolución del campus respecto de su gestión sostenible. Se ha creado una compleja base de datos amplia y detallada para el seguimiento de los individuos presentes en el Campus Vera de la Universitat Politècnica de València. El catálogo, además, deja claro la necesidad de establecer procedimientos o protocolos del seguimiento de los parámetros que conducen al análisis de los indicadores de infraestructura verde de la zona, lo que permitirá tener una descripción actual de las características de la infraestructura verde.

En la comparación con el inventario realizado en 2012, se observa que la estructura de las áreas verdes del campus en cuanto a la composición de especies y individuos se ha mantenido estable los últimos 10 años, destacando la adición de las dos áreas verdes construidas en 2022 en las zonas 2 (facultad de Bellas artes) y 12 (área entre el jardín mediterráneo y las pistas de deportes) que han derivado en el aumento de la riqueza del inventario, la disminución de la proporción especies autóctonas debido a que están formados por especies exóticas en su mayor parte y el aumento de porcentaje de especies con alta resistencia a la sequía.

En el análisis del inventario se han destacado las principales características del Campus Vera, así como de los diferentes módulos en los que se ha dividido, indicando el índice de biodiversidad total, y los intervalos del índice en sus diferentes módulos, especies más abundantes, composición de la estructura del arbolado en las áreas verdes según su forma y origen, presencia de especies invasoras o de potencial invasor y tipo de sustrato más común en el área. Para finalizar con una descripción y análisis de las diferentes áreas verdes presentes en cada módulo.

La mayor parte de las zonas presentes en el campus, presentan buena adaptabilidad a las condiciones del campus, con excepción de partes de las zonas 2 (facultad de Bellas artes), 4 (interiores entre rectorado, ETSI Agrónomos y ETSI Industriales) y 12 (área entre el jardín mediterráneo y la pista de deportes, que contienen una gran cantidad de individuos sensibles a esta condición. Este apartado demuestra la capacidad de discriminar especímenes según aspectos de fragilidad o necesidad de cuidados a partir de la cartografía generada.

Por último, se han realizado propuestas respecto al cuidado de los individuos, el control de las especies invasoras y la gestión de las zonas con individuos con altos requerimientos de riego y baja resistencia a la sequía. Estas propuestas tienen el fin de mejorar la infraestructura verde del campus y evitar costes mayores en la gestión de esta.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- Agència d'ecologia urbana de Barcelona. (2009). *Plan de Indicadores de sostenibilidad urbana Vitoria-Gasteiz*. Barcelona: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.
- Ajuntament de València. (17 de 8 de 2023). *Plan verde y de la biodiversidad de València*. Obtenido de Plaverdvalencia.com: <https://plaverdvalencia.com/es/documentacion/>
- Avamet. (21 de Junio de 2023). *Estación climática de València, Camins al grao*. Obtenido de Avamet.org: https://www.avamet.org/mxo_i.php?id=c15m250e08
- Esterás Perez, F., Lopez Garza, F., & Sanchis Duato, E. (2013). *Flora de los jardines de la Universitat Politècnica de València*. València: Universitat Politècnica de València.
- Fraga i Arguimbau, P. (2009). *Jardineria mediterrànea sin especies invasoras*. Valencia: Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.
- Ministerio de medio ambiente, y del medio rural y marino. (22 de 08 de 2023). *Conselleria de agricultura, desarrollo Rural, emergencia climática y transición ecológica*. Obtenido de Agroambient.gva.es: <https://mediambient.gva.es/documents/20550103/165080898/Conoce+los+arboles+v+alencianos.pdf/a7f6151b-d6fe-4569-b3c1-5bb0d674d438?t=1610461159466>
- Ministerio de medio ambiente, y. d. (9 de Diciembre de 2011). *Conselleria de Agricultura, Desarrollo rural, Emergencia climática y Transición ecológica*. Obtenido de agroambient.gva.es: https://mediambient.gva.es/documents/91061501/109939278/RD+1628_2011+listado+y+catalogo+exoticas+invasoras.pdf/29b72c29-94d4-407e-b866-527159dc7f79?t=1400739363877
- Navés Viñas, F., Pujol Solanich, J., Argimon de vilardaga, X., & Sampere Montjlló, L. (1995). *El árbol en jardineria y paisajismo*. Barcelona: Omega.
- SHANNON, C. E., & WEAVER, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. (2020). *Universitat Politècnica de València*. Obtenido de upv.es: <https://www.upv.es/organizacion/la-institucion/historia/index-es.html>