

PLATAFORMA WEB PARA COLECCIONES BOTÁNICAS

CRISTIAN GIOVANNI CASTRILLÓN ARIAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN GESTIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE

MANIZALES

2016

PLATAFORMA WEB PARA COLECCIONES BOTÁNICAS

CRISTIAN GIOVANNI CASTRILLÓN ARIAS

Tesis presentada para optar por el título de Magister en Gestión y Desarrollo de Software

Director

OMAR ANTONIO VEGA, MSc., PhD

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Universidad de Manizales

Asesor temático

CARLOS ALBERTO AGUDELO HENAO, MSc., PhD

Profesor Programa de Biología

Centro de Estudios de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología

Universidad del Quindío

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN GESTIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE

MANIZALES

2016

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. REFERENTE CONTEXTUAL.....	15
1.1 Área problemática.....	15
1.2 Antecedentes	16
1.3 Justificación.....	22
1.4 Formulación del problema	23
1.5 Objetivos	23
1.5.1 Objetivo general	23
1.5.2 Objetivos específicos	23
2. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	25
2.1 Metodología	25
2.1.1 Proceso de desarrollo.....	26
2.1.1.1 Fase análisis de requerimientos.....	30
2.1.1.2 Fase implantación y mantenimiento.....	33
2.1.1.3 Fase final.	33
2.1.2 Herramientas y tecnología	34
2.2 Pruebas	37
3. DESARROLLO	39
3.1 Referente teórico	39
3.1.1 Colecciones biológicas	39
3.1.1.1 Conservación de colecciones biológicas.....	39
3.1.1.2 Herbarios.....	41
3.1.1.2.1 Herbario Universidad del Quindío - HUQ	42

3.1.1.3 Taxonomía vegetal	44
3.1.1.3.1 Angiospermas.....	46
3.1.2 Colecciones biológicas digitales.....	48
3.1.2.1 Museos virtuales	50
3.1.2.2 Herramientas informáticas	52
3.1.2.2.1 Aplicaciones	53
3.1.2.2.2 Lenguajes de programación	54
3.1.2.2.3 Motores de videojuegos	55
3.1.2.2.4 Usabilidad y accesibilidad web.....	57
3.2 Desarrollo del proyecto	59
3.2.1 Fase análisis de requerimientos	60
3.2.1.1 Requerimientos del sistema.....	63
3.2.1.1.1 Requerimientos funcionales	63
3.2.1.1.2 Requerimientos no funcionales	65
3.2.1.2 Modelo de dominio preliminar.....	66
3.2.1.3 Prototipos	67
3.2.1.3.1 Prototipo interfaz administrativo.....	68
3.2.1.3.2 Prototipo interfaz sistema de información herbario	69
3.2.1.3.3 Prototipo interfaz herbario virtual	70
3.2.1.4 Casos de uso.....	72
3.2.1.4.1 Casos de uso sistema de información.....	72
3.2.1.4.2 Casos uso sistema del museo virtual.....	75
3.2.2 Fase análisis y diseño preliminar.....	75
3.2.2.1 Casos de uso detallados.....	76
3.2.2.2 Diagramas de robustez	83

3.2.3. Fase diseño detallado.....	87
3.2.3.1 Diagramas de secuencia	87
3.2.3.2 Diagrama de clases.....	91
3.2.3.3 Modelo de datos	91
3.2.4 Fase implementación y mantenimiento	92
3.2.5 Pruebas de software	93
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	100
5. CONCLUSIONES.....	103
6. RECOMENDACIONES	108
7. BIBLIOGRAFÍA	110
8. ANEXOS.....	117

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Módulos del portal	30
Tabla 2 Evaluación de lenguajes de programación.....	37
Tabla 3 Pruebas unitarias	38
Tabla 4 Requerimientos funcionales subsistema información del museo	63
Tabla 5 Requerimientos funcionales museo virtual.....	64
Tabla 6 Requerimiento funcionales subsistema administrativo.....	64
Tabla 8 Requerimientos no funcionales subsistema museo virtual	65
Tabla 9 Requerimientos no funcionales sistema administrativo.....	66
Tabla 10 Autenticación investigadores	76
Tabla 12 Ingresar investigadores	78
Tabla 13 Ingresar especie.....	79
Tabla 14 Consultas parametrizadas, por dos parámetros.....	80
Tabla 15 Ingresar museo virtual	81
Tabla 16 Visitar recepción museo virtual	81
Tabla 17 Ingresar sala exposición museo virtual	82
Tabla 18 Seleccionar familia museo virtual.....	83
Tabla 19 Caso de prueba autenticación usuario.....	94
Tabla 20 Caso de prueba acceso investigadores	94
Tabla 21 Caso de prueba ingresar una especie	95
Tabla 22 Caso de prueba consultas parametrizadas especies	96
Tabla 23 Caso de prueba consultas parametrizadas géneros	97

Tabla 24 Caso de prueba ingresar museo virtual	97
Tabla 25 Caso de prueba recepción museo virtual	98
Tabla 26 Caso de prueba sala exposición museo virtual	99
Tabla 27 Caso de prueba selección de familia.....	99

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Menú principal sistema administrativo	26
Figura 2 CRUD general sistema información.....	27
Figura 3 Consultas avanzadas	27
Figura 4 Recepción del museo	28
Figura 5 Exposición	29
Figura 6 Página principal sistema administrativo.....	29
Figura 7 Lenguajes de programación más buscados en internet.....	36
Figura 8 Línea de tiempo de la taxonomía.....	45
Figura 9 Colección en campo de ejemplares	61
Figura 10 Prensado y secado de ejemplar.....	61
Figura 11 Montaje de ejemplares.....	62
Figura 12 Modelo de dominio sistema información.....	67
Figura 13 Modelo de dominio museo virtual.....	67
Figura 14 Interfaz administrativa.....	68
Figura 15 Interfaz principal	69
Figura 16 Interfaz de los CRUD.....	70
Figura 17 Interfaz principal	70
Figura 18 Sala recepción.....	71
Figura 19 Ascensor	71
Figura 20 Sala exposición.....	72
Figura 21 Sistema investigadores	73

Figura 22 Ingresar al sistema el administrador	73
Figura 23 CRUD Usuarios.....	74
Figura 24 CRUD Especie.....	74
Figura 25 Consultas parametrizadas	74
Figura 26 Sistema museo virtual.....	75
Figura 27 Autenticación del administrador.....	84
Figura 28 Autenticación investigadores.....	84
Figura 29 Crear investigadores	84
Figura 30 Ingresar una especie	85
Figura 31 Consultas parametrizadas	85
Figura 32 Ingresar al museo.....	86
Figura 33 Recepción del museo virtual	86
Figura 34 Sala Exposición del museo virtual	86
Figura 35 Museo virtual, seleccionar familia	87
Figura 36 Autenticación del investigador	87
Figura 37 Autenticación del administrador.....	88
Figura 38 Crear investigadores	88
Figura 39 Ingresar especie	88
Figura 40 Reporte de consultas.....	89
Figura 41 Ingresar al museo virtual	89
Figura 42 Recepción al museo virtual	90
Figura 43 Sala Exposición al museo virtual	90
Figura 44 Selección familias del museo virtual.....	90

Figura 45 Diagrama de clases sistema de información.....	91
Figura 46 Diagrama de clase museo virtual.....	91
Figura 47 Modelo de datos	92
Figura 48 Modelo – Vista - Controlador.....	93
Figura 48 Recolectar ejemplar	118
Figura 49 Ejemplar	118
Figura 50 Preparación de ejemplar	119
Figura 51 Prensa	120
Figura 52 Materiales	121
Figura 54 Etiqueta.....	122

RESUMEN

El proyecto interdisciplinario “Plataforma web para colecciones botánicas”, plantea un desarrollo tecnológico cuyo propósito está enfocado en solucionar diferentes inconvenientes de las colecciones biológicas en general, específicamente de las botánicas, como son: deterioro de ejemplares, cobertura limitada, pérdida de información y dificultad en la captura de información.

Para su realización y prototipo se contó con la participación del Herbario de la Universidad del Quindío - HUQ en cuanto a la asesoría, suministro de los datos y pilotaje del aplicativo, con el fin de lograr una solución que permita centralizar la información y con ello facilitar las búsquedas y lograr una mayor cobertura (brindándole acceso a personas expertas, público interesado en el tema e inclusive instituciones educativas de diverso nivel académico) a la vez que servirá como copia de seguridad de los ejemplares botánicos.

Para lograrlo se utilizaron los conceptos adquiridos durante el desarrollo de la Maestría en Gestión y desarrollo de proyectos de software, aplicados a los procedimientos y aspectos propios de las colecciones botánicas, así como a la dinámica de la sociedad de la información y el conocimiento.

En suma, el proyecto es un ejercicio interdisciplinario, que integra avances tecnológicos (multimedia e Internet) con información botánica, para permitir consultas de manera rápida, cómoda y didáctica. La construcción de esta plataforma está pensada en utilizar herramientas y tecnologías de punta.

El sistema consta de tres componentes (Sistema administrativo, Sistema de información y Museo virtual). Con esta aplicación, los herbarios podrán ser consultados por diferentes tipos de personas (desde inexpertos hasta botánicos) y así contribuir al conocimiento y difusión de esta temática.

INTRODUCCIÓN

El auge de las tecnologías de la información y las comunicaciones –TIC- ha consolidado la sociedad de la información y el conocimiento mediante la incorporación de ellas en los diversos sectores y procesos, donde el campo científico y educativo ofrece amplias posibilidades de investigación e innovación.

El desarrollo tecnológico actual y las diversas herramientas que se encuentran a disposición, tales como las computadoras de mesa, portátiles y dispositivos móviles (tabletas y teléfonos celulares), se han convertido en los equipos de mayor utilización por los diversos integrantes de la población.

El sector científico y académico se convierte en suelo abonado para la utilización de aplicativos que permitan la construcción colectiva de nuevo conocimiento, la transferencia e intercambio de información, la recolección de datos en campo, la modelación y simulación de procesos, etc.; fomentando la apropiación social de la información científica.

En el caso de las colecciones de organismos bióticos (como herbarios e insectarios), la incorporación de TIC permite la digitalización de los delicados ejemplares para asegurar su conservación, así mismo el ingreso de información desde el lugar de recolección y la visita virtual por parte de diferentes usuarios lo que permite la cobertura real de la acción de las colecciones.

Por ello, el presente proyecto permitió construir una plataforma web para colecciones botánicas (herbarios) en su etapa de prueba piloto para el Herbario Universidad del Quindío - HUQ del Centro de Estudios de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología - CIBUQ, como un ejercicio interdisciplinario donde la botánica, la informática y la educación se unieron con el fin de ofrecer una solución pertinente para contribuir en el crecimiento del herbario, tanto en sus procesos científicos como en su tarea de difusión a diferentes estamentos especializados y académicos.

Tal plataforma, sirvió para incorporar información directamente desde el sitio de recolección de ejemplares, el proceso de digitalización y organización de los ejemplares existentes y futuros en el herbario, la discusión y colaboración entre expertos, la consulta de información por parte de diversos segmentos poblacionales y la visita virtual a sus instalaciones.

1. REFERENTE CONTEXTUAL

1.1 Área problemática

A pesar del creciente deterioro de la biodiversidad, originado por diversos factores que van desde las explotaciones económicas (legales e ilegales) hasta acciones de tipo político y terrorista, Colombia cuenta con una gran riqueza de flora y fauna que desafortunadamente es ignorada por gran parte de la población e incluso de expertos, quienes señalan que existe un número considerable de especímenes que todavía no se descubren ni identifican. El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, señala que en Colombia existen cerca de 58 mil registros de plantas de las Áreas Protegidas, lo que determina la importancia de la implementación de aplicaciones web en las que se publique la información que hoy existe en las diversas colecciones biológicas del país, previa digitalización, georreferenciación y depuración de la información ligada a los registros existentes (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, 2005).

En la geografía colombiana, especialmente en centros especializados y universidades, existen diferentes colecciones botánicas destinadas al estudio e identificación y conservación de la flora, así como para difundir la información existente. Entre ellas, el Centro de Estudios de Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología de la Universidad del Quindío que cuenta con el Herbario Universidad del Quindío – HUQ, el cual sirve de soporte para sus investigaciones y el desarrollo de su Maestría en Ciencias y Biología Vegetal. A pesar del esfuerzo en sus protocolos de almacenamiento, manipulación y protección de la información se produce pérdida o deterioro de ejemplares por causas climáticas y ataques de plagas y hongos, además de ver

disminuida su posibilidad de difusión debido a la limitación de espacio para atender un mayor número de personas simultáneamente, sin contar la dificultad de estudiantes y público en general de lugares alejados para acceder al herbario.

1.2 Antecedentes

Es de conocimiento general que los herbarios como otras colecciones organizadas han evolucionado en cuanto a sus técnicas, procesos, objetivos y a su vez la aparición de tecnologías que ligadas a sistemas metodológicos avanzados, ha contribuido al punto que “la función de los herbarios ha cambiado a través de los años. En siglos pasados su función principal fue ser depósito de muestras de plantas de interés etnobotánico, la colección privada de algún coleccionista o filántropo o las muestras recolectadas en alguna expedición. Esto fue la base de muchas de las especies y floras publicadas hoy en día. Este uso no ha desaparecido, sin embargo, los herbarios sirven de base para otros estudios y propósitos, como lo son la distribución y conservación de especies y los inventarios de biodiversidad. Algo que ha hecho posible gran parte de esto, es la digitalización de las colecciones usando bases de datos y su acceso en Internet” (Vélez Gavilán & Duane A. , 2014).

Según León de la Luz (2016) un herbario es una colección científica de plantas secas o herborizadas, cuya finalidad es tener la representación digitalizada de la biodiversidad vegetal, con el fin de estudiar con precisión, su presencia en determinada región geográfica.

Un herbario es una colección científica de plantas o partes de ellas desecadas, identificadas y organizadas. Además, es un lugar de consulta para cualquier persona que necesite saber de una

planta. La taxonomía vegetal, que es una rama de la investigación en botánica, fundamenta sus estudios en los datos del material depositado en los herbarios. Las colecciones botánicas de los herbarios representan a la flora, o patrimonio vegetal de una localidad, región o país, siendo la base para planear el desarrollo sostenible y la conservación biológica de cada ecosistema (Jardin Botanico de Medellin, s.f.).

Varias instituciones educativas, entre ellas la Universidad de La Salle (2014) cuentan con sus propios museos y realizan diferentes actividades didácticas para la enseñanza y estudio de sus ejemplares mediante cursos, salidas ecológicas, excursiones y venta de material didáctico. La página web del museo da a conocer las imágenes y descripciones de los ejemplares, muestra un concepto general de lo expuesto en sus salas, lo que obliga a que los interesados en conocer los museos no tengan otra opción sino visitarlos personalmente.

Como se evidencia, la colección del Herbario Nacional Colombiano (Universidad Nacional de Colombia, 2004) cuenta con cerca de 540.000 ejemplares, tiene una versión virtual que permite la búsqueda (rápida o avanzada) de especímenes de 63 familias de dicotiledóneas, 17 monocotiledóneas y 35 criptógamas, mostrando la información detallada (información general del ejemplar, la taxonomía, información geoespacial y atributos), las imágenes del ejemplar de herbario y su ubicación geográfica utilizando una herramienta de Google. Además, proporciona la posibilidad de buscar la especie en los nombres comunes de plantas de Colombia, así como de buscarla en las colecciones en línea del Herbario MEDEL. Dicha colección hace especial énfasis en que los datos e imágenes están disponibles de forma gratuita para usos no-comerciales, científicos y educativos con previa aprobación del Instituto de Ciencias Naturales.

El Instituto Sinchi (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, 2005) cuenta con un herbario virtual que ofrece la posibilidad de hacer búsquedas por Familia, Género, Especie, Departamento, Municipio, Nombre vulgar y Nombre del colector combinando tres posibles opciones. La consulta arroja una tabla de los registros encontrados, que permite acceder a la información dando clic sobre el número correspondiente, mientras que la cámara accede a la imagen del ejemplar coleccionado.

La Universidad Católica de Oriente (2015), muestra su catálogo virtual ilustrado de la flora del oriente antioqueño, que nació en 2007 por iniciativa del grupo de estudios florísticos y del Herbario de la UCO y actualmente cuenta con 62 familias registradas que permite en forma visual y de rápido acceso, el reconocimiento de la flora con mayor predominio en la región.

El Jardín Botánico José Celestino Mutis (2015), es una colección de carácter público y regional, especializado en la flora de las regiones de vida andina y paramuna de la capital colombiana y su área aledaña, que comprende casi 900.000 ejemplares con sus respectivas imágenes.

El Sistema de información acerca de la Biodiversidad Colombiana (SIB Colombia, 2015) es una iniciativa del país que tiene como finalidad ofrecer libre acceso a la información sobre la diversidad biológica del país. Es una red que contiene una gran base de datos de aproximadamente 54.871 especies, entre las cuales se encuentran vertebrados, invertebrados, plantas, líquenes y hongos.

El Jardín Botánico de Nueva York (The New York Botanical Garden, 2004) se encuentra disponible en la red con diferentes especímenes, incluyendo colecciones digitales que comprenden alrededor de los 700.000 especímenes y 100.000 imágenes en alta resolución; la meta es digitalizar la totalidad de plantas y especímenes de hongos existentes en su inventario, con el fin de dar a conocer a más personas toda la información que se posee para su estudio e investigación. Además, cuentan con el apoyo de diferentes fuentes de información para un mejor manejo y veracidad de la misma, entre las que se encuentran la Biblioteca de Mertz y el herbario de Steere.

El Jardín Botánico de Missouri (Missouri Botanical Garden, 2011) es una de las instituciones de mayor recorrido y experiencia en el tema de la botánica, siendo un reconocido centro de investigación y enseñanza científica de prestigio internacional, cuenta con más de 31 hectáreas de extensión, ubicada en San Luis en el estado de Missouri de Estados Unidos. Dispone de una página web, donde se muestran eventos, reuniones y colecciones relevantes que poseen, además posee un módulo en el que se programan visitas turísticas, con el fin de dar a conocer a la comunidad en general sus más de cinco millones de especímenes. El sistema permite ejecutar consultas específicas, sobre la información de las colecciones biológicas, mediante imágenes que llevan al usuario a conocer las características propias de los mismos.

Este jardín botánico, se ha convertido en otro claro ejemplo de la intención de proteger y conservar las plantas y sus ecosistemas, buscando inspirar y educar a la comunidad sobre los beneficios de ser buenos administradores del medio ambiente a través del uso responsable y sostenible de los recursos naturales.

Gobiernos como los de Costa Rica y Estados Unidos, financian proyectos de la Organización para Estudios Tropicales y cuentan con su sitio web donde finalmente los exponen al público en general, incluyendo una base de datos de referencia de las plantas vasculares de la estación, esperando que cuando esté completa, ésta herramienta contenga la información sobre caracteres diagnóstico y la nomenclatura de la especie, así como información sobre: hábitat, fenología, polinización, historia natural, etc. para cada especie de planta vascular registrada (Organización para Estudios Tropicales, 2013).

El interés de dar a conocer la flora de cada región, lleva a buscar nuevas formas de presentar la información, como se puede ver en Chile, donde algunas personas, en su mayoría botánicos de diferentes especialidades, se dieron a la tarea de investigar y promover una revista electrónica la cual publica dos ediciones al año sobre diferentes especies vegetales nativas (Faúndez, Gajardo, Macaya, Ramírez, & Teillier, 2007).

The Fairchild Tropical Garden (Botanical Resource Center, 2011) da a conocer herbarios de diferentes países con el fin de mostrar muchas especies y su utilidad, además cuenta con grandes bases de datos de carácter científico y diferentes recursos botánicos que se generan en el Jardín por sus afiliados. El herbario del Jardín Botánico Tropical incluye la información de todas las áreas de investigación en el Jardín como son: El herbario Virtual (e- FTG), base de datos de jardín de plantas y galería de pinturas de la flora del Estado de Florida. Cada una de éstas se constituye como ejemplos claros de herbarios con todas sus definiciones, fotos e información global.

El Centro de Documentación de Biodiversidad Vegetal (Universidad de Barcelona, s.f), tiene como objetivo principal facilitar la consulta de los herbarios tanto a los investigadores, empresas y demás personas interesadas en el tema, ofreciendo servicios como: consulta de las colecciones de referencia conservadas en el Centro, herbario virtual consultable por Internet, préstamo e intercambio de especímenes entre museos, asesoría en identificación vegetal, cartografía temática, biblioteca de diversidad vegetal y cursos especializados.

Además de la temática vegetal, es pertinente presentar otros casos del uso de la Internet para ampliar la cobertura de sus colecciones, como es el caso de ISOIN (Ingeniería y Soluciones Informáticas, 2003) dedicada al sector de las nuevas tecnologías, que brinda el servicio de la ejecución de proyectos tales como Reproducción de museos y salas de arte tridimensionales virtuales, como una manera de promocionar la cultura mediante un catálogo fotográfico 2D, ubicado en las paredes de la sala virtual, permitiendo acceder no sólo a la exposición actual sino a las sucedidas con anterioridad.

Un grupo de judíos queriendo dar a conocer su Historia y cultura mediante el arte, crearon una empresa de comunicación y exposición de sus obras en un website denominado Ietzira (Ietzira, s.f.), consistente en un museo virtual dividido por varios aspectos, en cada una de sus salas se exponen las diferentes disciplinas, tanto de artes plásticas, teatro, música y literatura. Esto con el ánimo de integrar a toda la comunidad judía para un esparcimiento y continuidad de su cultura.

El Museo Virtual de Arte MUVA, (Pérez, Supparo, Haber, & Faragó, 2016) está concebido como un museo dinámico e interactivo que registra las obras más destacadas del arte uruguayo

contemporáneo, un importante aspecto del arte de América Latina. El MUVA permite conocer áreas poco exploradas, a veces inaccesibles o de muy difícil acceso. Se podrá llegar, de esta forma, a la obra que se encuentra en los talleres y en las colecciones privadas, incluyendo desde los artistas más jóvenes y emergentes hasta los maestros. Ofrece así mismo un amplio espectro de la creatividad artística de Uruguay. El museo, diseñado para albergar lo mejor del arte, es también una obra arquitectónica de gran comodidad para el visitante.

1.3 Justificación

La utilización de las nuevas tecnologías de la información aplicadas a la elaboración de una plataforma web para la gestión y difusión de colecciones botánicas, dan como resultado un sistema que sirve como apoyo didáctico al proceso de enseñanza aprendizaje de la educación ambiental, que busca el fortalecimiento del conocimiento científico, tomando como centro de interés la exploración de los recursos naturales del medio, lo que permite despertar la curiosidad, la capacidad de asombro y el fomento del sentido de pertenencia local.

Con esta plataforma se pretende la integración de los datos para tener acceso desde la red, sin necesidad de viajar hasta los diferentes sitios donde se encuentran almacenadas las diferentes plantas existentes en su herbario, lo cual necesariamente beneficiará a una gran cantidad de personas que ya sea por razones académicas, laborales o de afición, podrán acceder a información confiable de la diversidad vegetal de la región. También reducirá el tiempo de consulta y aumentará la cobertura, a la vez que servirá de copia de seguridad de los diferentes ejemplares de las colecciones existentes.

Con el desarrollo de la plataforma se pretende utilizar las diferentes herramientas que ofrece la web 2.0, como chat y foros, que permiten a los diferentes usuarios compartir información y conocimiento sobre la temática con otros usuarios, ubicación de los ejemplares por medio de mapas satelitales con el objetivo de tener información más detallada de las plantas recolectadas, lo que permitirá la creación de proyectos de investigación en el área de minería de datos.

Aunque en la red existen diversos herbarios, hasta el momento no hay una plataforma que integre estos tres componentes: Museo virtual, sistema administrativo y un sistema que gestione la información de la institución; ésta plataforma se constituye en una solución integral para el manejo digital de la información de las colecciones de plantas, en este caso con el pilotaje del Herbario la Universidad del Quindío, utilizando herramientas de software libre; situación que bien podrá servir de base para futuros convenios y desarrollos.

1.4 Formulación del problema

¿Cómo permitir la gestión y difusión de una colección botánica utilizando las TIC?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Construir una plataforma web para la gestión de la información y difusión de colecciones botánicas.

1.5.2 Objetivos específicos

- Diseñar la arquitectura para la plataforma web de colecciones botánicas.

- Desarrollar un museo virtual interactivo para consulta vía web que permita la visualización de las diferentes colecciones de plantas.
- Construir un subsistema de información multiplataforma (móvil, Tablet, computador) que permita la gestión de la información de las colecciones botánicas.
- Desarrollar un subsistema administrativo que gestione el control de la información de las diferentes instituciones.
- Realizar la prueba piloto en el herbario de la Universidad del Quindío (HUQ).

2. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Metodología

El proyecto corresponde a una investigación aplicada, fundamentada en la construcción de un desarrollo tecnológico, donde se utilizan técnicas de ingeniería de software, bases de datos y programación para la gestión, administración de información botánica y la difusión de la misma, correspondiente al Herbario de la Universidad del Quindío - HUQ.

En el proceso de desarrollo ágil se utilizó ICONIX, que se enfoca en pasar de los casos de uso al código a través de un sistema de análisis y diseño que permite optimizar tiempo y recursos. Utiliza un subconjunto esencial de la notación UML y solo cuatro de los diagramas UML; proporcionando requisitos suficientes para su documentación y diseño.

La metodología ICONIX, propone el uso de un subconjunto determinado de lo más relevante de UML¹, no abarca de manera directa cuestiones de alto nivel, es decir, organización del equipo de trabajo, basándose esencialmente en cumplir con los requerimientos del sistema. Su principal característica es el análisis robusto, para así reducir la ambigüedad en las descripciones de los casos de uso, al asegurar que estén escritos en el contexto de un modelo de dominio. Este proceso hace a los casos de uso mucho más fácil para diseñar, probar y estimar. El proceso ICONIX se divide en cuatro etapas: análisis de requisitos, análisis y diseño, preliminar, diseño detallado e implementación (Sangucho Cueva, 2015).

¹ Lenguaje unificado de modelado (*Unified Modeling Language*)

2.1.1 Proceso de desarrollo

Para aplicar la metodología ICONIX se partió de los siguientes prototipos, que, según la facultad de arquitectura, diseño y urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, (Cátedra Ocampo, 2015), son maquetas o modelos que representan la estructura de la información, donde se visualiza el contenido y las funcionalidades básicas de una manera estática.

- **Sistema de información:** Lleva el control de las diferentes especies con sus consultas correspondientes. Dicho sistema se encarga de verificar el tipo de usuario que ingresa al sistema y da acceso a los procesos que le corresponda, tales como ingreso de ejemplares, modificación de datos de un ejemplar ya ingresado y generación de reportes por su ubicación de colección, nombre de especie, género, familia y demás. Se apoya en diferentes tecnologías como el uso de API de Google para utilizar la georreferenciación de donde se encontró el ejemplar. Tiene la característica de poderse utilizar desde diferentes dispositivos que cuenten con acceso a internet (pc, tablet, móvil gama alta) con el fin de que recolector del ejemplar tenga la facilidad de ingresar los datos en el mismo lugar donde la encontró. En la Figura 1 se muestra el prototipo del sistema de información:

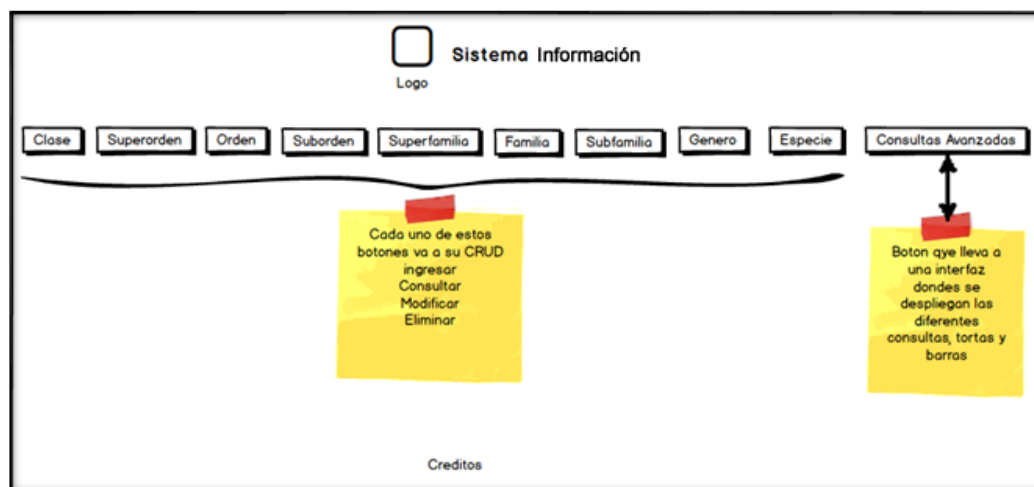


Figura 1 Menú principal sistema administrativo

Cada ítem que se consideró en el menú principal tiene su correspondiente CRUD²; en la figura 2 se evidencia el CRUD general y en la figura 3 el de consultas avanzadas.

Figura 2 CRUD general sistema información

Figura 3 Consultas avanzadas

Museo Virtual: consta de un conjunto de edificios (Monocotiledóneas y dicotiledóneas) donde el usuario puede navegar por los distintos lugares y desplazarse a cada uno de los pisos para visitar las diferentes colecciones.

² Crear, Consultar, Actualizar, Eliminar (*Create, Read, Update, Delete*)

Algunas plantas están expuestas en cuadros en las diferentes salas, simulando una exposición. Cada sala de exposición tiene información sobre la colección que allí se encuentra.

El museo se actualiza de forma dinámica cada vez que se visita, cargando automáticamente una cantidad determinada de ejemplares de plantas en dicha sala de exposición y dando la posibilidad de que cada vez que se recorra se encuentre información diferente. Este se alimenta con la información que se encuentra en la base de datos, además cuenta con una sala de chat con el fin de que los usuarios que están en el museo se comuniquen y compartan información. En la figura 4 se muestra el prototipo de la aplicación correspondiente a la recepción del museo virtual y la figura 5 se evidencia la sala de exposiciones de las especies que se cargan de manera automática.

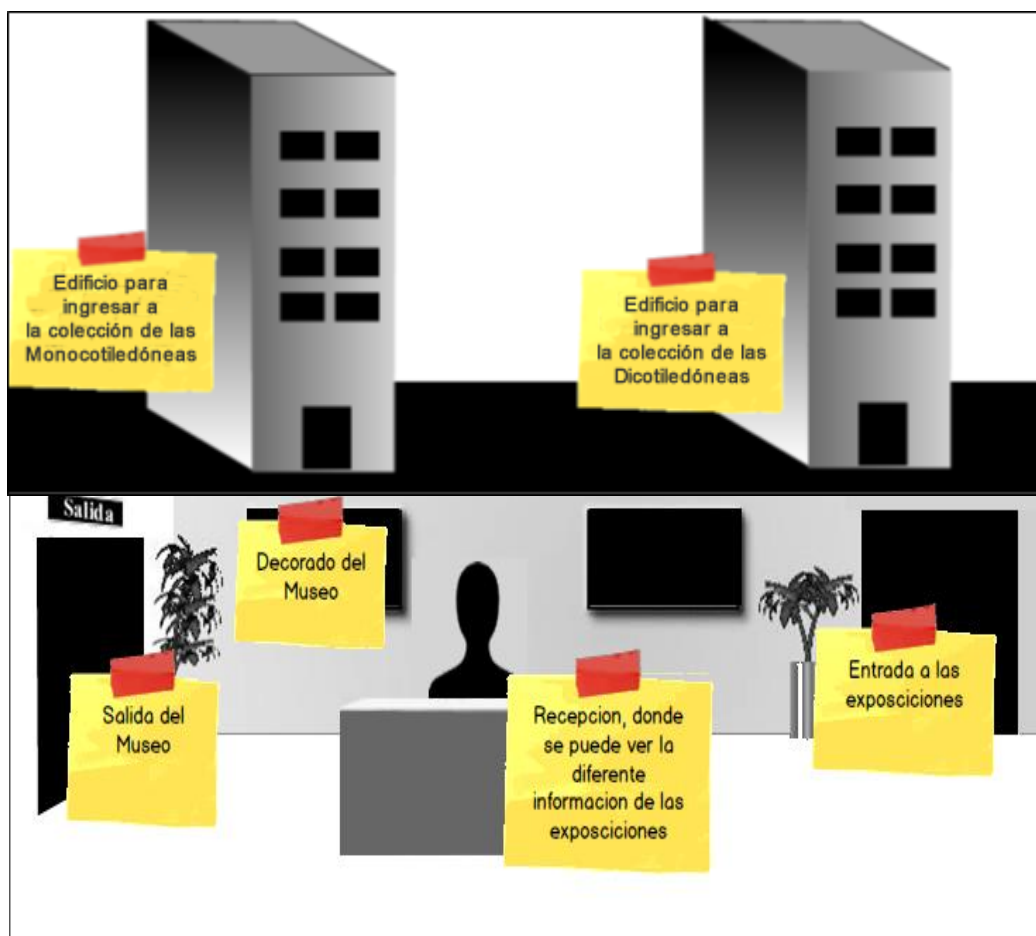


Figura 4 Recepción del museo

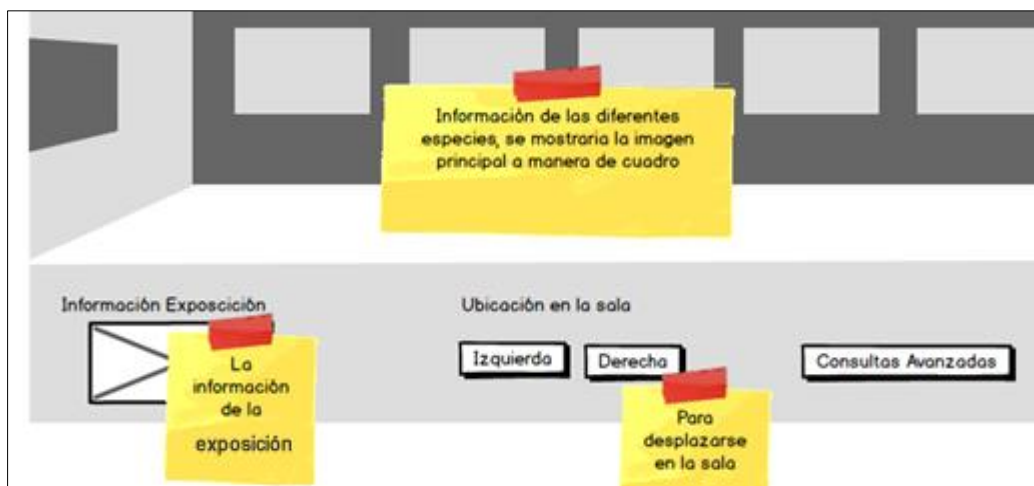


Figura 5 Exposición

Sistema Administrativo: Como se observa en la figura 6, se muestra información correspondiente a la misión y visión de la institución, al igual que los enlaces a los otros sistemas de la plataforma.

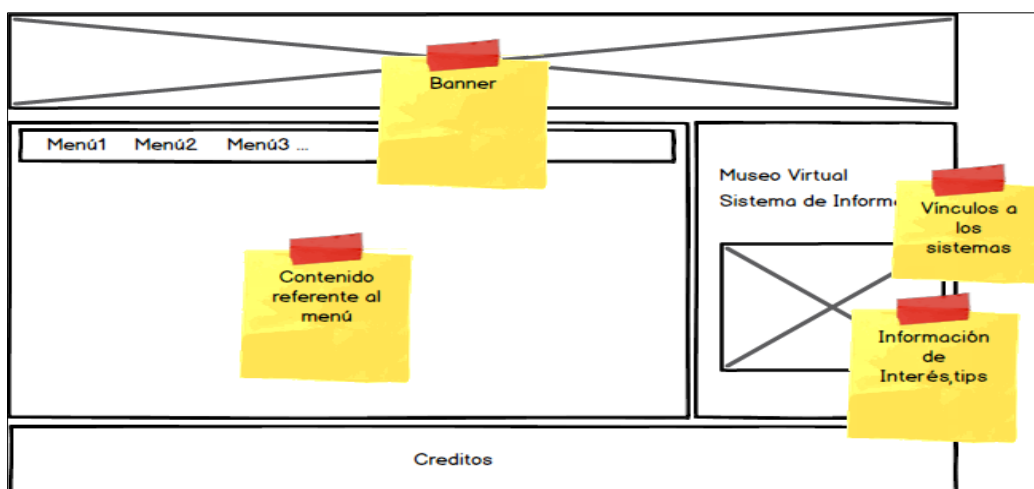


Figura 6 Página principal sistema administrativo

Para la realización de la plataforma se utilizaron las siguientes fases.

2.1.1.1 Fase análisis de requerimientos

Se realizó el levantamiento de todos los requisitos y tiempos necesarios para el desarrollo del portal web con base en los prototipos y las necesidades generales a suplir con la aplicación, los cuales se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Módulos del portal

Sistema	No.	Detalle del Sistema	Semanas	Total
Información	1	Diseño e implementación de la base de datos.	* * *	9 semanas
	2	Creación de los CRUD.	*	
	3	Diseño y Creación del control de usuarios.	*	
	4	Implementación de Consultas.	* *	
	5	Creación de un chat.	* *	
Museo Virtual	6	Búsqueda y creación de los diferentes mapas sensitivos.	* *	10 semanas
	7	Implantación de los modelos 3D.	* *	
	8	Construcción de las diferentes secciones del museo.	* *	
	9	Implantación del chat para los usuarios.	*	
	10	Consultas sobre las colecciones botánicas del museo.	*	
	11	Implementación de preguntas y respuestas.	* *	
Administración	12	Interfaz que muestre la información de las instituciones.	*	7 semanas
	13	Interfaz parar ingresar a los sistemas.	*	
	14	Interfaz para enviar datos de una especie en específico.	**	
	15	Análisis e integración de los tres sistemas.	***	
Total				26 semanas

Se contemplaron 10 iteraciones teniendo en cuenta que cada iteración no excedió cuatro semanas.

En cada fase se realizaron pruebas de software para realizar los ajustes correspondientes, con el objetivo de que la plataforma se encontrara lista para la siguiente fase.

El tiempo de desarrollo por cada subsistema de la plataforma contiene el análisis, casos de uso y diagramas de clase y demás elementos que requieren ICONIX.

- **Iteración 1:** En esta iteración se realizó el diseño e implementación de la arquitectura y la base de datos.

La duración de esta iteración fue de tres semanas y en ella se estableció la arquitectura y la base tecnológica para la plataforma y la integración de las políticas y lineamientos web de la universidad para el desarrollo de este sistema.

Debido a que la plataforma se encuentra disponible en la red, las herramientas que se utilizaron en el *front-end* y *back-end* están especificadas en la sección de herramientas y aplicaciones.

- **Iteración 2:** En esta iteración se crearon los CRUD del sistema y se llevó a cabo el diseño e implementación del control de usuarios.

La duración de esta iteración fue de dos semanas, se implementaron los CRUD correspondientes a la clasificación taxonómica de las plantas, una vez terminada se procedió a la creación de las interfaces para el control de acceso al sistema.

- **Iteración 3:** En esta iteración se implementaron las consultas parametrizadas y el chat.

La ejecución de esta iteración fue de cuatro semanas, se implementó el módulo de consultas con el objetivo de que los investigadores pudieran consultar por distintos parámetros la información de las diferentes especies de plantas. Además, se construyó el chat para que se comunicaran los investigadores entre sí.

- **Iteración 4:** En esta iteración se crearon los mapas sensitivos y modelos 3D.

La ejecución de esta iteración fue de cuatro semanas, donde se ejecutaron las siguientes tareas: implantación de los modelos 3D para darle realismo e interactividad al museo y se realizaron los diferentes mapas sensitivos para el museo virtual.

- **Iteración 5:** Se construyeron las diferentes secciones del museo.

Esta iteración tuvo un tiempo de desarrollo de dos semanas, donde se diseñaron las diferentes secciones del museo, entre las que se tienen: recepción donde se puede pedir información, créditos, ascensor y los diferentes pisos que representan los órdenes de las plantas.

- **Iteración 6:** Se desarrolló e implementó el chat, las consultas del herbario y una interfaz de preguntas y respuestas.

La duración de esta iteración fue de cuatro semanas, consistente en el desarrollo e implantación del chat donde los usuarios pudieron compartir ideas, preguntas y respuestas; interfaz para la solución de dudas y las consultas parametrizables que ejecutaron los usuarios en el museo, permitiéndoles así, ampliar los conocimientos sobre las especies existentes.

- **Iteración 7:** Se construyó el módulo que permitió la gestión de la información de la Institución. Tuvo una duración de una semana, donde se logró la creación del módulo que genera la estructura para la Institución que usa la plataforma.

- **Iteración 8:** Se creó el módulo de ingreso para los usuarios a cada uno de los dos sistemas. Esta iteración tuvo un tiempo de desarrollo de una semana, se crearon los vínculos a los sistemas del museo y las ayudas pertinentes para que los usuarios tuvieran claridad sobre la herramienta.
- **Iteración 9:** Se construyó la plantilla con información básica para permitir que los usuarios puedan enviar al herbario, datos de una especie en específico, el tiempo de ejecución fue dos semanas.
- **Iteración 10:** Se realizó la integración del sistema, el cual tuvo un tiempo de ejecución de 3 semanas.

2.1.1.2 Fase implantación y mantenimiento. Se realizaron las pruebas y revisiones de rendimiento finales, antes del despliegue en el ambiente destinado para alojar la plataforma web. Se documentaron los ajustes necesarios para ser abordados por mantenimiento.

Permaneció en una versión funcional en ambiente web mientras se desarrollaron otras iteraciones y ajustes a nivel local.

2.1.1.3 Fase final. Permitted exponer los resultados ante las directivas de la maestría de la Universidad Autónoma y la Universidad del Quindío. Esto se realizó mediante una exposición directa y demostración del funcionamiento de la plataforma.

Se presentó el análisis de los resultados obtenidos, conclusiones, recomendaciones y se plantearon los posibles desarrollos que se podrían realizar con base en este proyecto.

2.1.2 Herramientas y tecnología

Durante el desarrollo de este proyecto se utilizaron diferentes herramientas y tecnologías, que se clasifican en *front-end* y *back-end*.

En el lado del cliente (*front-end*) se manipularon:

- **HTML5:** (Gauchat, 2012) lo define como un lenguaje de presentación que utiliza etiquetas para construir páginas web y publicar así, información para la distribución global que sea universalmente entendida por los equipos.
- **CSS:** (Eguiluz, 2006) refiere que es un lenguaje que permite separar los contenidos y la presentación de una página web. Este lenguaje es principalmente utilizado por parte de los navegadores web y por los programadores informáticos.
- **BOOTSTRAP:** (Otto & Thornton, 2006) indican que es un framework o conjunto de herramientas de software libre para diseño de sitios y aplicaciones web. Contiene plantillas de diseño con tipografía, formularios, botones, cuadros, menús de navegación y otros elementos de diseño basado en HTML y CSS, así como, extensiones de JavaScript.
- **JQUERY:** (Chaffer & Swedberg, 2007) refieren que es una biblioteca escrita en JavaScript, creada inicialmente por John Resig, permite simplificar la forma de interactuar con los documentos HTML mediante su árbol DOM (modelo de objetos del documento) y su principal finalidad es crear sitios web más dinámicos.
- **JSON:** (Potencier & Zaninotto, 2006) afirman que es un formato de texto sencillo que se utiliza para el intercambio de datos independiente de cualquier lenguaje de programación, permitiendo que los sistemas que comparten información por éste método, no necesiten estar contruidos en el mismo lenguaje o plataforma.

- WEBGL: (WebGL Working Group, 2011) Indica que es una especificación estándar que está siendo desarrollada para mostrar gráficos en 3D en navegadores web aclarados por hardware (GPU), sin necesidad de pluggins.
- FILEZILLA (Carrero, 2005): lo define como cliente multiplataforma que permite la distribución de archivos por medio de FTP (File Transfer Protocol), para transferencia de archivos a servidores.

En cuanto a las herramientas y lenguajes en el lado del servidor (*back-end*) se tuvieron:

- BASES DE DATOS: (Martínez, 2010) da una idea a cerca de las garantías que ofrece el sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos denominado PostgreSQL, publicado bajo la licencia BSD, entre las cuales se cuentan: licencia gratuita, ahorros considerables en costos de operación, herramientas gráficas de diseño y administración de bases de datos, gran estabilidad, puede operar sobre distintas plataformas, gran capacidad de almacenamiento, buena escalabilidad; por lo que se seleccionó como motor de bases de datos durante el desarrollo de la presente tesis de maestría.
- LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN: En la figura 7, se muestra la comparación entre los lenguajes más buscados en internet y según la publicación del sitio web de Redmonk (O'Grady, 2016), PHP y Java lideran dicha investigación, además se listan en orden descendente los 10 lenguajes de programación más usados en la actualidad: JavaScript, Java, PHP, Python, C#, C++, Ruby, C, Objective-C y Perl.

Como se puede ver PHP se muestra como el lenguaje de programación más común para desarrollar al lado del Back-end seguido por Python y Ruby.

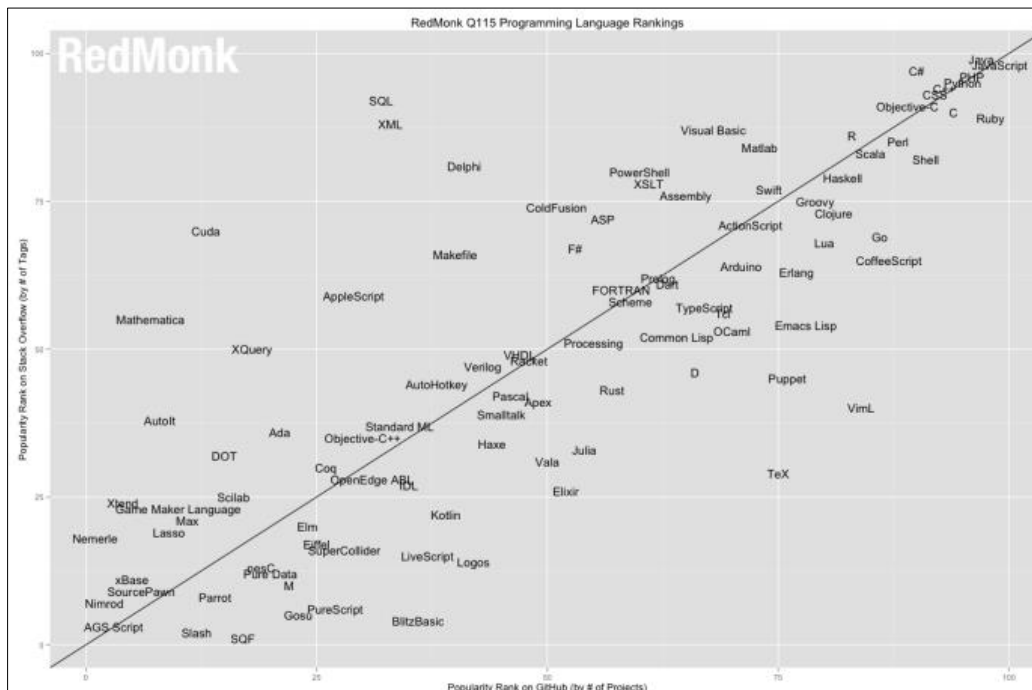


Figura 7 Lenguajes de programación más buscados en internet.
Fuente: Redmonk 2016 por Stephen O'Grady

Con base en lo anterior se plantea la tabla 2, donde se observan las características de los lenguajes de programación de acuerdo con las necesidades del proyecto, dándole a cada una calificación de 1 a 5, donde 5 es el más FAVORABLE y 1 es NO FAVORABLE.

Como resultado de dicho ejercicio se definió implementar el software en PHP con Laravel: un framework para aplicaciones web de código abierto que permite crear sitios web de forma elegante y simple. Su objetivo es permitir que los desarrolladores puedan realizar proyectos mucho más rápido.

Tabla 2 Evaluación de lenguajes de programación

Características	PHP	Python	Ruby
Costo	Gratuito de Código Abierto 5	Gratuito de Código Abierto 5	Gratuito de Código Abierto, algunas gemas son de pago 4
Sistema operativo	Multiplataforma 5	Multiplataforma 5	Multiplataforma 5
Comprobación de errores	Apareció en 1995, Hay miles de usuarios verificando y corrigiendo debido a su gran tiempo de madurez. 5	El framework Django se liberó en el 2005, no tiene gran tiempo de madurez, 3	Se creó desde el 20 dic 2013 salió la primera versión no hay tanta comunidad 3
Aplicación para el Proyecto	Creado para aplicaciones web, 5	Creado para aplicaciones web, principalmente orientados a sistemas que exijan procesos matemáticos. 4	Creado para aplicaciones web mediante rails, aunque presenta algunas dificultades como servidor único por cada proyecto 4
Facilidad de uso	Sintaxis sencilla 5	Sintaxis más compleja. 4	Sintaxis sencilla 5
Soporte y documentación	Miles de blogs en internet además de su página oficial. 4	Limitada 3	Limitada 3
Velocidad	Los componentes se ejecutan en el mismo espacio de Memoria que PHP. 4	Su velocidad de ejecución ha hecho enfocarse a operaciones matemáticas complejas 5	En internet en las diferentes pruebas ha salido muy bien valorado 5
Capacidad de conexión abases de datos	MySQL, PostgreSql, Oracle, MS SQL server 5	MySQL, PostgreSql, Oracle, MS SQL server 5	MySQL, PostgreSql, Oracle, MS SQL server 5
TOTAL	38	34	34

2.2 Pruebas

Se realizaron las pruebas unitarias del sistema, las cuales permitieron validar la funcionalidad de la plataforma; aplicadas de la siguiente manera:

- **Pruebas unitarias:** Se evidencian en la tabla 3, donde se comprobó el funcionamiento de cada uno de los sistemas que componen la plataforma web.

Tabla 3 Pruebas unitarias

Objetivos	Se centra en ejecutar cada módulo de la plataforma web para verificar su correcto funcionamiento (modulo administrativo, museo, sistema de información).
Técnicas	Por cada unidad hay que definir los casos de prueba En los casos de prueba deben diseñarse de forma tal que se recorran todos los caminos de ejecución posibles.
Criterios de finalización	Se espera que se prueben los casos de uso y se direccionen los errores detectados.
Consideraciones especiales	Ninguna

3. DESARROLLO

3.1 Referente teórico

3.1.1 Colecciones biológicas

La Convención en Diversidad Biológica (Naciones Unidas, 2016) afirma que la diversidad biológica significa “la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo entre otros, los ecosistemas acuáticos, terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”.

De acuerdo a la Real Academia Española (2016) “Una colección es un conjunto ordenado de cosas, por lo común de una misma clase y reunidas por su especial interés o valor”.

3.1.1.1 Conservación de colecciones biológicas

La Conservación se define como la administración del uso humano de la biosfera de manera que se produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2003).

Como refiere la Fundación Oswaldo Cruz (2005) “Las colecciones biológicas son un conjunto de organismos vivos o partes de éstos, organizados de modo que permite conservar y proporcionar información sobre la procedencia, colecta e identificación de cada uno de sus especímenes”, éstas se construyen mediante la realización de expediciones de recolección.

También se pueden obtener ejemplares por donaciones hechas por instituciones, personas o el intercambio y la compra. El recolector debe tener cuidado que en el método de colecta empleado

no inflija daño, ponga en peligro al medio natural o lesione más individuos de los que se deban, no debe violar las normas establecidas o contribuir a agravar la situación de especies amenazadas, éstas han sido fundamentales para la conservación del patrimonio biológico, al promover el conocimiento de la biodiversidad y sus usos, además de servir como fuente de información para el desarrollo de investigaciones en diferentes ramas de la naturaleza, y otras vinculadas a la misma (conservación, medicina, agricultura, toxicología, alimentación, etnobiología, etnología, arqueología marina, piscicultura, bioquímica, ecología, evolución, ontogenia, taxonomía) (Alcolado Menendez, Chaviano de Armas, & Bidart Cisneros, 2014).

Según el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2014) las colecciones biológicas contribuyen con el inventario nacional de biodiversidad de un país, y en este sentido asumen funciones de museos. Se convierten en una valiosa fuente de información para diversos estudios, así como la identificación de especies de importancia para la sociedad; además, sirven como unidad docente e incluso para especialistas en formación interesados en botánica, zoología, diversidad biológica y temas relacionados con el medio ambiente; se constituyen en evidencias de la historia cultural y social de las poblaciones y ante todo permiten una transmisión de conocimientos entre generaciones.

Los ejemplares de la colección sirven también para dar validez a la investigación biológica, asegurando que el resultado se pueda repetir o comparar con futuras investigaciones. Algunas colecciones biológicas son:

- **Colecciones de paleontología:** Recolección de organismos del pasado mediante sus partes esqueléticas y orgánicas desaparecidas durante su fosilización.

- **Colecciones de antropología:** Colección de textos y manifestaciones sociales y culturales de las comunidades humanas.
- **Colecciones de geología:** Permiten documentar el patrimonio geológico y minero de una región.
- **Colecciones zoológicas:** Son llamadas bibliotecas de la diversidad animal.
- **Colecciones botánicas:** Llamadas comúnmente herbarios son una colección de plantas o partes de plantas secadas, conservadas, identificadas, y acompañadas de información.

3.1.1.2 Herbarios

Según la Universidad del Quindío (2013) el término herbario palabra proveniente del latín *herbarius*, “es un banco creciente de información sobre la flora de una región determinada, análogo a una biblioteca, donde los ejemplares botánicos son prensados, secados, clasificados y almacenados en colecciones en un orden sistemático”. Estas colecciones les permiten a estudiantes, investigadores, botánicos, biólogos y personas interesadas acceder a la riqueza y diversidad botánica de un territorio particular.

La información allí existente tiene tres objetivos esenciales: contribuir a explotar y ampliar la información mediante la inclusión de nuevos campos como ecología, fenología, estudios de impacto, entre otros; proteger los materiales conservados; mejorar y facilitar la gestión del herbario.

Los mismos autores aseguran que la aparición del Herbario como institución, se remonta al siglo XVI, asociados a los jardines botánicos fundados en Italia y Francia, aunque en la

antigüedad existieron pequeñas colecciones personales de boticarios y galenos interesados en las propiedades terapéuticas de las plantas.

Con la revolución científica del siglo XVII y la expansión europea, se fijaron las bases de la ciencia moderna a partir del establecimiento del método inductivo para el reconocimiento de la naturaleza y de sus fenómenos, que llevó a la madurez de las ciencias naturales en el siglo XVIII y la renovación de la historia natural metodológica y teóricamente, naciendo la Botánica moderna donde la Sistemática y Taxonomía sustituyeron los principios de tradición escolástica.

La evolución en ellos ha sido grande, atendiendo a los avances científicos y tecnológicos de cada época, tanto en sus concepciones como en sus rutinas de conservación y tratamiento de los materiales, sistemas de préstamo e intercambio, etc., “la gran transformación en el papel y labor de los Herbarios ha venido unida a la implantación de los sistemas informáticos [...] Con las ventajas derivadas de la informatización su importancia se ha hecho aún más evidente. Los sistemas informáticos han venido a mejorar y facilitar el acceso a la gran cantidad de datos acumulados y a expandir su potencial analítico” (Baena Cobos, 2003).

3.1.1.2.1 Herbario Universidad del Quindío - HUQ

El Herbario Universidad del Quindío - HUQ (Universidad del Quindío, 2013) es una dependencia adscrita al Programa de Biología de la Universidad del Quindío, institucionalizada en 1985. Con el proyecto de investigación “Hacia un estudio de la Flora del Quindío”, dirigido por Germán Arbeláez y María Cristina Vélez entre 1984 y 1989, dio inicio al reconocimiento de la flora quindiana y se logró la consolidación del herbario, la obtención de 5000 colecciones y una lista parcial de las especies vegetales de la región. A partir de 1990, se realizan proyectos de investigación dirigidos al reconocimiento de las arvenses de la zona cafetera y estudios sobre

familias botánicas colombianas especialmente Compuestas y Amarantáceas, la conformación de un Banco de Germoplasma de especies útiles nativas del departamento y estudios ecológicos sobre la Palma de Cera del Quindío.

Desde su fundación, el Herbario Universidad del Quindío - HUQ, ha aportado a la docencia, en los procesos rutinarios de enseñanza-aprendizaje de la Universidad y otras instituciones, por medio de los docentes quienes a través de la enseñanza de la Botánica General, Morfología Vegetal, Taxonomía Vegetal y Asignaturas electivas contribuyen a la formación de jóvenes investigadores.

Además, el herbario se ha vinculado a procesos de extensión por medio de la enseñanza no formal y la construcción e implementación del sendero ecológico “Cedro Rosado”, ubicado en el relicto vegetal de la Universidad del Quindío, donde se ofrece a la comunidad un espacio dedicado a la Educación ambiental.

En la actividad investigativa de docentes y estudiantes, el Herbario Universidad del Quindío – HUQ ha logrado resultados, como:

- Realización de proyectos de investigación financiados, obteniendo altos puntajes de los pares evaluadores.
- Más de 4000 documentos especializados entre los cuales se tienen libros, revistas y artículos.
- Asesorías permanentes al público en temas relacionados con botánica y senderos de

interpretación.

- Obtención en calidad de comodato para la Universidad del Quindío de un predio de cerca de 230 hectáreas, denominado “Reserva Natural La Montaña del Ocaso”.
- Acompañamiento a centros docentes.
- Descripción de más de 10 especies nuevas para la ciencia.
- Almacenar más de 30 tipos de plantas colombianas.
- Tener numerosas publicaciones de la flora de Quindío y de Colombia.
- Haber formado numerosos estudiantes a nivel de pregrado y posgrado.
- Servir de base para la creación de la Maestría en Ciencias Biología Vegetal.

El Herbario de la Universidad del Quindío - HUQ hace parte del Centro de Estudios e Investigaciones de la Biodiversidad (CIBUQ), estamento de la Universidad del Quindío adscrito a la Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías, el cual está orientado a desarrollar en forma coordinada la docencia y la investigación sobre la flora de la zona andina.

Además, el herbario cuenta con aproximadamente 38.000 ejemplares que representan un número considerable de familias, géneros y especies de la flora de Colombia, en especial de la flora de la región centro andina.

3.1.1.3 Taxonomía vegetal

Según Talavera Lozano (2004 p.6) “Taxonomía es una palabra derivada del griego, compuesta por dos vocablos: *taxis*, que significa orden y *nomos*, ley o norma. Por consiguiente, taxonomía vegetal se podría definir como la parte de la botánica que se ocupa de la organización

o clasificación de las plantas, así como de las bases, principios, métodos, normas y leyes que regulan dicha clasificación; implica una organización en diferentes niveles jerárquicos, que de acuerdo a su clasificación se denominan categorías taxonómicas y los grupos que se forman en una clasificación independientemente de las categorías que tengan, se llaman taxones (en singular taxón) o grupos taxonómicos”.

Talavera Lozano (2004 p.16), refiere que el Código Internacional de Nomenclatura Botánica reconoce a partir de 1910, 12 categorías taxonómicas fundamentales en la jerarquización de las plantas, considerando autores como Linneo, Adanson, Jussieu, Lamarck y Candolle, Endlicher, Willkomm y Leyes. En la figura 8 se observa la evolución taxonómica con sus principales categorías: reino, división, clase, orden, familia, género y especie. Pudiendo incorporar rangos inferiores tales como subreino, subdivisión, subclase, suborden; y superiores tales como superfamilia y superorden.

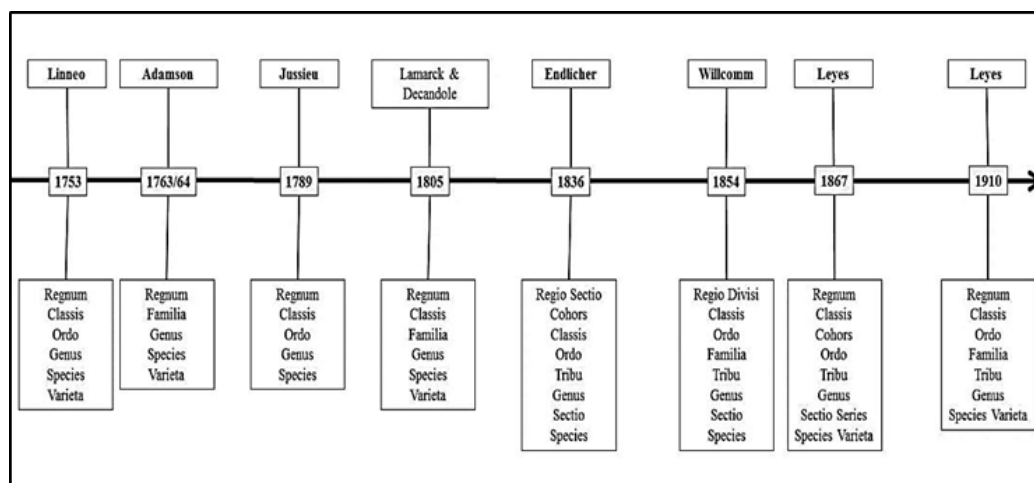


Figura 8 Línea de tiempo de la taxonomía

El sistema de clasificación usado actualmente por el Herbario de la Universidad del Quindío, es el “Sistema de Cronquist propuesto por Arthur Cronquist, quien fue curador del Jardín Botánico de Nueva York, “ampliamente conocido, especialmente después de la publicación en 1981 de “An Integrated System of Classification of Flowering plants”, el cual incluye descripciones detalladas de todas las familias de Angiospermas clasificadas para el reconocimiento de grupos supra familiares y familias. En 1988 y 1993, con la introducción de algunas innovaciones, se publica “The evolution and classification of flowering plants”. El sistema de Clasificación de Cronquist incluye las clases taxonómicas Magnoliopsida y Liliopsida” (Cabral, s.f. p. 1062).

3.1.1.3.1 Angiospermas “(del latín *angi*, encerrada, y del griego *sperma*, semilla), nombre común de la división o filo que contiene las plantas con flor, que constituyen la forma de vida vegetal dominante. Los miembros de esta división son la fuente de la mayor parte de los alimentos en que el ser humano y otros mamíferos basan su subsistencia” (Garrido Gómez & Fernández Weigand, 2010).

Pertenecen a este grupo la mayor parte de plantas arbustivas y herbáceas, además de los árboles excepto por pinos y otras coníferas, y plantas especializadas como epifitas, acuáticas y suculentas. “El elemento más característico de las angiospermas es la flor, cuya función es asegurar la reproducción de la planta mediante la formación de semillas. Las flores son brotes muy modificados, formados por cuatro partes fundamentales dispuestos en series independientes o verticilos, que crecen en el ápice de tallos especializados. El verticilo externo es el cáliz o conjunto de los sépalos que son hojas modificadas o brácteas, casi siempre de color verde. Viene

a continuación la corola, formada por los pétalos; éstos también son hojas modificadas, pero normalmente de textura más fina y color más vivo. El tercer verticilo corresponde a los estambres, piezas formadoras de polen, que en conjunto constituyen el androceo o porción masculina de la flor. El verticilo más interno es el gineceo, formado por los carpelos más internos denominados gineceos, que se forman por los carpelos, las estructuras femeninas encargadas de formar las semillas; los carpelos suelen fundirse en una estructura llamada pistilo” (González , Espermátófitas, 2015).

Las angiospermas se divide en dos clases: Magnoliopsidas (Dicotiledóneas) y Liliopsidas (Monocotiledóneas).

3.1.1.3.1.1 Dicotiledóneas

Uno de los dos grandes grupos en que se dividen las plantas con flor, se diferencian de la otra clase de plantas con flor, más evolucionadas por una serie de características florales y vegetativas. En las dicotiledóneas, el embrión emite dos cotiledones al crecer, hojas primordiales que sirven para proporcionar alimento a la nueva plántula y que por lo general, no se transforman en hojas adultas. Las piezas florales de las dicotiledóneas se presentan en múltiplos de cuatro o cinco y las hojas suelen tener nerviación reticulada. El tejido vascular de los tallos se dispone en anillos y produce verdadero crecimiento secundario, que determina el aumento de diámetro de tallos y raíces. Las formas arborescentes son comunes. Algunos grupos de dicotiledóneas leñosas presentan ciertas características, como flores grandes con numerosas piezas sin soldar, que se consideran similares a las de las plantas con flor más primitivas. Se conocen cerca de 170.000

especies de dicotiledóneas y forman parte de este grupo las Ranunculáceas, Rosáceas y Violáceas, entre otras. (González, Monocotiledóneas y Dicotiledóneas, 2004)

3.1.1.3.1.2 Monocotiledóneas

Una de las dos clases de plantas con flor. Son casi siempre herbáceas y a ella pertenecen plantas muy conocidas, como lirios, azucenas, orquídeas, gramíneas y palmeras. Diversos caracteres florales y vegetativos las diferencian de las dicotiledóneas, piezas florales dispuestas en grupos de tres; un solo cotiledón (hoja de semilla); nerviación de la hoja casi siempre paralela; tejido vascular formado por haces dispersos en el tallo y ausencia de crecimiento secundario verdadero. Se cree que las monocotiledóneas han evolucionado a partir de un grupo primitivo de dicotiledóneas acuáticas por reducción de varios órganos florales y vegetativos. Dentro de los grupos de monocotiledóneas actuales hay un orden que engloba las monocotiledóneas más primitivas. Se conocen unas 50.000 especies de monocotiledóneas, unas tres veces menos que las dicotiledóneas. (González, Monocotiledóneas y Dicotiledóneas, 2004)

3.1.2 Colecciones biológicas digitales

Las telecomunicaciones y la utilización de Internet han venido cobrando gran relevancia en el mundo actual, facilitando y mejorando muchos procesos, los diferentes servicios brindados tales como: correo electrónico, páginas web, transferencia de archivos (ftp), acceso remoto a otros computadores (telnet), comercio electrónico, búsquedas de información, comunicación entre usuarios (chat y foros) y demás han hecho que muchas empresas y negocios se estén interesando en la web.

Los mencionados servicios junto con los avances en el hardware (cámaras, computadores, etc.), han tenido un crecimiento progresivo que se enfoca en la obtención de un mejor funcionamiento y robustez que buscan optimizar todas sus funcionalidades.

Por esta razón en los últimos años varias instituciones se han dado a la tarea de digitalizar las diferentes colecciones biológicas, el objetivo de este proceso es conservar y difundir las diferentes colecciones a más personas, además de facilitar la administración y consultas de éstas.

- El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi (2005) cuenta con seis colecciones biológicas y actualmente se encuentran en el proceso de digitalizar cada una de estas. Dichas colecciones biológicas, además de ser archivos históricos naturales, soportan la investigación científica y sirven como base para conocer, conservar y utilizar sosteniblemente la base natural de nuestro país. La región Amazónica cuenta con el mayor número de especies del territorio nacional, entre los que se cuentan gran variedad de plantas, peces, reptiles, anfibios, microorganismos y macro invertebrados acuáticos.
- El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2014) está realizando el proceso de digitalización de sus Colecciones Biológicas y cuenta con más de 450.000 objetos de colección (ejemplares, exicados de plantas, frutos, huevos, contenidos estomacales, tejidos, sonidos y ADN), representando cerca de 14.500 especies de Colombia; uno de los países más biodiversos del planeta.

- El Herbario JBB (Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 2015) tiene el reto de garantizar el funcionamiento óptimo de la colección con el fin de aumentar su utilidad, accesibilidad e impacto regional, así como la confiabilidad y actualización de las determinaciones botánicas de sus ejemplares. Por lo anterior se han adelantado importantes esfuerzos para digitalizar su colección y dar a conocer la importancia del mismo, a través de la línea de investigación de “Flora de Bogotá”; cabe destacar que cuentan con un sitio web donde se puede ver en línea algunas de las especies disponibles en el mismo.

Como éstas instituciones hay muchas más que están concientizadas de la importancia de resguardar la información de las distintas colecciones biológicas con las que cuentan sus países, a medida que avanza el tiempo cada vez más empresas se unen a esta tarea utilizando las diferentes herramientas tecnológicas.

3.1.2.1 Museos virtuales

El advenimiento de los sistemas de comunicación digitales a través de redes de los computadores y específicamente de la Internet, están creando un nuevo modelo de presentación y accesibilidad para museos y centros de divulgación científica, redefiniendo su papel como instituciones dedicadas a aumentar el grado de percepción pública de la ciencia y de la tecnología (Sabbatini, 2003).

Los diferentes museos virtuales hacen referencia a los servicios en línea ofrecidos por museos físicos reales, a través de los que se exhibe total o parcialmente sus diferentes colecciones. Estos espacios no sólo comunican, sino que además ofrecen recursos educativos tales como

actividades, foros de discusión, materiales didácticos, información referida al patrimonio, entre otros, que pueden ser empleados en la construcción de conocimientos tanto por particulares, como por instituciones educativas formales.

Los museos virtuales son contextos de enseñanza-aprendizaje aprovechando las potencialidades de este medio, permitiendo re conceptualizar la relación con grupos, personas y comunidades, utilizando la tecnología disponible en Internet, que deben destacar por la interactividad y la experimentación, llevadas a cabo en entornos multidisciplinares que potencian los aspectos lúdicos y de percepción y análisis de la realidad con objetos reales, pero también con herramientas multimedia.

Gracias a las nuevas posibilidades que ofrecen estos museos, cada vez se abren más vías de investigación, fundamentadas principalmente en el libre acceso a completas bases de datos de las piezas de cada museo.

Gómez Mont, 2013, refiere que de acuerdo a la infraestructura tecnológica utilizada en cada uno de los museos, estos pueden clasificarse en tres categorías:

- Museos que cuentan con un espacio físico e involucran la tecnología con el fin de complementar y reforzar sus temáticas, utilizando diversos recursos como imágenes, animaciones, hologramas.
- Museos que digitalizan sus datos, con el propósito que los usuarios puedan consultar la información de las diferentes colecciones y/o exposiciones en línea.

- Museos virtuales aquellos que cuentan con un espacio virtual, simulan diferentes recorridos con el objetivo de que el usuario interactúe y tenga la posibilidad de visitar las diferentes salas y exposiciones además de poder generar críticas y compartir ideas con otros. Para este tipo de museos existen diversas técnicas de construcción, entre los que se mencionan:
- Entornos basados en recorridos de 360°: Simulación de un espacio virtual por medio de imágenes sobre las que se puede interactuar (acercándose a algunas obras, obteniendo información de ellas al pulsar en cierto punto, etc.). el desplazamiento se obtiene mediante un conjunto de imágenes panorámicas, el movimiento es bastante limitado y poco fluido. Generalmente este tipo de entornos es utilizado por su bajo consumo de recursos (Vargas Jiménez & Otero, 2015).
- Entorno basado en modelado 3D: que según Cendejas Valdéz, Ordoñez Toledo, Ferreira Medina, Carlos Arturo, & Rosano Ortega (s.f.) consiste en la creación de un espacio virtual que se asemeja a la realidad mediante un software de modelado, se busca reproducir objetos reales respetando sus dimensiones, forma y volumen. Este tipo de sistema es el que se intenta aplicar últimamente y el que permite una mayor presencia virtual del usuario dentro del entorno, siendo también mucho mayor la interactividad.

3.1.2.2 Herramientas informáticas

Para el desarrollo de museos virtuales se cuenta con múltiples herramientas que van desde lenguajes de programación, motores de videojuegos hasta aplicaciones enfocadas a su diseño y construcción.

3.1.2.2.1 Aplicaciones

Para desarrollos básicos de software, se cuenta con aplicaciones diseñadas por diferentes empresas del ámbito mundial, hechas con el fin de fomentar su utilización a través de número limitado y estático de imágenes, entre los cuales están:

- Museum Box (Museum Box, 2013) permite al usuario crear un museo virtual mediante galerías, ingresando imágenes, textos, links, audios, videos y otros elementos que enriquecen la experiencia virtual.
- Googofrog (Bizware, 2010) es una herramienta virtual, que mediante la generación de un atractivo entorno 3D permite crear galerías con la inserción de otros elementos, todo en un entorno completamente transitable y fácil de trabajar.
- PeopleArtFactory (People Art factory, 2014) es una plataforma virtual compatible con HTML, ofrece la creación de un museo virtual, donde se pueden dar a conocer las diferentes obras que suben los usuarios. Permite crear un recorrido por las salas de exposiciones totalmente personalizada.
- Saatchi Art: (Saatchi Art, 2012) es una de las páginas más conocidas de galerías de arte donde los usuarios pueden comprar obras (incluyendo pinturas originales, esculturas, impresiones de edición abierta, etc.). Las obras de los artistas están ordenadas por medios artísticos: pintura, collage, fotografía, ilustración, instalación, nuevos medios, etc.
- Open Gallery (Google Open Gallery, 2013) es una herramienta creada para que los usuarios puedan tener sus propias galerías, cargar a la web cada una de sus obras con

un alto nivel de detalle. Permite descubrir exposiciones y colecciones de museos y archivos de todo el mundo, posibilitando explorar tesoros culturales.

- Virtual Gallery (Safe Creative, 2011) es una página que se presenta como un espacio virtual parecido a una sala de exposiciones permitiendo al usuario navegar por la sala. Al clicar en una obra, se despliega la información del cuadro y la posibilidad de comprarlo si se está registrado.
- Elmuseovirtual.com (Esernet, 2007) es un sitio web donde los usuarios pueden publicar obras o simplemente visitar las diferentes exposiciones clasificadas por pintura, dibujo, fotografía, arte digital, grabados.

3.1.2.2.2 Lenguajes de programación

Se constituyen en un tema fundamental a la hora de iniciar un desarrollo, pues permiten tanto el fortalecimiento de capacidades en lo que respecta a resolución de problemas y automatización de tareas, como la obtención de distintos sistemas que satisfagan las necesidades de los usuarios; para este caso en particular, la realización de museos virtuales que se acoplen a requerimientos más específicos. Se pueden encontrar los siguientes lenguajes de programación:

- **PHP:** Es un lenguaje de programación originalmente diseñado para el desarrollo web. Fue uno de los primeros lenguajes del lado del servidor que se podían incorporar directamente en el documento HTML. PHP incluye también una interfaz de línea de comandos que puede ser usada en aplicaciones gráficas independientes. Puede ser usado en la mayoría de los servidores web al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún costo (Pérez Díaz, Javier Díaz, Ruíz, López, & Alacid, 2003).

- **JSP:** Desarrollada por Sun Microsystems, es una tecnología Java que permite generar contenido dinámico para servidores web que lo soporten, en forma de documentos normalmente HTML o XML, mediante scripts, por lo que puede considerarse como una manera alternativa y simplificada, de construir servlets. Es por ello que una página JSP puede hacer todo lo que hace un servlet, y viceversa (Lamarca Lapuente, 2013).
- **C#:** Es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma .NET; Con el C# se pretendió simplificar muchas de las complejidades que tiene los lenguajes como JAVA, C++, C.

Algunas de las características del lenguaje de programación C# son: Su código se puede tratar íntegramente como un objeto. Su sintaxis es muy similar a la del JAVA. Es un lenguaje orientado a objetos y a componentes. Armoniza la productividad del Visual Basic con el poder y la flexibilidad del C++. Ahorramos tiempo en la programación ya que tiene un conjunto de librerías muy completas (Microsoft, 2016).

3.1.2.2.3 Motores de videojuegos

Para el desarrollo de museos basados en modelado 3D, podemos recurrir a motores gráficos de videojuegos; los cuales hacen referencia a un conjunto de herramientas que hacen posible la renderización de los gráficos tanto 2D como 3D, comúnmente poseen un motor de físicas, sonidos, scripting entre muchas más para facilitar la creación de aplicaciones a los desarrolladores dentro del mercado existen varias opciones, algunas más potentes y otras más

flexibles. La elección depende en gran medida del tipo de desarrollo y también de las necesidades de los profesionales que se vayan a encargar de su conceptualización y diseño.

En la actualidad, se cuenta con diversos motores que brindan un óptimo rendimiento, tales como:

- Unity 5: Es un motor de desarrollo para la creación de juegos y contenidos 3D interactivos, altamente utilizado por su profundidad y calidad en sus optimizaciones, velocidad y eficacia en sus flujos de trabajo. Se pueden desarrollar aplicaciones para múltiples plataformas entre las cuales están: Smartphone, navegadores web, Xbox 360, Wii U y PS3, entre otros. Es una opción interesante para los programadores jóvenes porque permite hacer desarrollos sin costo, es sencillo de aprender y de usar, ya que soporta diversos lenguajes de programación C#, unityscript, booScript entre otros (Unity Technologies, 2005).
- Unreal Engine: Es un conjunto completo de herramientas para el desarrollo de videojuegos, fue creado por la compañía Epic Games, conocido por su alto poder y procesamiento gráfico, actualmente es el motor de juegos más conocidos en la industria de las video consolas Xbox, Play Station, Nintendo, Pc. Su lenguaje de desarrollo es C++, su última versión es gratuita con el objetivo de masificar la herramienta y ampliar su conjunto de repositorios (Epic Games, 2004).
- Cryengine: Es un motor de juegos creado por la desarrolladora Crytek, originalmente un motor de demostración para evidenciar la capacidad grafica de las tarjetas aceleradoras de la empresa Nvidia, puede ser utilizado para la creación de juegos en las diferentes plataformas: PlayStation, Xbox, Nintendo, Pc; su objetivo es ser el motor de desarrollo

más potente del mercado. Actualmente es un motor de desarrollo de pago (Crytek GmbH, 2002).

- Shiva Engine: Es un motor 3D para el diseño de aplicaciones, aunque no tiene grandes capacidades gráficas, es un motor adecuado que se adapta a computadores de medias prestaciones (ShiVa Technologies SAS, 2013).
- Esenthel Engine: Un motor gráfico con muy buenas prestaciones orientado a la creación de juegos de género rol, creado desde el año 2000, es un motor que soporta múltiples plataformas Windows, Mac, Linux entre otras, cuenta con una versión gratuita para aplicaciones de usos no comerciales (Esenthel Engine, 2000).
- Game Gurú: Una herramienta para el diseño de juegos enfocada a usuarios que tienen pocos conocimientos en el desarrollo de software, cuenta con una tienda web para comprar objetos 3D aunque es algo limitada, los gráficos están enfocados para equipos con bajo rendimiento (The Game Creators Ltd., 1999).

3.1.2.2.4 Usabilidad y accesibilidad web

La usabilidad tiene un objetivo primordial en los productos de software, ya que facilita a los usuarios lograr tareas específicas con seguridad, efectividad y productividad; asegura que el desarrollo de software posea la calidad necesaria para satisfacer las necesidades del cliente, además tal como lo mencionan López Marín, Méndez Rodríguez, & Sorli Rojo (2014) es el arte de asegurarse de que las instalaciones como, por ejemplo, el acceso al Web, hasta donde sea posible, están a la disposición de la gente.

Por su parte, Hassan Montero, (2003) refiere que “la usabilidad es la disciplina que estudia la forma de diseñar sitios web para que los usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible” y agrega que “la mejor forma de crear un sitio web usable es realizando un diseño centrado en el usuario, diseñando para y por el usuario, en contraposición a lo que podrá ser un diseño centrado en la tecnología o uno centrado en la creatividad u originalidad”.

La norma internacional ISO 9241-11: Guidance on Usability (International Organization for Standardization, 2013), define la usabilidad como “El grado en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para conseguir metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción dado un contexto específico de uso”.

Dadas las definiciones anteriores sobre usabilidad, es claro que abordarla implica también una serie de características, entre las cuales se encuentran:

- **Facilidad de aprendizaje:** Es el tiempo que invierte un usuario para familiarizarse, aprender a manejar la interfaz y a manipular las diferentes transacciones que esta contiene.
- **Facilidad y Eficiencia de uso:** Define la velocidad con la que se puede manipular las diferentes opciones de la interfaz una vez se haya aprendido a usar la aplicación.
- **Facilidad de recordar cómo funciona:** se refiere a la sencillez de construcción de la aplicación con el objetivo de que el usuario recuerde como volver a utilizarla.

- Frecuencia y gravedad de errores: Hace referencia a la ayuda que ofrece el sistema a los usuarios para que ellos puedan solucionar los diferentes errores que por algún motivo la aplicación genere.
- Satisfacción subjetiva: Se refiere al nivel de agrado de los usuarios cuando han utilizado la aplicación, debido a la facilidad y simplicidad de uso de sus interfaces.

En términos generales, cuando se habla de usabilidad se debe hablar también de accesibilidad, ya que ésta tiene como objetivo que las páginas sean utilizadas por un mayor número de personas independientemente de sus conocimientos o capacidades. Como se puede ver ambos conceptos están altamente ligados (Universidad de Alicante, s.f.).

Es importante destacar que para realizar aplicaciones web accesibles debe tenerse en cuenta algunos componentes. En primer lugar, los contenidos siempre deben estar disponibles en la web para los usuarios. En segundo lugar, los usuarios deben tener instalados los navegadores web que proporcionan acceso a las páginas web. En tercer lugar, se encuentran los programas que permiten gestionar y crear los contenidos web (Fuertes Castro & Loïc Martínez , 2007).

3.2 Desarrollo del proyecto

A continuación, se detallan cada una de las fases que se implementaron siguiendo la metodología ICONIX, durante la construcción del sistema.

3.2.1 Fase análisis de requerimientos

El objetivo de ésta sección fue definir los requerimientos específicos del sistema además de detallar las especificaciones y atributos críticos del mismo. En esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- **Recolección de requerimientos**

Para la obtención de los requerimientos del presente proyecto de maestría, se tuvo inicialmente un proceso de documentación y familiarización con la temática, buscando establecer un canal de comunicación fluido, donde todos los involucrados contribuyeran al correcto levantamiento de los requerimientos del sistema, a través de entrevistas, la observación directa y encuestas.

- **Familiarización con la temática**

Se realizaron visitas al Herbario Universidad del Quindío - HUQ, que hace parte del CIBUQ, para conocer su funcionamiento y procesos.

Se inició con una salida de campo para adquirir datos relacionados con la toma de muestras y el manejo técnico de las mismas, luego se observó todo el proceso para el prensado, secado y almacenamiento de los ejemplares hasta la obtención de una muestra típica para un herbario, concluyendo con la visita a la sala donde se almacenan dichas muestras y conociendo las condiciones ideales de su óptimo funcionamiento (Anexo A).

Para comprender mejor el proceso que llevan en el herbario se describen de manera general las actividades más importantes mediante casos de usos, cabe mencionar que este paso no hace

parte de la metodología ICONIX; en la figura 9 se muestra el caso de uso para coleccionar en campo un ejemplar.

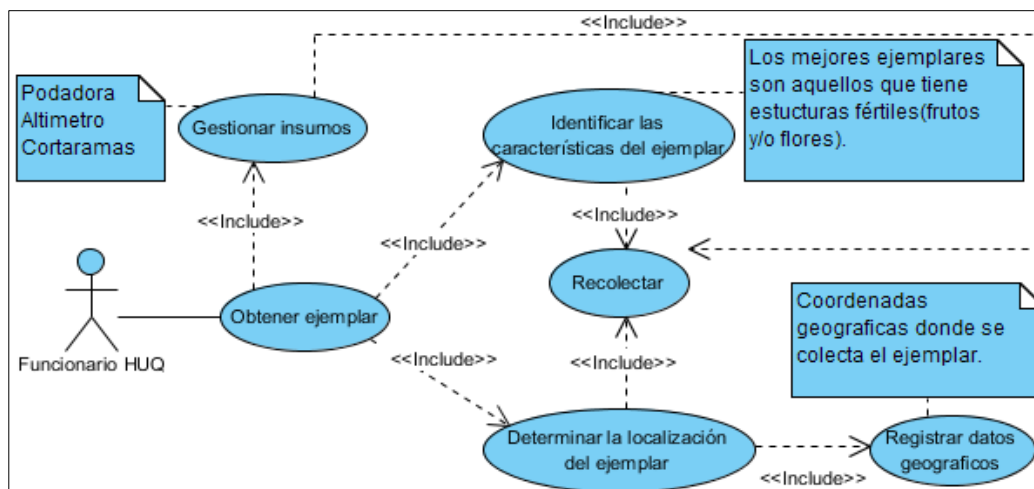


Figura 9 Colección en campo de ejemplares

Para el proceso de prensado y secado de ejemplar se muestra la figura 10, detallando cada una de las actividades realizadas en tal proceso.

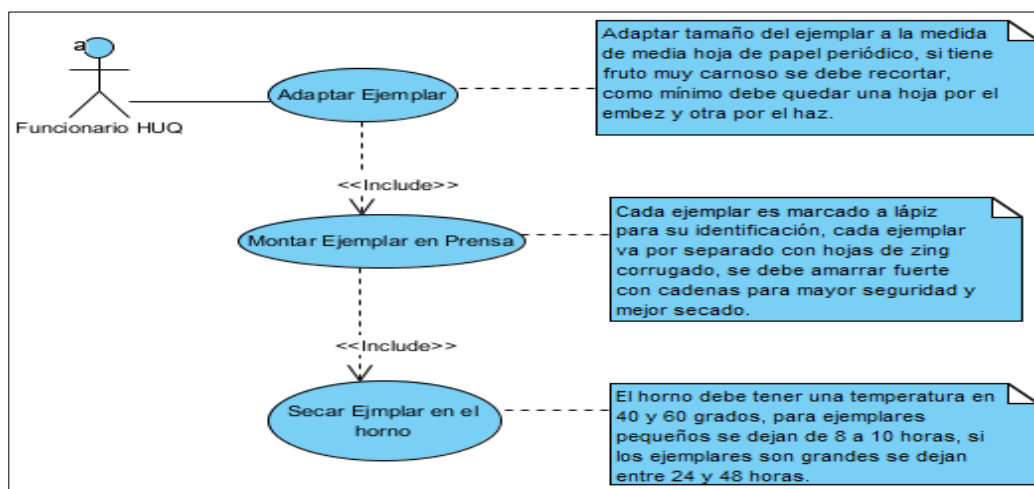


Figura 10 Prensado y secado de ejemplar

El montaje de ejemplares se representa en la figura 11, donde se observa el flujo para completar los catálogos de las diferentes muestras.

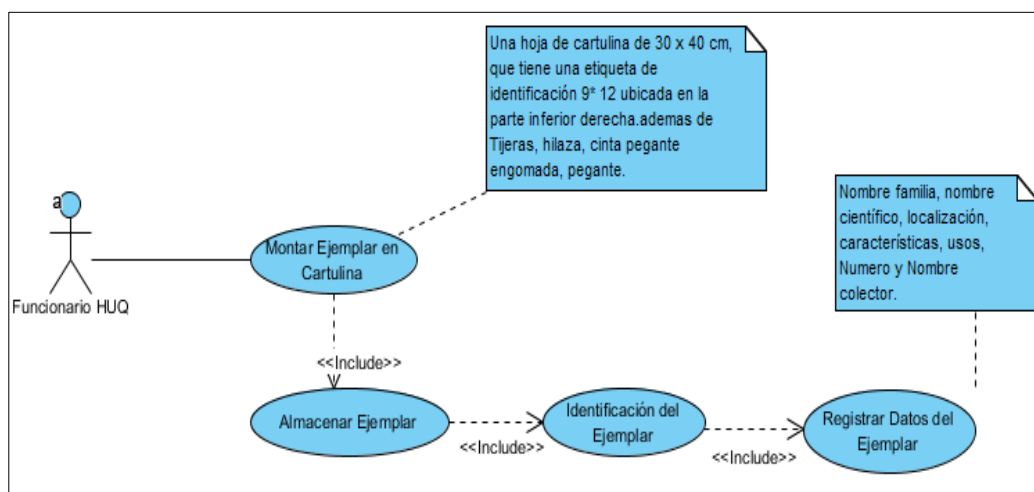


Figura 11 Montaje de ejemplares

- **Establecimiento y selección de usuario a entrevistar**

Con el fin de obtener una información veraz de los procesos que lleva un herbario, se realizaron entrevistas con las siguientes personas:

Directores	Germán Darío Gómez Marín
	Carlos Alberto Agudelo Henao
Empleados	Andrés Felipe Orozco Cardona
	Alberto Devia Ramos

- **Establecimientos del desarrollo de la entrevista**

Como parte introductoria, la persona entrevistada dio a conocer en breves rasgos la labor que desempeña en su área. Posteriormente se procedió a realizar preguntas más descriptivas de los procesos ejecutados en sus tareas.

Una vez entendido el funcionamiento de cada área y la labor de cada funcionario, se realizaron entrevistas directas a todos los involucrados, enfatizando en los puntos que ayudarían al proceso de automatización de actividades y necesidades del entorno, procurando estructurar de la mejor manera las recomendaciones recibidas por parte de los entrevistados de acuerdo a las experiencias obtenidas en el desempeño laboral tanto individual como grupal.

3.2.1.1 Requerimientos del sistema

Dentro del proceso de elaboración del documento de requerimientos intervinieron el Sr. Cristian Giovanni Castrillón Arias, en calidad de tesista y el Ing. Omar Antonio, en calidad de Director.

3.2.1.1.1 Requerimientos funcionales

En la tabla 4, se detallan los requerimientos funcionales para cada uno de los subsistemas.

Tabla 4 Requerimientos funcionales subsistema información del museo

Código	Requerimiento
RFI01	El sistema debe permitir a los usuarios ingresar, buscar, consultar y eliminar la información.
RFI02	El administrador puede ingresar nuevos usuarios al sistema.
RFI03	Contará con un chat para que los investigadores puedan compartir ideas.
RFI04	Para ingresar una especie, el sistema permitirá seleccionar la ubicación del sitio donde se recolectó la especie mediante Google Maps.
RFI05	Cuando se ingresa una especie el sistema debe dar la opción de subir el fotograma, foto campo, e imagen de la especié.
RFI06	Cuando el usuario ingresa información, si el formulario solicita información existente se debe listar.
RFI07	El sistema debe paginar cuando se liste la información.
RFI08	Las búsquedas deben ser por cualquier parámetro, el sistema debe listar las coincidencias encontradas.
RFI09	El sistema debe permitir ordenar las búsquedas por cualquier parámetro, y ordenarlas ascendente o descendentemente.

Los requerimientos funcionales del herbario se listan en la tabla 5, evidenciando cada una de las actividades que el sistema ejecuta y la forma en que reacciona frente a entradas particulares.

Tabla 5 Requerimientos funcionales museo virtual

Código	Requerimiento
RFM01	El sistema permitirá al visitante seleccionar uno de los dos edificios, referentes a las clases más representativas de las especies, dicotiledóneas, monocotiledóneas.
RFM02	El herbario tendrá la opción de activar un guía, para realizar recorrido asistido por el herbario.
RFM03	El sistema permitirá al usuario seleccionar preguntas sobre herbarios en la recepción.
RFM04	En la recepción debe haber un ascensor donde el usuario pueda seleccionar un piso para ir a visitar la sala de exposiciones.
RFM05	En el ascensor se debe listar todos los órdenes que hay en la base de datos, estos representan el piso de la exposición que se desea visitar.
RFM06	En la sala de exposición se debe mostrar las especies en forma de cuadros, dicha información se debe consultar de la base de datos.
RFM07	El sistema permitirá al usuario ver detalladamente la información relacionada a una especie seleccionada previamente.
RFM08	En la exposición debe tener opción de realizar consultas específicas por especie.
RFM09	En la sala de exposición si el usuario no ha seleccionado una familia el sistema debe mostrar de manera aleatoria cinco especies referentes al orden que se haya seleccionado en el ascensor.
RFM10	En la exposición debe tener la opción de consultar una familia determinada para así mostrar cinco especies pertenecientes a esta.
RFM011	El sistema contará con una sala de chat para que el usuario pueda compartir ideas e inquietudes.

Para describir las funciones realizadas por el subsistema administrativo, se presenta a continuación la tabla 6.

Tabla 6 Requerimiento funcionales subsistema administrativo

Código	Requerimiento
RFA01	El sistema le permitirá al usuario visualizar la misión y visión del herbario.
RFA02	El sistema le permitirá al visitante ingresar información específica de una especie que desee compartir en el herbario a través de un formulario que se direcciona a un correo electrónico administrativo.
RFA03	El sistema debe permitir la visualización de la información de interés del herbario.
RFA04	El sistema debe permitir al usuario seleccionar el museo virtual o el subsistema información del herbario.

3.2.1.1.2 Requerimientos no funcionales

En cuanto a las actividades propias del sistema, donde no existe interacción directa con el usuario, se planteó la tabla 7 para relacionar los requerimientos no funcionales del herbario.

Tabla 7 Requerimientos no funcionales información del herbario

Código	Requerimiento
RNFI01	El sistema verifica que los datos correspondientes a los campos obligatorios de los formularios fueron ingresados por el usuario final.
RNFI02	En algunos casos el contenido de uno o varios campos de los formularios son válidos si cumplen con unas reglas propias del negocio. El sistema debe hacer uso de estas reglas para validar la integridad de la información ingresada.
RNFI03	De acuerdo con el nivel de seguridad, la aplicación permitirá a los usuarios registrados en el sistema el ingreso a las diversas funcionalidades, facilitando el filtro de datos según el perfil del usuario. Cabe mencionar que se van a manejar dos perfiles. Administrador y Rol normal.
RNFI04	El usuario solo podrá navegar entre las páginas del sistema a través de las opciones que le presenta la aplicación y solo podrá acceder a aquellas autorizadas para el rol correspondiente.
RNFI05	El sistema provee las funcionalidades de autenticación. Para tal fin debe proveer las interfaces de usuario necesarias para permitir las siguientes funcionalidades: Pantalla para autenticación de usuarios en el sistema (login y password) Retroalimentación hacia el usuario si se producen errores durante el proceso de autenticación.
RNFI06	El sistema funciona correctamente en diferentes dispositivos, celulares, tabletas y portátiles.

Dentro del subsistema virtual, se enumeran los siguientes requerimientos que ejecuta el sistema, los cuales se listan en la tabla 8.

Tabla 8 Requerimientos no funcionales subsistema museo virtual

Código	Requerimiento
RNFH01	Se debe utilizar una tecnología 3D que permita la visualización en navegadores web.
RNFH02	Se debe ofrecer una interfaz lo suficiente agradable y sencilla de interpretar por el usuario.
RNFH03	El navegador no debe requerir ninguna modificación o instalación de plugins, applets, o similares para que el software funcione, ni requerir soporte técnico al usuario para poder operar la aplicación.

Código	Requerimiento
RNFH05	Se informará al usuario sobre el manejo del sistema de una manera eficiente para lo cual se le presenta las instrucciones de tal manera que sean claras, precisas y que sean entendibles por los usuarios para tal efecto se apoyarán en gráficos mostrando las instrucciones de funcionamiento del sistema.
RNFH06	El sistema debe contar con diferentes salas, simular un edificio.

Para el óptimo funcionamiento de los anteriores módulos, se dispusieron los requerimientos no funcionales correspondientes al sistema administrativo, que permitió garantizar el acceso a la plataforma para los diferentes usuarios, como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9 Requerimientos no funcionales sistema administrativo

Código	Requerimiento
RNFA01	El sistema deberá tener el logo del herbario de la Universidad del Quindío.
RNFA02	El sistema no cuenta con autenticación de usuarios, ni sistemas captcha para sus funcionalidades.
RNFA03	El sistema deberá estar disponible 24(horas)/7(días) siempre que los servidores donde se alberga estén funcionando correctamente.
RNFA04	El mantenimiento del sitio queda en manos del administrador del sistema, para lo cual se capacitará a esta persona.
RNFA05	La solución debe ser 100% Web.
RNFA06	El sistema debe estar en capacidad de interactuar con los otros dos sistemas.
RNFA07	Contar con herramientas y características necesarias para su administración, la realización de búsquedas y la posibilidad de realizar consultas de índole general.

3.2.1.2 Modelo de dominio preliminar

El modelo de objetos de dominio se basa en descubrir los objetos que intervienen en los procesos del sistema que se está desarrollando, estos representan cosas y conceptos del mundo real además del vocabulario y los conceptos clave del dominio del problema, como se indican en las figuras 12 y 13, correspondientes al sistema de información y al herbario virtual.

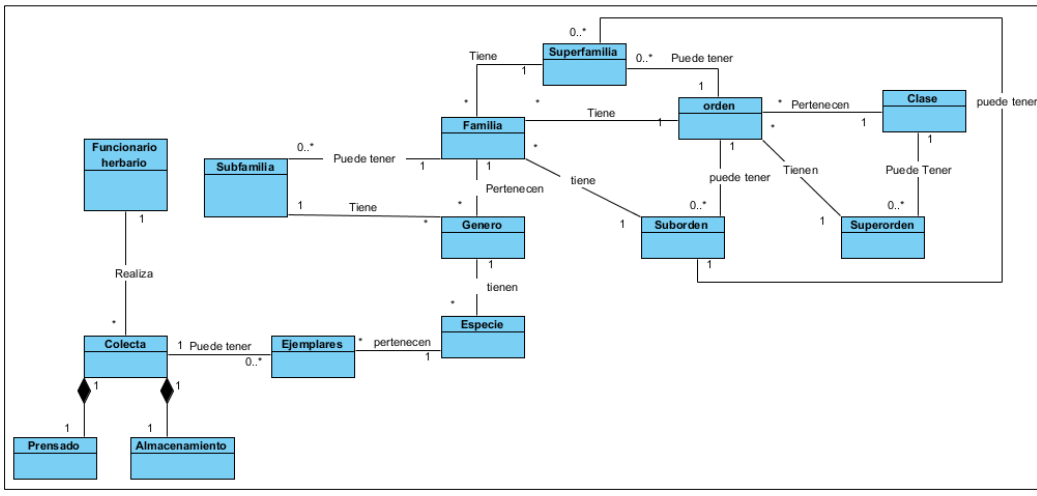


Figura 12 Modelo de dominio sistema información

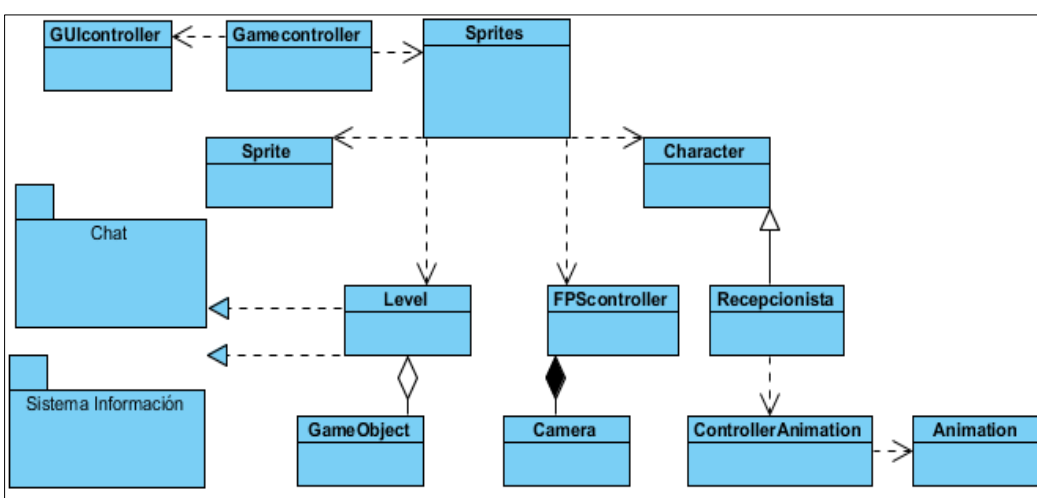


Figura 13 Modelo de dominio museo virtual

3.2.1.3 Prototipos

El prototipo es un diseño rápido de la interfaz gráfica del sistema y su navegabilidad, el cual permite representar lo que el cliente observa. Los prototipos fueron evaluados y aceptados por el cliente. Cabe mencionar que los prototipos se llevaron a un nivel de abstracción más bajo.

3.2.1.3.1 Prototipo interfaz administrativo

En la figura 14, se muestra el prototipo de la interfaz administrativa, formado por tres partes: banner superior estático, menús y contenidos.



Figura 14 Interfaz administrativa

Los vínculos como inicio, misión y visión muestran información propia del herbario de la Universidad del Quindío.

- **Mi aporte:** Le permite al usuario enviar al administrador del herbario un correo con los datos de una especie en particular. Los datos a tener en cuenta son: nombre común, género, epíteto, nombre vulgar, sinónimos, usos, características, foto especie, nombre y correo del que envía la información.
- **Otras Fuentes:** Lista de vínculos a sitios de interés considerados por el herbario de la Universidad del Quindío.
- **Ir a:** Vínculos para ingresar a sistema de información y al museo virtual.

3.2.1.3.2 Prototipo interfaz sistema de información herbario

El prototipo está formado por tres partes: banner superior estático, menús y un chat, como se evidencia en las figuras 15 y 16, así:

- **Menú:** Representa la clasificación taxonómica que manejan los herbarios, cada ítem del menú cuenta con su correspondiente CRUD.
- **Chat:** Para conexión entre los investigadores que utilizan la aplicación.

De igual forma, el sistema cuenta con un botón de agregar datos. En esta interfaz se visualizan los registros que se han agregado hasta el momento, incluye un paginador, además por cada registro tiene tres posibles acciones a ejecutar: consultar, modificar y eliminar. De igual forma tiene la opción de ordenar ascendente y descendentemente.

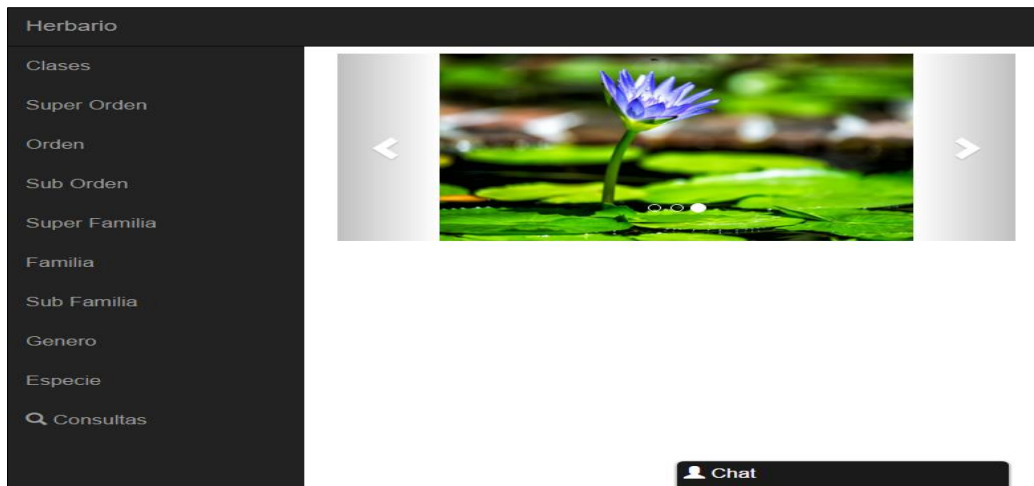


Figura 15 Interfaz principal



Figura 16 Interfaz de los CRUD

3.2.1.3.3 Prototipo interfaz herbario virtual

Para la interfaz inicial del herbario virtual, se crearon dos entradas a cada uno de los edificios: Monocotiledóneas y Dicotiledóneas, como se observa en la figura 17.



Figura 17 Interfaz principal



Figura 18 Sala recepción

En la figura 18, se evidencia como en la sala de exposiciones existe una recepcionista que brinda información al usuario, permitiéndole realizar preguntas y despejar dudas de carácter general sobre el herbario, e incluye el acceso al ascensor para consultar los diferentes órdenes.

Cada piso es representado por un orden como se muestra en la figura 19, el cual una vez es seleccionado, conduce al usuario a la sala de exposiciones mostrando un conjunto de especies referentes al orden seleccionado.

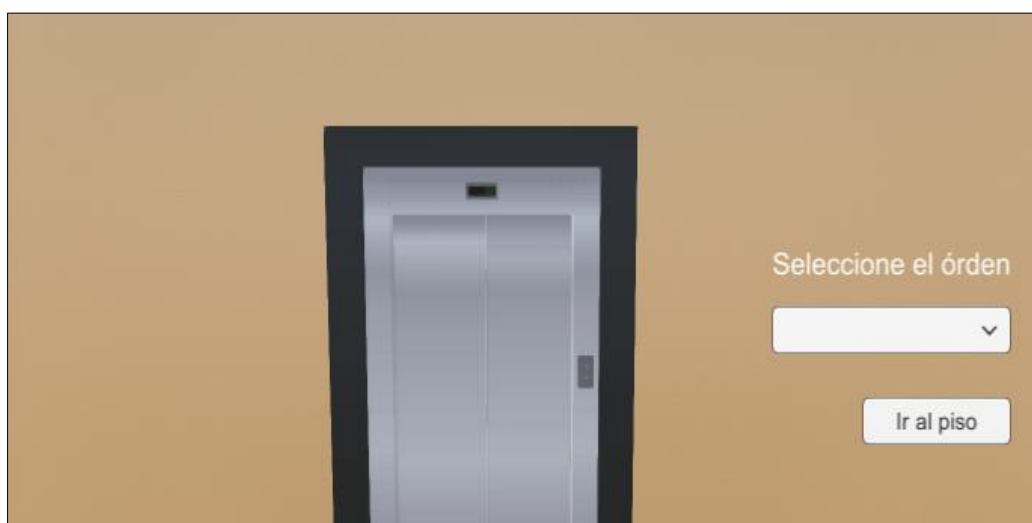


Figura 19 Ascensor

Se visualizan cinco especies de forma dinámica cada vez que se ingresa a la sala de exposición, tal como se observa en la figura 20. Al escoger la opción de seleccionar una familia, se cargan automáticamente cinco especies referentes a ésta. Según requerimientos del cliente, contiene un chat y consultas parametrizadas por especie.



Figura 20 Sala exposición

3.2.1.4 Casos de uso

A continuación, se presentan los casos de uso más representativos del sistema:

3.2.1.4.1 Casos de uso sistema de información

En la figura 21, se muestran las diferentes actividades a realizar en el sistema de investigadores, sobre los cuales el actor o usuario tiene el control.

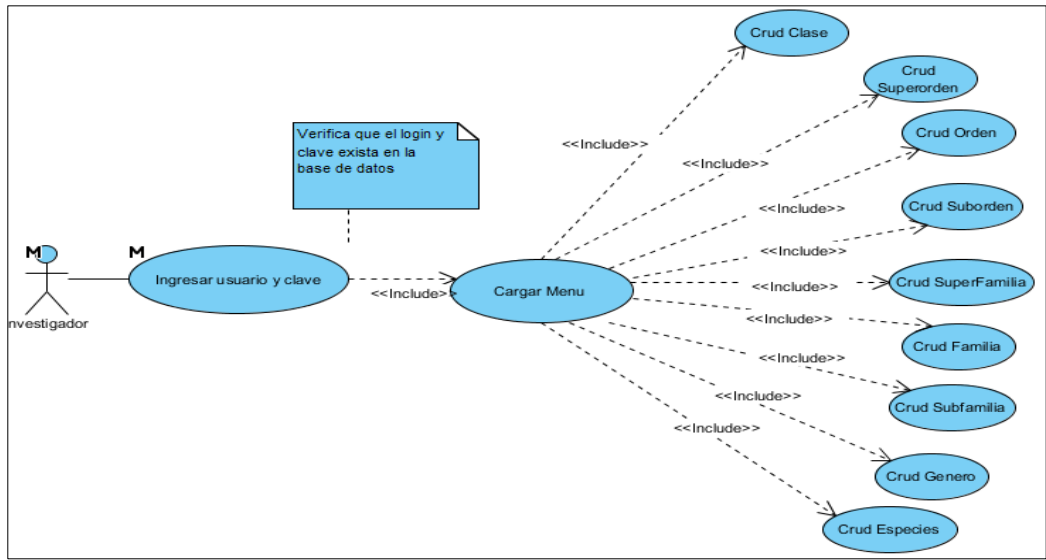


Figura 21 Sistema investigadores

El flujo del sistema cuando el usuario desea ingresar al sistema, se presenta en la figura 22.

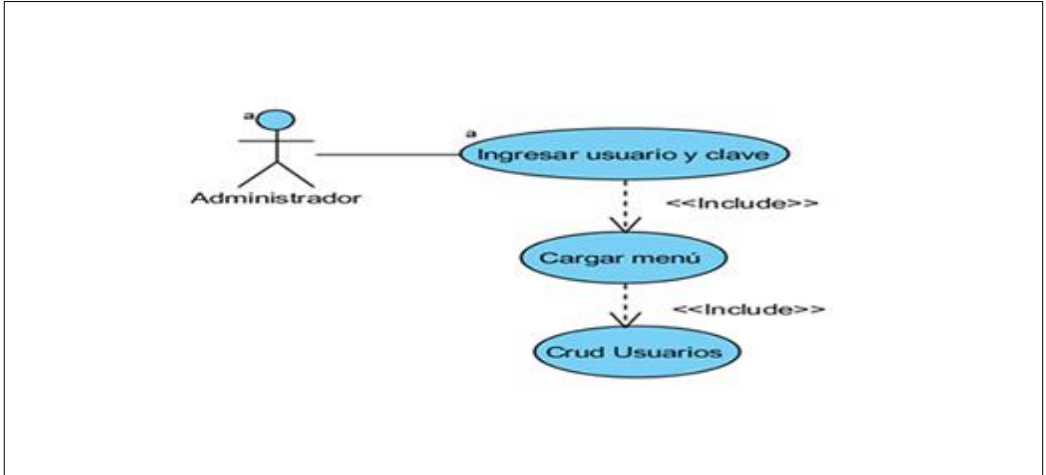


Figura 22 Ingresar al sistema el administrador

El caso de uso que describe la forma de realizar los diferentes CRUD dentro del sistema se describe en las figuras 23, 24 y 25.

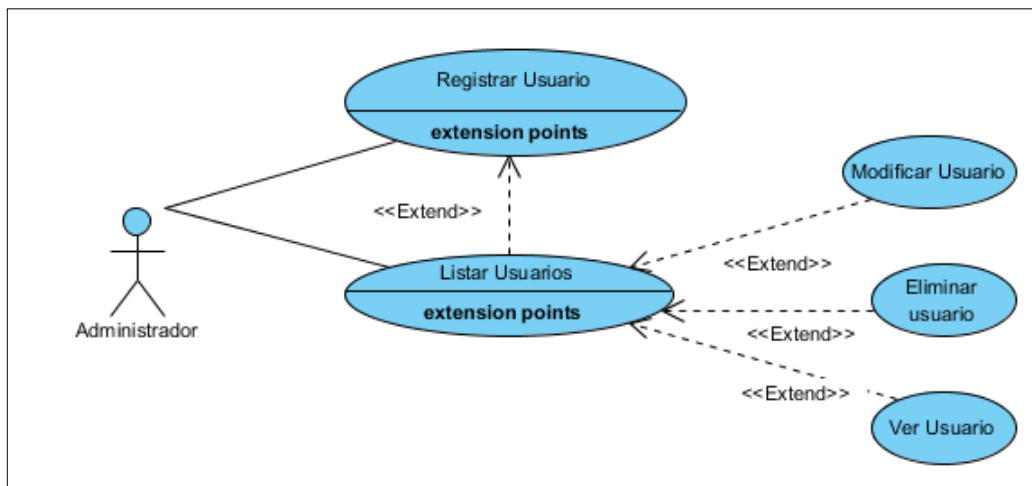


Figura 23 CRUD Usuarios

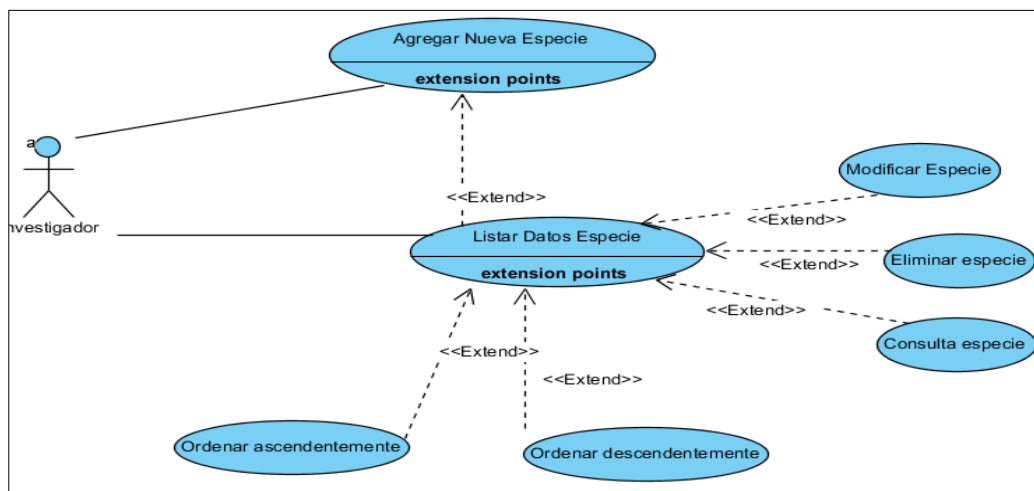


Figura 24 CRUD Especie

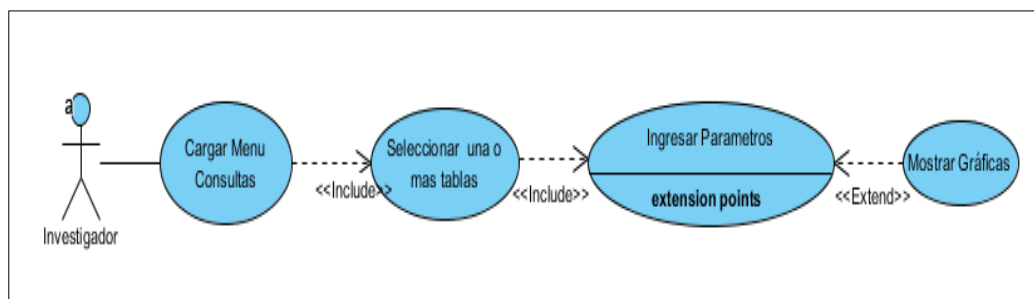


Figura 25 Consultas parametrizadas

3.2.1.4.2 Casos uso sistema del museo virtual

Para guiar al usuario en el flujo del sistema y de cada una de las actividades, se presenta el caso de uso del sistema del museo virtual, la figura 26 muestra el detalle las mismas y las diferentes posibilidades para el actor.

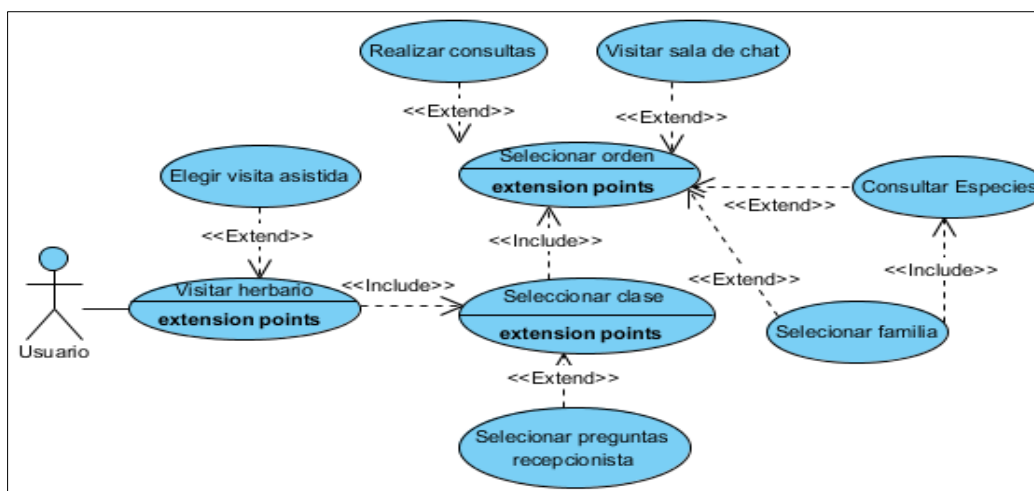


Figura 26 Sistema museo virtual

3.2.2 Fase análisis y diseño preliminar

Se desarrollaron los diagramas de casos de uso detallados, facilitando el entendimiento y la construcción del sistema. Particularmente se trabaja con diagramas de casos de uso y de robustez, los que se describen a continuación.

3.2.2.1 Casos de uso detallados

Para mostrar los casos más relevantes dentro del sistema, en las tablas 10 y 11, se detallan las actividades de los casos de uso anteriormente mencionados.

Tabla 10 Autenticación investigadores

Nombre	Ingresar al sistema investigadores.												
Versión	02/16/2016												
Autor	Cristian Giovanni Castrillón Arias.												
Objetivos Asociados	Se pretende que no cualquier persona pueda utilizar el sistema. Solo aquellas que tengan permisos puedan utilizarlo.												
Descripción	El usuario que quiera ingresar al sistema, debe ingresar un login y password. El sistema verifica que estos datos sean correctos para permitirle hacer uso del sistema.												
Precondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. El investigador debe estar registrado en la base de datos. 2. Al investigador solo se le permite tener una sesión abierta. 												
Secuencia Normal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>El investigador ingresa login y password.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Se verifica que exista el login en la Base de datos.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Se verifica que el password sea correcto para el login ingresado.</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Se comprueba que el investigador no tenga una sesión ya abierta.</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Se hace visible el menú al cual tiene permiso el investigador.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	1.	El investigador ingresa login y password.	2.	Se verifica que exista el login en la Base de datos.	3.	Se verifica que el password sea correcto para el login ingresado.	4.	Se comprueba que el investigador no tenga una sesión ya abierta.	5.	Se hace visible el menú al cual tiene permiso el investigador.
Paso	Descripción												
1.	El investigador ingresa login y password.												
2.	Se verifica que exista el login en la Base de datos.												
3.	Se verifica que el password sea correcto para el login ingresado.												
4.	Se comprueba que el investigador no tenga una sesión ya abierta.												
5.	Se hace visible el menú al cual tiene permiso el investigador.												
Postcondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si login o password no son correctos sale mensaje de error. 2. Elegir opción salir del sistema. 												
Excepciones	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Si el login o password no son correctos, los campos del formulario de entrada al sistema se limpian. El usuario debe comenzar de nuevo el proceso. El investigador no ingresa al sistema, deberá cerrar la sesión que tiene abierta.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	1.	Si el login o password no son correctos, los campos del formulario de entrada al sistema se limpian. El usuario debe comenzar de nuevo el proceso. El investigador no ingresa al sistema, deberá cerrar la sesión que tiene abierta.								
Paso	Descripción												
1.	Si el login o password no son correctos, los campos del formulario de entrada al sistema se limpian. El usuario debe comenzar de nuevo el proceso. El investigador no ingresa al sistema, deberá cerrar la sesión que tiene abierta.												
Importancia	Vital.												
Comentarios	Los demás casos de uso de investigador deben hacer uso de este.												

Tabla 11 Autenticación del administrador

Nombre	Ingresar al sistema el Administrador.												
Versión	02/16/2016												
Autor	Cristian Giovanni Castrillón Arias.												
Objetivos Asociados	Se pretende que no cualquier persona pueda utilizar el sistema. Solo aquellas que tengan permisos puedan utilizarlo.												
Descripción	El Administrador que ingresa al sistema, debe ingresar un login y password. El sistema verifica que estos datos sean correctos para permitirle hacer uso del programa.												
Precondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador debe estar registrado en la base de datos. 2. Al administrador solo se le permite tener una sesión abierta. 3. El administrador ya ha Ingresado al sistema (se ha autenticado exitosamente) y tiene disponibles las diferentes opciones que le corresponden. 												
Secuencia Normal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>El administrador ingresa login y password.</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>Se verifica que exista el login en la Base de datos.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Se verifica que el password sea correcto para el login ingresado.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Se comprueba que el Administrador no tenga una sesión ya abierta.</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Se hace visible el menú de Administrador.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	1.	El administrador ingresa login y password.	1.	Se verifica que exista el login en la Base de datos.	2.	Se verifica que el password sea correcto para el login ingresado.	3.	Se comprueba que el Administrador no tenga una sesión ya abierta.	4.	Se hace visible el menú de Administrador.
Paso	Descripción												
1.	El administrador ingresa login y password.												
1.	Se verifica que exista el login en la Base de datos.												
2.	Se verifica que el password sea correcto para el login ingresado.												
3.	Se comprueba que el Administrador no tenga una sesión ya abierta.												
4.	Se hace visible el menú de Administrador.												
Postcondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si login o password no son correctos sale mensaje de error. 2. Elegir opción salir del sistema. 												
Excepciones	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Si el login o password no son correctos.</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>Mensaje “usuario no existe”.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>los campos del formulario de entrada al sistema se limpian. El Administrador debe comenzar de nuevo el Proceso paso 1.</td> </tr> </tbody> </table> <p>El Administrador no ingresa al sistema, deberá cerrar la sesión que tiene abierta.</p>	Paso	Descripción		Si el login o password no son correctos.	1.	Mensaje “usuario no existe”.	2.	los campos del formulario de entrada al sistema se limpian. El Administrador debe comenzar de nuevo el Proceso paso 1.				
Paso	Descripción												
	Si el login o password no son correctos.												
1.	Mensaje “usuario no existe”.												
2.	los campos del formulario de entrada al sistema se limpian. El Administrador debe comenzar de nuevo el Proceso paso 1.												
Importancia	Vital.												
Comentarios	Los demás casos de uso de administrador deben hacer uso de este.												

Después de realizar las autenticaciones necesarias, cada usuario de acuerdo a su perfil, puede realizar ciertas actividades dentro del sistema, como se observa en las tablas 12, 13 y 14 donde se habilita el ingreso de especies a la base de datos y la consulta de las mismas de forma parametrizada.

Tabla 12 Ingresar investigadores

Nombre	Ingresar investigadores al sistema														
Versión	02/17/2016														
Autor	Cristian Giovanni Castrillón Arias.														
Objetivos Asociados	Ingresar nuevos investigadores al sistema.														
Descripción	El administrador ingresa los datos del nuevo investigador.														
Precondición	1. El administrador ya ha Ingresado al sistema (se ha autenticado exitosamente) y tiene disponibles las diferentes opciones que le corresponden.														
Secuencia normal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>El administrador selecciona la opción agregar.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El administrador ingresa los datos del usuario a ingresar (Cédula, Nombre, Apellido, password).</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>El sistema valida que se hayan ingresado todos los datos obligatorios (aquellos que tiene asterisco).</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Se realizarán los cambios en la base de datos.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	1.	El administrador selecciona la opción agregar.	2.	El administrador ingresa los datos del usuario a ingresar (Cédula, Nombre, Apellido, password).	3.	El sistema valida que se hayan ingresado todos los datos obligatorios (aquellos que tiene asterisco).	4.	Se realizarán los cambios en la base de datos.				
Paso	Descripción														
1.	El administrador selecciona la opción agregar.														
2.	El administrador ingresa los datos del usuario a ingresar (Cédula, Nombre, Apellido, password).														
3.	El sistema valida que se hayan ingresado todos los datos obligatorios (aquellos que tiene asterisco).														
4.	Se realizarán los cambios en la base de datos.														
Postcondición	1. Mensaje “usuario agregado”.														
Excepciones	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">El usuario ya existe:</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema muestra el mensaje: “Usuario existente”.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Vuelve al paso 2 del flujo normal, es decir, carga la pantalla para ingresar la información de un usuario.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos incompletos, en el paso 3 si no se ingresa algún campo obligatorio:</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema muestra el siguiente mensaje “Campos vacíos”.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Regresa al paso 2 del flujo normal, para que el actor ingrese la información faltante.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	El usuario ya existe:		1.	El sistema muestra el mensaje: “Usuario existente”.	2.	Vuelve al paso 2 del flujo normal, es decir, carga la pantalla para ingresar la información de un usuario.	Datos incompletos, en el paso 3 si no se ingresa algún campo obligatorio:		1.	El sistema muestra el siguiente mensaje “Campos vacíos”.	2.	Regresa al paso 2 del flujo normal, para que el actor ingrese la información faltante.
Paso	Descripción														
El usuario ya existe:															
1.	El sistema muestra el mensaje: “Usuario existente”.														
2.	Vuelve al paso 2 del flujo normal, es decir, carga la pantalla para ingresar la información de un usuario.														
Datos incompletos, en el paso 3 si no se ingresa algún campo obligatorio:															
1.	El sistema muestra el siguiente mensaje “Campos vacíos”.														
2.	Regresa al paso 2 del flujo normal, para que el actor ingrese la información faltante.														
Importancia	Vital.														
Comentarios	Al hacer uso de las opciones del sistema se debe tener conocimiento previo de su funcionamiento para no concurrir en anomalías de la información.														

Tabla 13 Ingresar especie

Nombre	Ingresar una especie														
Versión	06/17/2016														
Autor	Cristian Giovanni Castrillón Arias														
Objetivos Asociados	Permitir ingresar al sistema un nuevo registro (especie) a la Base de datos.														
Descripción	El usuario ingresa la información de la nueva especie. El sistema hace las validaciones respectivas y actualiza la base de datos.														
Precondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. El investigador ya ha Ingresado al sistema (se ha autenticado exitosamente) 2. Seleccionar la opción del menú, Agregar especie. 														
Secuencia Normal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>El Investigador ingresa la información pedida por el sistema (código especie, género, epíteto especie, altitud, nombre común, características, sinónimos, usos, foto especie, fotograma, foto campo).</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El sistema carga internamente en el menú, los géneros que hay en la base de datos.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacíos.</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>El sistema verifica que la información de los campos código y nombre no existan.</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>El sistema ingresa en la base de datos, el nuevo registro.</td> </tr> <tr> <td>6.</td> <td>El sistema muestra el siguiente mensaje “Especie ingresada”.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	1.	El Investigador ingresa la información pedida por el sistema (código especie, género, epíteto especie, altitud, nombre común, características, sinónimos, usos, foto especie, fotograma, foto campo).	2.	El sistema carga internamente en el menú, los géneros que hay en la base de datos.	3.	El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacíos.	4.	El sistema verifica que la información de los campos código y nombre no existan.	5.	El sistema ingresa en la base de datos, el nuevo registro.	6.	El sistema muestra el siguiente mensaje “Especie ingresada”.
Paso	Descripción														
1.	El Investigador ingresa la información pedida por el sistema (código especie, género, epíteto especie, altitud, nombre común, características, sinónimos, usos, foto especie, fotograma, foto campo).														
2.	El sistema carga internamente en el menú, los géneros que hay en la base de datos.														
3.	El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacíos.														
4.	El sistema verifica que la información de los campos código y nombre no existan.														
5.	El sistema ingresa en la base de datos, el nuevo registro.														
6.	El sistema muestra el siguiente mensaje “Especie ingresada”.														
Secuencia Alterna	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Si no existe el género</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>El investigador debe ir al menú principal.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El investigador debe elegir la opción ingresar género.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Ingresar los campos (código, nombre, descripción del género).</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	Si no existe el género		1.	El investigador debe ir al menú principal.	2.	El investigador debe elegir la opción ingresar género.	3.	Ingresar los campos (código, nombre, descripción del género).				
Paso	Descripción														
Si no existe el género															
1.	El investigador debe ir al menú principal.														
2.	El investigador debe elegir la opción ingresar género.														
3.	Ingresar los campos (código, nombre, descripción del género).														
Postcondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar opción regresar menú principal. 2. Elegir opción salir del sistema. 														
Excepciones	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">La especie ya existe:</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema muestra el mensaje: “Especie existente”.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Vuelve al paso 1 del flujo normal, es decir, queda la pantalla lista para ingresar la información de una especie.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Datos incompletos, en el paso 3 si no se ingresa algún campo obligatorio:</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema muestra el siguiente mensaje “Campos vacíos”.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>regresa al paso 1 del flujo normal, para que el actor ingrese la información faltante.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	La especie ya existe:		1.	El sistema muestra el mensaje: “Especie existente”.	2.	Vuelve al paso 1 del flujo normal, es decir, queda la pantalla lista para ingresar la información de una especie.	Datos incompletos, en el paso 3 si no se ingresa algún campo obligatorio:		1.	El sistema muestra el siguiente mensaje “Campos vacíos”.	2.	regresa al paso 1 del flujo normal, para que el actor ingrese la información faltante.
Paso	Descripción														
La especie ya existe:															
1.	El sistema muestra el mensaje: “Especie existente”.														
2.	Vuelve al paso 1 del flujo normal, es decir, queda la pantalla lista para ingresar la información de una especie.														
Datos incompletos, en el paso 3 si no se ingresa algún campo obligatorio:															
1.	El sistema muestra el siguiente mensaje “Campos vacíos”.														
2.	regresa al paso 1 del flujo normal, para que el actor ingrese la información faltante.														
Importancia	Vital.														
Comentarios	Al ingresar una nueva especie se debe tener conocimiento previo de su clasificación taxonómica, para no concurrir en anomalías de la información.														

Tabla 14 Consultas parametrizadas, por dos parámetros

Nombre	Consultas Parametrizadas										
Versión	06/12/1016										
Autor	Cristian Giovanni Castrillón Arias.										
Objetivos	Realizar consultas entre dos parámetros, con el fin de visualizar datos estadísticos.										
Asociados											
Descripción	El investigador hace consultas por los parámetros que desee.										
Precondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. El investigador ya ha Ingresado al sistema (se ha autenticado exitosamente). 2. Seleccionar la opción del menú, consultas. 										
Secuencia	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>El investigador selecciona uno o dos parámetros que desee consultar.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El investigador selecciona el tipo de gráfica, barras o torta.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>El investigador digita el parámetro de la consulta.</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>El sistema despliega la información de la consulta.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	1.	El investigador selecciona uno o dos parámetros que desee consultar.	2.	El investigador selecciona el tipo de gráfica, barras o torta.	3.	El investigador digita el parámetro de la consulta.	4.	El sistema despliega la información de la consulta.
Paso	Descripción										
1.	El investigador selecciona uno o dos parámetros que desee consultar.										
2.	El investigador selecciona el tipo de gráfica, barras o torta.										
3.	El investigador digita el parámetro de la consulta.										
4.	El sistema despliega la información de la consulta.										
Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El investigador selecciona uno o dos parámetros que desee consultar. 2. El investigador selecciona el tipo de gráfica, barras o torta. 3. El investigador digita el parámetro de la consulta. 4. El sistema despliega la información de la consulta. 										
Postcondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cancelar las consultas. 2. Realizar nuevas consultas. 										
Excepciones	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>El usuario puede cancelar una consulta en el momento que lo desee y empezar una nueva.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	1	El usuario puede cancelar una consulta en el momento que lo desee y empezar una nueva.						
Paso	Descripción										
1	El usuario puede cancelar una consulta en el momento que lo desee y empezar una nueva.										
Importancia	Baja.										
Comentarios	Permite obtener información básica estadística, de los datos guardados en la base de datos.										

Para acceder al museo virtual y conocer las colecciones disponibles en el mismo, el usuario debe acceder al sistema e iniciar el recorrido, que puede o no estar asistido por una guía que lo acompaña por los diferentes pisos (ordenes) del mismo y lo asesora constantemente, tal como se refleja en las tablas 15, 16 y 17.

Tabla 15 Ingresar museo virtual

Nombre	Ingresar Museo Virtual
Versión	06/10/16
Autor	Cristian Giovanni Castrillón Arias.
Objetivos	Permitir a los usuarios conocer la colección del Herbario de la Universidad del Quindío. (HUQ)
Asociados	
Descripción	El usuario puede hacer un recorrido por las dos clases de colecciones que obtiene el herbario monocotiledóneas y dicotiledóneas.
Precondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar navegador Web, ir al herbario. 2. Seleccionar la opción de herbario.
Secuencia	Paso Descripción
Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario selecciona colección a visitar monocotiledóneas o dicotiledóneas. 2. El sistema carga la recepción de acuerdo a la clase seleccionada.
Post condición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar opción regresar menú principal. 2. Elegir otra opción.
Importancia	Importante.
Comentarios	Sin comentarios.

Tabla 16 Visitar recepción museo virtual

Nombre	Recepción Museo Virtual
Versión	06/10/16
Autor	Cristian Giovanni Castrillón Arias.
Objetivos	Permitir a los usuarios conocer las diferentes colecciones que posee el herbario de la Universidad del Quindío.
Asociados	
Descripción	El usuario puede conocer más sobre los herbarios, así como las diferentes colecciones que posee la Universidad del Quindío.
Precondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar la dirección url en el navegador Web. 2. Seleccionar la clase que desea visitar.
Secuencia	Paso Descripción
Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema carga la recepción. 2. El usuario selecciona la recepción. 3. El usuario selecciona las diferentes preguntas que posee el herbario.
Post condición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar opción regresar menú principal. 2. Elegir opción salir del sistema.
Importancia	Importante.
Comentarios	Sin comentarios.

Tabla 17 Ingresar sala exposición museo virtual

Nombre	Sala Exposición Museo Virtual										
Versión	06/12/2016										
Autor	Cristian Giovanni Castrillón Arias.										
Objetivos	Permitir a los usuarios conocer las especies existentes en el herbario HUQ.										
Descripción	El usuario puede conocer las colecciones existentes en el herbario y sus imágenes (foto especie, fotograma y foto de campo).										
Precondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar la dirección url en el navegador Web. 2. Seleccionar la clase que desea visitar. 3. El sistema debe haber cargado la recepción. 4. El usuario ya ha seleccionado un orden (Ascensor). 										
Secuencia	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema carga el menú de la sala.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El sistema carga 5 especies de acuerdo al orden en el que se encuentre el usuario.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>El usuario recorre la sala para visualizar las diferentes especies.</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>El usuario puede ver la información de la especie, acercándose a cada una de estas.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	1.	El sistema carga el menú de la sala.	2.	El sistema carga 5 especies de acuerdo al orden en el que se encuentre el usuario.	3.	El usuario recorre la sala para visualizar las diferentes especies.	4.	El usuario puede ver la información de la especie, acercándose a cada una de estas.
Paso	Descripción										
1.	El sistema carga el menú de la sala.										
2.	El sistema carga 5 especies de acuerdo al orden en el que se encuentre el usuario.										
3.	El usuario recorre la sala para visualizar las diferentes especies.										
4.	El usuario puede ver la información de la especie, acercándose a cada una de estas.										
Postcondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar el ascensor. 2. Seleccionar otro orden. 										
Importancia	Alta.										
Comentarios	Sin comentarios.										

En la tabla 18, se detalla la forma en la que el usuario (actor) que se encuentre dentro del museo, recorriendo cada uno de los niveles disponibles, puede seleccionar en un piso determinado, la clasificación taxonómica de una especie en particular que desee conocer, contribuyendo esto al conocimiento específico de las colecciones existentes dentro del herbario.

Tabla 18 Seleccionar familia museo virtual

Nombre	Consulta Selección familia Museo Virtual												
Versión	06/10/16												
Autor	Cristian Giovanni Castrillón Arias.												
Objetivos	Permitir a los usuarios conocer las características de las especies existentes en el herbario HUQ que pertenezcan a una especie en específico que esté expuesta en la sala.												
Asociados													
Descripción	El usuario selecciona la clasificación taxonómica de la especie a la que quiere ver.												
Precondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar la dirección url en el navegador Web. 2. Seleccionar la clase que desea visitar. 3. El sistema debe haber cargado la recepción. 4. El usuario ya ha seleccionado un orden (Ascensor). 												
Secuencia	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paso</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>El sistema carga el menú de sala exposición.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>El usuario selecciona el menú de selección de familia.</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>El sistema carga las familias de acuerdo al orden en el que se encuentra el usuario.</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>El usuario hace clic en el botón cargar familia.</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>El sistema carga 5 especies de acuerdo a la familia seleccionada.</td> </tr> </tbody> </table>	Paso	Descripción	1.	El sistema carga el menú de sala exposición.	2.	El usuario selecciona el menú de selección de familia.	3.	El sistema carga las familias de acuerdo al orden en el que se encuentra el usuario.	4.	El usuario hace clic en el botón cargar familia.	5.	El sistema carga 5 especies de acuerdo a la familia seleccionada.
Paso	Descripción												
1.	El sistema carga el menú de sala exposición.												
2.	El usuario selecciona el menú de selección de familia.												
3.	El sistema carga las familias de acuerdo al orden en el que se encuentra el usuario.												
4.	El usuario hace clic en el botón cargar familia.												
5.	El sistema carga 5 especies de acuerdo a la familia seleccionada.												
Normal													
Postcondición	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar el ascensor. 2. Seleccionar otra opción. 												
Importancia	Importante.												
Comentarios	Sin comentarios.												

3.2.2.2 Diagramas de robustez

En las figuras 27, 28, 29, 30 y 31 se observan los diagramas de robustez correspondientes al sistema de información.

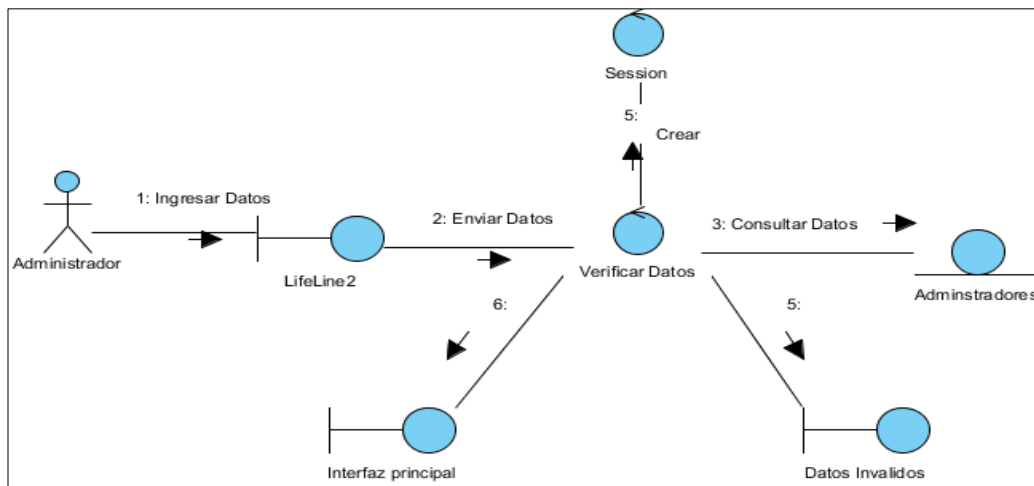


Figura 27 Autenticación del administrador

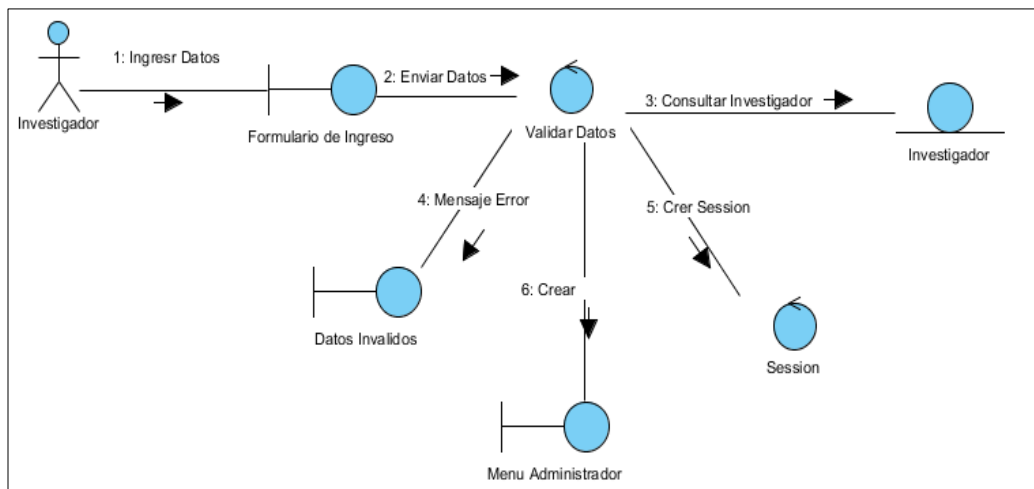


Figura 28 Autenticación investigadores

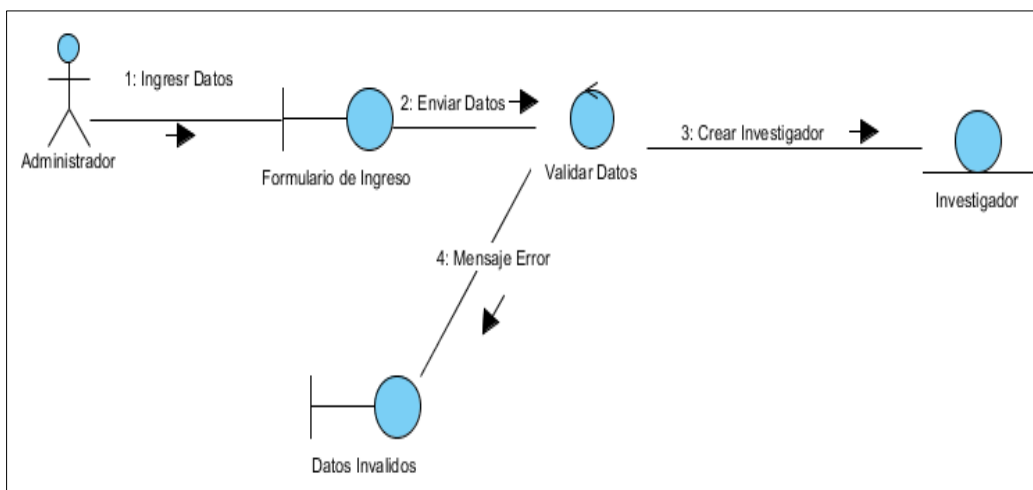


Figura 29 Crear investigadores

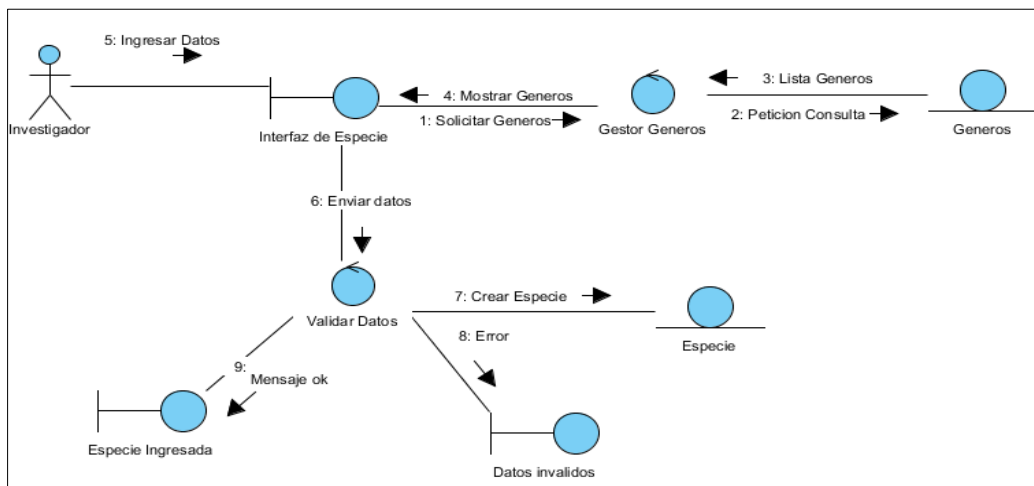


Figura 30 Ingresar una especie

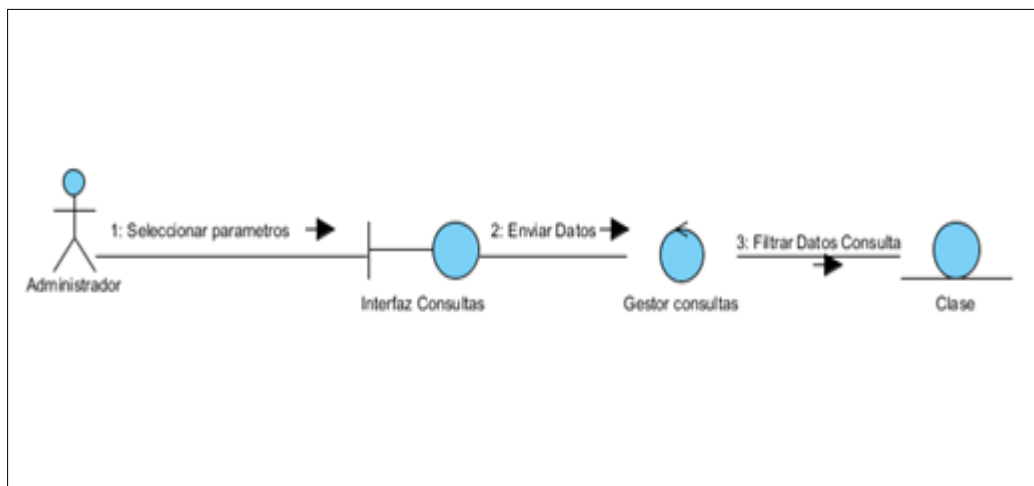


Figura 31 Consultas parametrizadas

El museo virtual cuenta con cuatro diagramas de robustez, que se visualizan en las figuras 32, 33, 34 y 35.

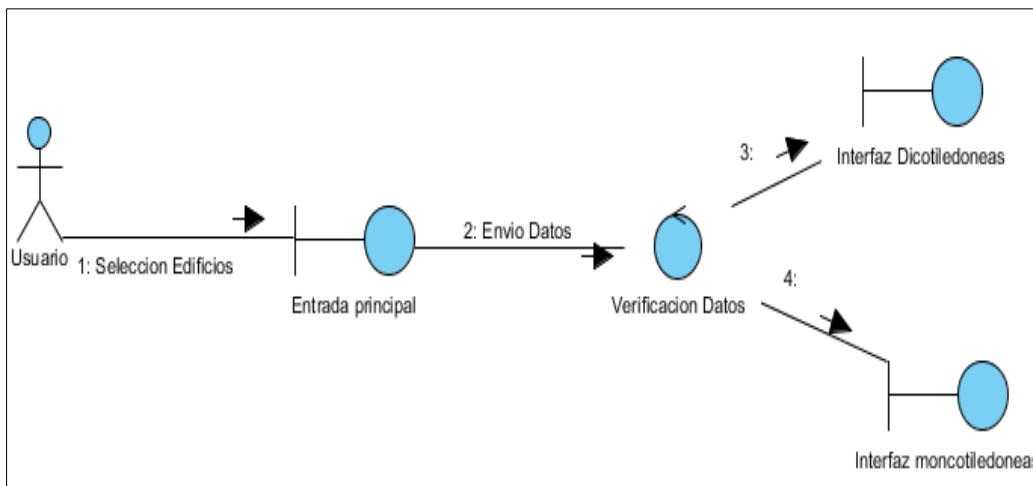


Figura 32 Ingresar al museo

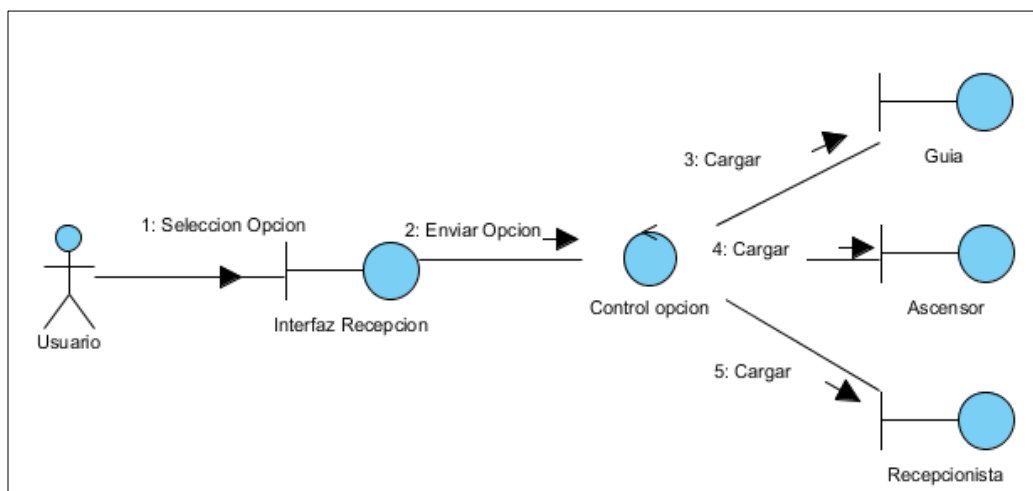


Figura 33 Recepción del museo virtual

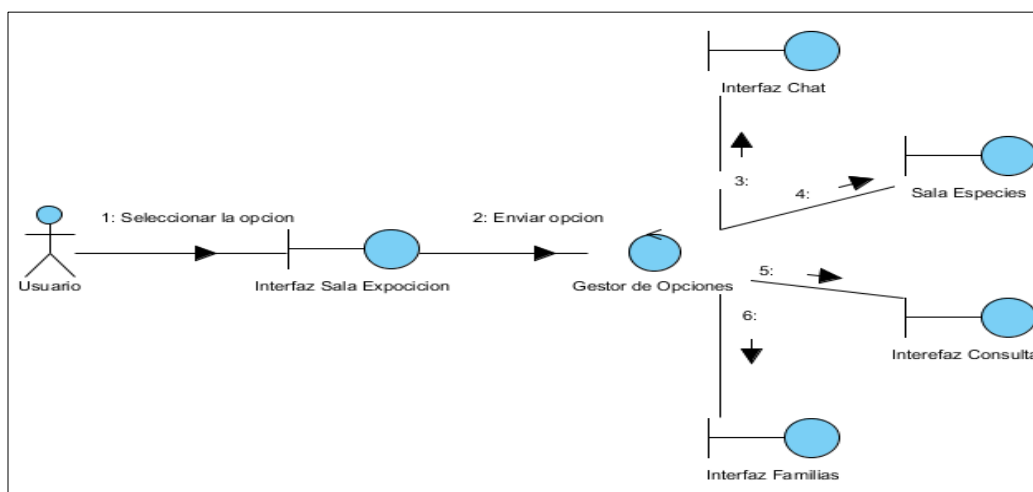


Figura 34 Sala Exposición del museo virtual

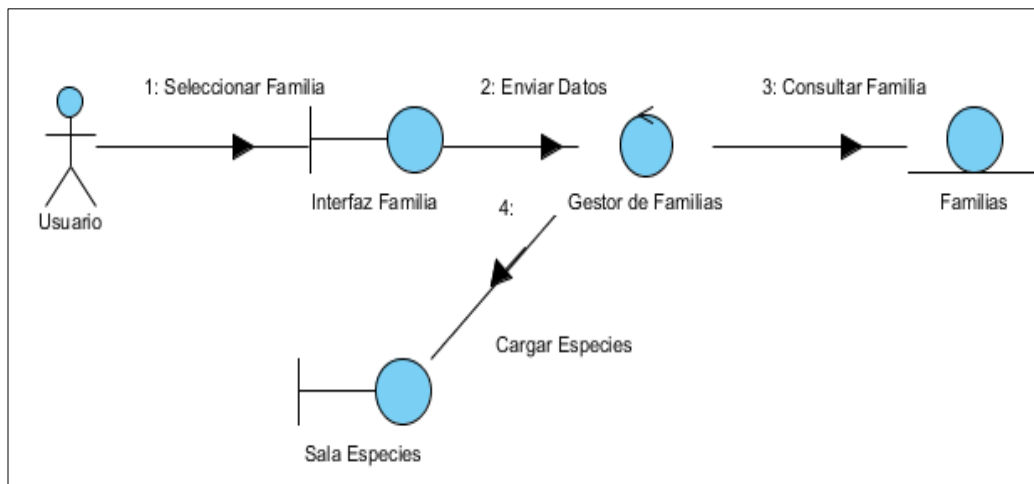


Figura 35 Museo virtual, seleccionar familia

3.2.3. Fase diseño detallado

A continuación, se detallan los diagramas de secuencia:

3.2.3.1 Diagramas de secuencia

Para reflejar la interacción de los objetos en la aplicación a través del tiempo, se utilizaron los diagramas de secuencia, que describen detalladamente los casos de uso y muestran los mensajes entre instancias típicas de clases, componentes, subsistemas o actores. En las figuras 36, 37, 38, 39 y 40 se observan los diagramas de secuencia del sistema de información.

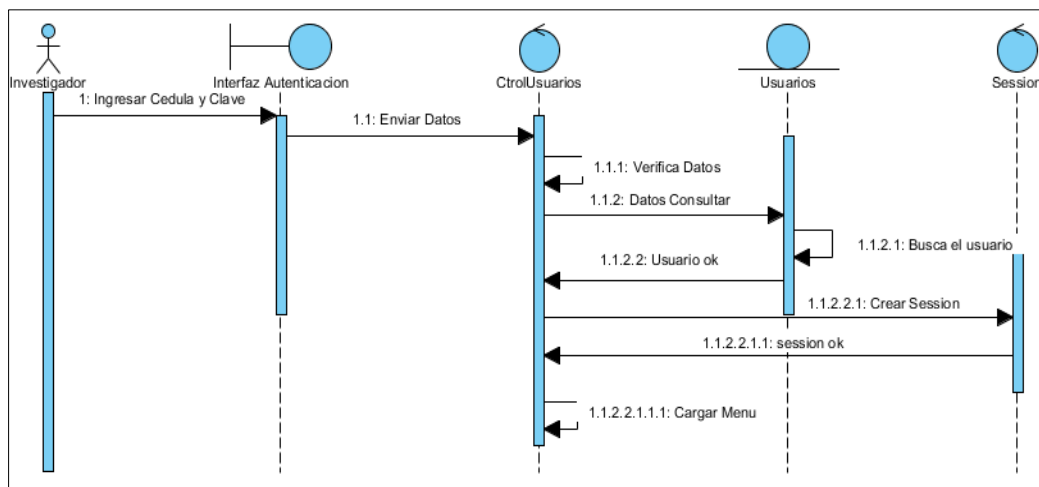


Figura 36 Autenticación del investigador

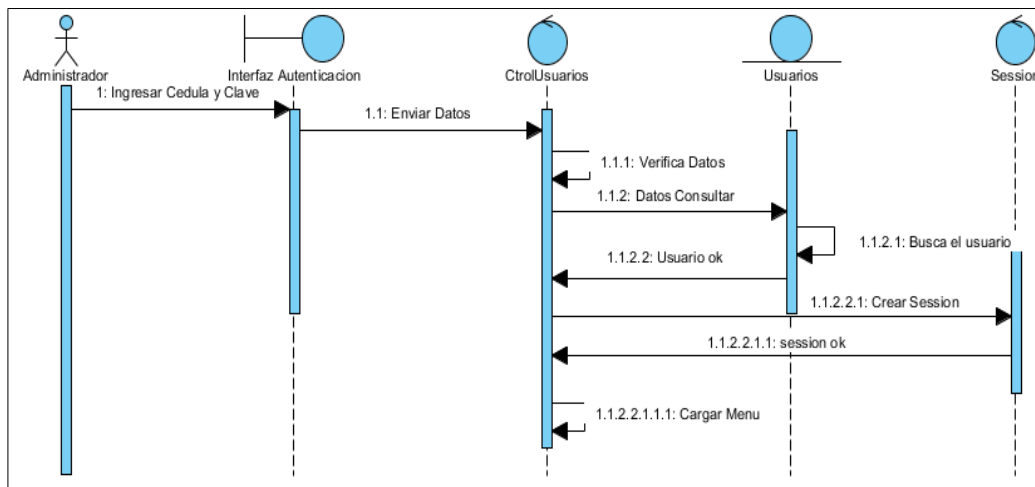


Figura 37 Autenticación del administrador

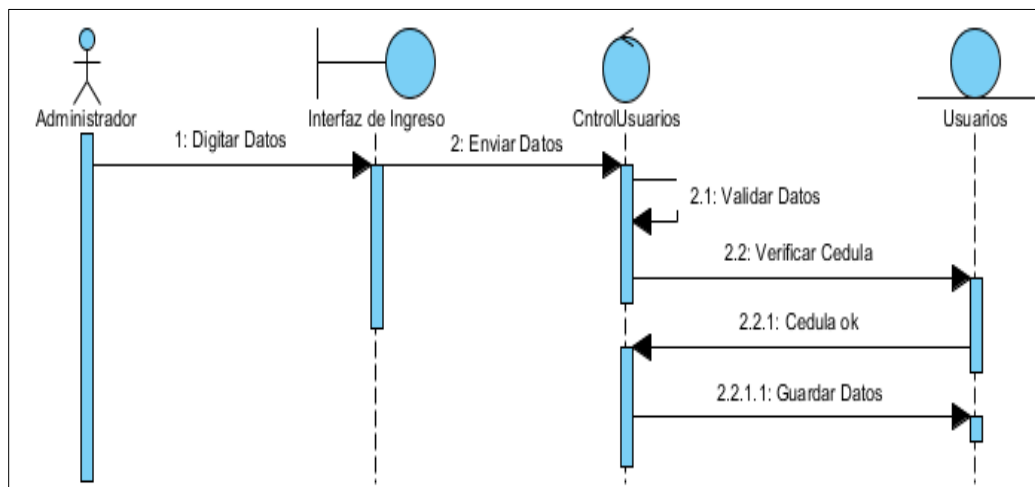


Figura 38 Crear investigadores

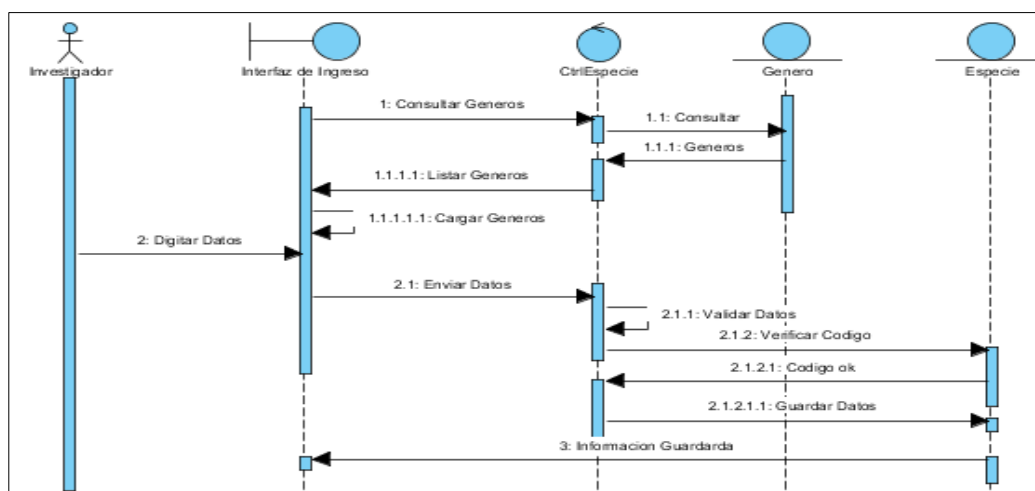


Figura 39 Ingresar especie

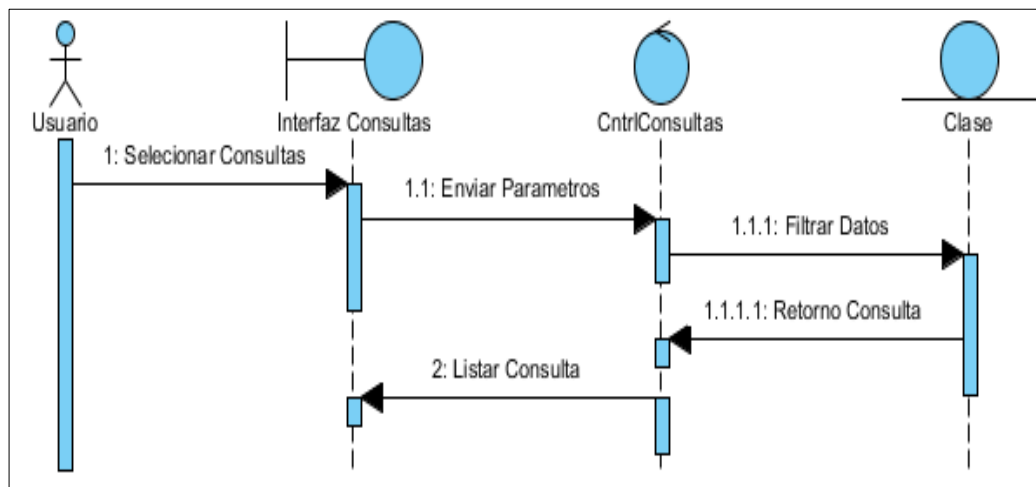


Figura 40 Reporte de consultas

Para describir las secuencias del museo virtual, se tienen las figuras 41, 42, 43 y 44.

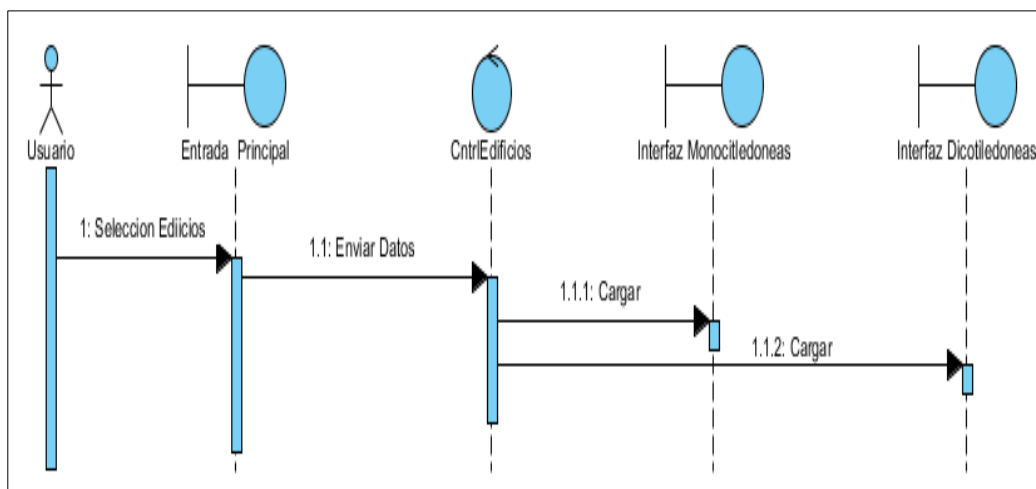


Figura 41 Ingresar al museo virtual

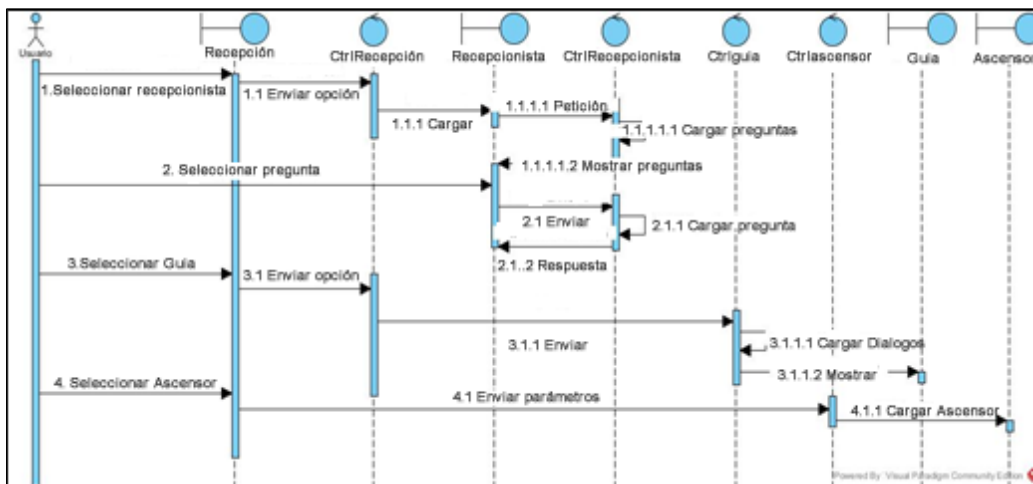


Figura 42 Recepción al museo virtual

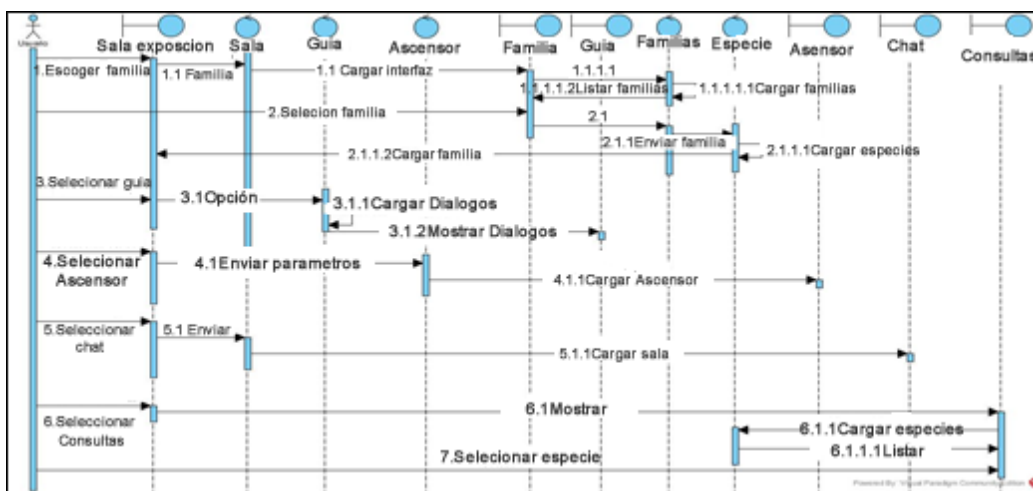


Figura 43 Sala Exposición al museo virtual

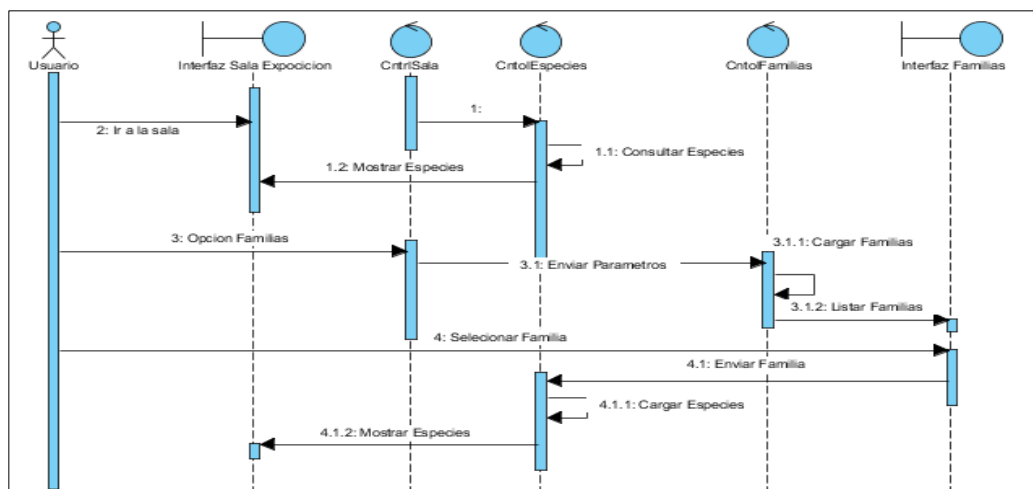


Figura 44 Selección familias del museo virtual

3.2.3.2 Diagrama de clases

En las figuras 45 y 46 se muestran los diagramas de clases, teniendo en cuenta los casos de uso, diagramas de robustez y los diagramas de secuencia:

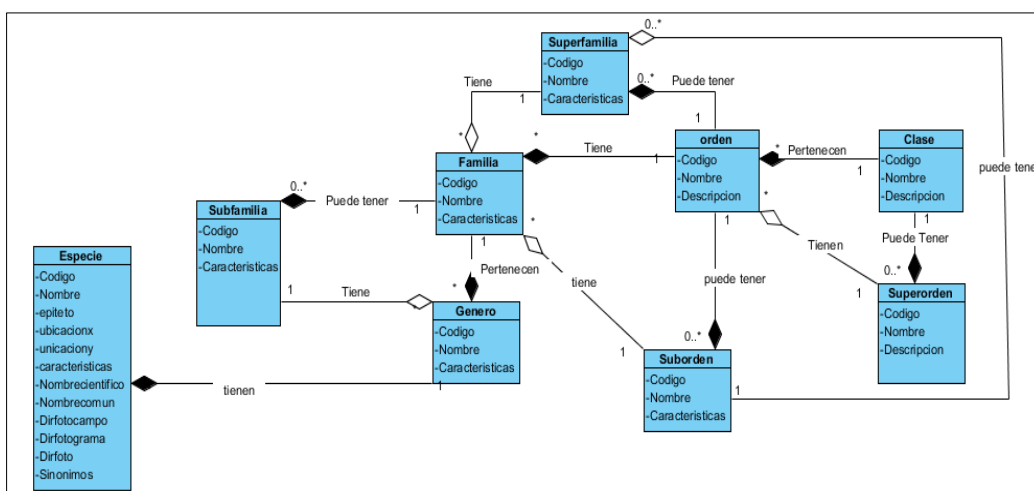


Figura 45 Diagrama de clases sistema de información

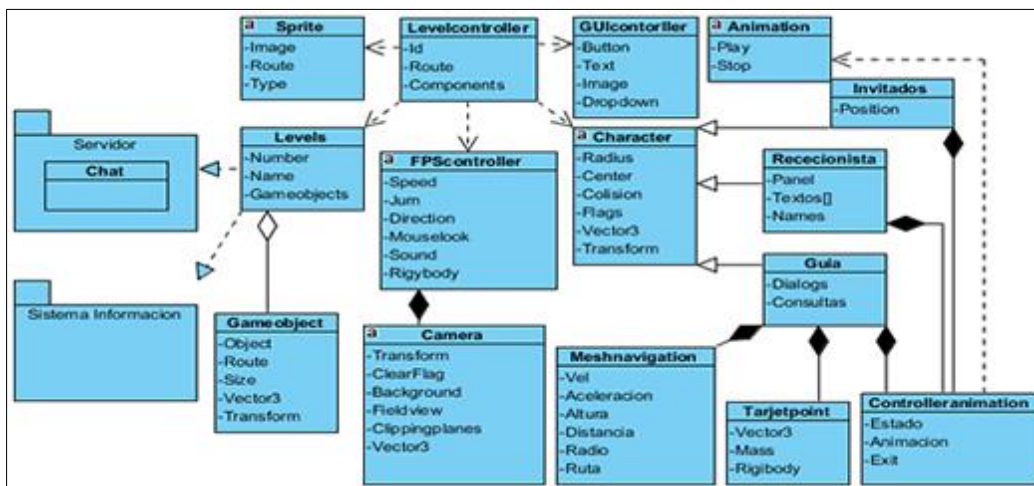


Figura 46 Diagrama de clase museo virtual

3.2.3.3 Modelo de datos

El modelo de datos del sistema se realizó con la ayuda del modelo de clases que

Permitirá conocer las entidades que formaran parte del modelo de datos, como también sus respectivos atributos.

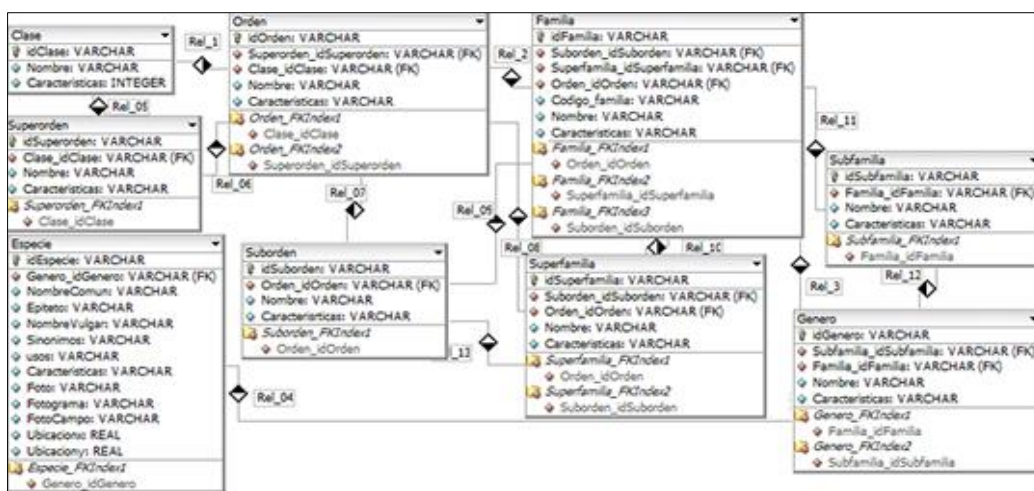


Figura 47 Modelo de datos

3.2.4 Fase implementación y mantenimiento

La plataforma web para colecciones botánicas permite llevar el control de las diferentes especies que se encuentran en el herbario de la Universidad del Quindío a la vez que se publican en un museo Virtual. Dicho control se realiza con base en la taxonomía vegetal.

El desarrollo del proyecto utilizó una arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC), que es un patrón de arquitectura de software que separa los datos de la aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de negocio en tres componentes distintos, como se muestra en la figura 48. Donde la vista es la página HTML y el código que provee de datos dinámicos a la página. El modelo es el sistema de gestión de base de datos y la lógica de negocio, y el controlador es el responsable de recibir los eventos de entrada desde la vista.

- **Modelo:** Aquí es donde se incluye la lógica del negocio y el sistema de gestión de base de datos.
- **Vista:** Éste presenta al modelo en un formato adecuado para interactuar con el usuario, la interfaz de usuario.
- **Controlador:** Éste responde a eventos e invoca peticiones al modelo.

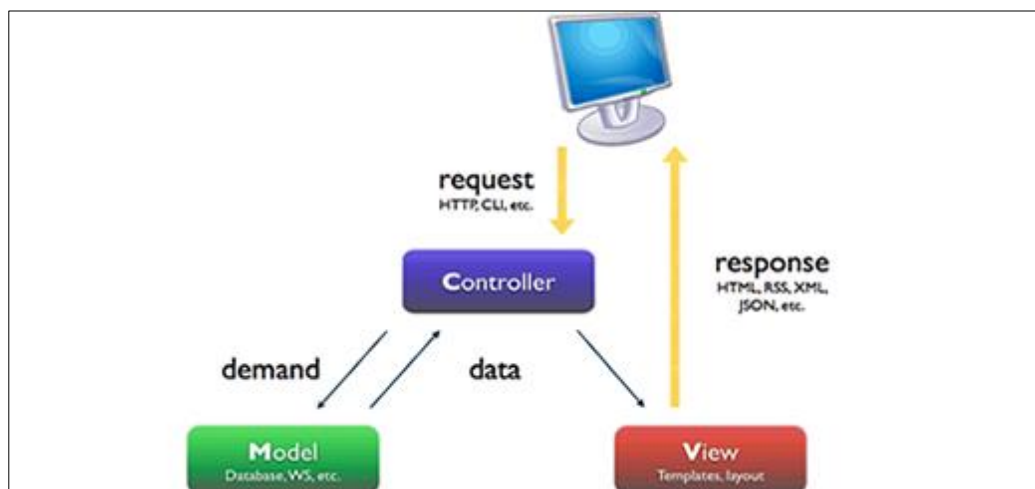


Figura 48 Modelo – Vista - Controlador

La implementación del sistema de información se realizó en PHP utilizando como framework de desarrollo laravel y la del museo Virtual se encuentra desarrollado en unity3D ambos se comunican mediante un web service.

3.2.5 Pruebas de software

Las pruebas realizadas para el sistema están enfocadas en las funcionalidades del mismo, tomando en cuenta criterios de validación necesarios para que el sistema cumpla con los requerimientos previamente establecidos.

A continuación, se presentan la tabla 19 de pruebas para el caso de uso de autenticación de usuario:

Tabla 19 Caso de prueba autenticación usuario

Caso de Prueba:		Autenticación de Usuarios			
Descripción:		El objetivo del caso de prueba es comprobar el acceso a al sistema al usuario.			
Fecha Ejecución:		1 noviembre del 2016			
Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado
1	Ingresar una cédula y una clave correcta para ingresar al sistema.	Acceder a la página inicial del sistema.	Cédula Clave	Ingreso a la página inicial del sistema.	Satisfactorio
2	Ingresar una cédula incorrecta y una clave correcta para ingresar al sistema.	Que se presente un mensaje de error.	Cédula Clave	Mensaje de Error	Satisfactorio
3	Ingresar una cédula correcta y una clave incorrecta para ingresar al sistema.	Mostrar un mensaje de error.	Cédula Clave	Mensaje de Error	Satisfactorio
4.	No ingresar Datos	Visualizar un mensaje de error.	Ninguno	Mensaje de Error	Satisfactorio

El proceso de pruebas del caso de uso relacionado con el acceso a investigadores, se detalla en la tabla 20.

Tabla 20 Caso de prueba acceso investigadores

Caso de Prueba:		Acceso Investigadores			
Descripción:		El objetivo del caso de prueba es comprobar el acceso a al sistema al investigador.			
Fecha Ejecución:		1 noviembre del 2016			
Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado
1	Ingresar una cédula y una clave de un investigador existente en la base de datos.	Se debería presentar la página inicial del sistema. Y visualizar el menú del investigador (Clasificación Taxonómica).	Cédula Clave	Ingreso a la página inicial del sistema. Con el menú correspondiente al investigador.	Satisfactorio

Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado
2	Ingresar una cédula incorrecta y una clave correcta para ingresar al sistema.	Visualizar un mensaje de error.	Cédula Clave	Mensaje de Error	Satisfactorio
3	Ingresar una cédula correcta y una clave incorrecta para ingresar al sistema.	Manifiestar un mensaje de error.	Cédula Clave	Mensaje de Error	Satisfactorio
4.	No ingresar Datos		Ninguno	Mensaje de Error	Satisfactorio

Con el fin de analizar el correcto funcionamiento de los CRUD del sistema de información, se relacionan en las tablas 21, 22 y 23 las pruebas realizadas a las funcionalidades de ingresar y consultar información.

Tabla 21 Caso de prueba ingresar una especie

Caso de Prueba:	Ingresar una especie.					
Descripción:	El objetivo del caso de prueba es comprobar el ingreso de una especie en el sistema.					
Fecha Ejecución:	1 noviembre del 2016					
Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado	
1	Ingresar los campos correctos de una especie.	Mensaje de Ingreso a la base de datos.	Género, Epíteto, Nombre Común, Sinónimos, Usos, Nombre Científico, Fotograma, Foto Campo, Foto.	Mensaje de Datos Ingresados.	Satisfactorio	
2	Ingresar los campos correctos de una especie menos el género.	Mostrar un mensaje de error.	Epíteto, Nombre Común, Sinónimos, Usos, Nombre Científico, Fotograma, Foto Campo, Foto.	Mensaje de Error.	Satisfactorio	
3	Ingresar los campos correctos de una especie sin digitar los campos principales.	Ver en pantalla un mensaje de error.	Nombre Común, Sinónimos, Usos, Fotograma, Foto Campo, Foto.	Mensaje de Error	Satisfactorio	

Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado
4.	No ingresar Datos	Presentar un mensaje de error.	Ninguno	Mensaje de Error	Satisfactorio

Tabla 22 Caso de prueba consultas parametrizadas especies

Caso de Prueba:		Consultar Especie				
Descripción:		El objetivo del caso de prueba es comprobar el funcionamiento de las consultas parametrizadas por especie.				
Fecha Ejecución:		3 noviembre del 2016.				
Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado	
1	Ingresar el campo de búsqueda y el dato de la especie a buscar.	Se debería Mostrar la especie buscada.	Seleccionar Campo del género, Dato Buscado.	La especie Buscada.	Satisfactorio	
2	Seleccionar el campo de búsqueda de la especie y algunas palabras del dato de la especie a buscar.	Se debería listar las especies cuya coincidencia sea similar.	Seleccionar Campo del género, Iniciales del Dato Buscado.	Lista de especies.	Satisfactorio	
3	Seleccionar el campo de búsqueda de la especie y algunas palabras incorrectas del dato de la especie a buscar.	Se debería presentar un mensaje de error.	Seleccionar Campo del género, Iniciales del Dato incorrectos Buscado.	Mensaje de Error	Satisfactorio	
4.	No ingresar Datos	Se debería presentar un mensaje de advertencia de datos vacíos.	Ninguno	Mensaje de Advertencia.	Satisfactorio	

Tabla 23 Caso de prueba consultas parametrizadas géneros

Caso de Prueba:		Consultar Géneros.				
Descripción:		El objetivo del caso de prueba es comprobar el funcionamiento de las consultas parametrizadas por Géneros.				
Fecha Ejecución:		4 noviembre del 2016.				
Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Datos	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado
1	Seleccionar grafica barras.		Se debería Mostrar las especies agrupadas por género y mostrarse según en barras.	Seleccionar Barras	Las especies agrupadas por género grafica de barras.	Satisfactorio
2	Seleccionar grafica Tortas.		Se debería Mostrar las especies agrupadas por género y mostrarse según en Tortas.	Seleccionar Torta.	Las especies agrupadas por género grafica de Torta.	Satisfactorio
3.	No ingresar Datos		Se debería presentar un mensaje advertencia de datos vacíos.	Ninguno	Mensaje de Advertencia.	Satisfactorio

Luego de validar el desempeño del sistema de información, se procedió a probar el museo virtual, cuyos resultados se reflejan en las tablas 24, 25, 26 y 27.

Tabla 24 Caso de prueba ingresar museo virtual

Caso de Prueba:		Ingresar Museo Virtual				
Descripción:		El objetivo del caso de prueba es el funcionamiento para ingresar al Herbario Museo Virtual.				
Fecha Ejecución:		6 noviembre del 2016.				
Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Datos	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado
1	Ingresar la URL del sistema en el navegador web.		Se debería presentar la Página Inicial del sistema.	Dirección URL del sistema.	Ingreso a la Página inicial del sistema.	Satisfactorio
2	Seleccionar el Museo Virtual presionando el enlace.		Se debería presentar la interfaz del herbario.	Selección del vínculo al herbario.	Ingreso al Interfaz del Museo	Satisfactorio

Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Virtual. Resultados Obtenidos	Estado
3.	Ingresar la URL del Sistema de forma errónea en el navegador web.	No debería presentar Página Inicial sistema.	Dirección URL Errónea.	Dirección errónea URL sistema	Satisfactorio

Tabla 25 Caso de prueba recepción museo virtual

Caso de Prueba:		Recepción Museo Virtual			
Descripción:		El objetivo del caso de prueba es el funcionamiento para la recepción del Herbario Museo Virtual.			
Fecha Ejecución:		6 noviembre del 2016.			
Nro	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado
1	Seleccionar el edificio de las monocotiledóneas.	Se debería presentar la recepción del sistema.	Selección del edificio de las monocotiledóneas	Ingreso a la interfaz de la recepción	Satisfactorio
2	Seleccionar la recepcionista del herbario Monocotiledóneas.	Se debería presentar la interfaz de selección de preguntas del herbario.	Selección de la recepcionista edificio monocotiledóneas.	Interfaz de preguntas del herbario Museo Virtual.	Satisfactorio
3.	Seleccionar el edificio de las dicotiledóneas.	Se debería presentar la recepción del sistema.	Selección del edificio de las dicotiledóneas.	Ingreso a la interfaz de la recepción. dicotiledóneas	Satisfactorio
4.	Seleccionar la recepcionista del herbario dicotiledóneas.	Se debería presentar la interfaz de selección de preguntas del herbario.	Selección de la recepcionista edificio dicotiledóneas.	Interfaz de preguntas del Museo Virtual.	Satisfactorio

Tabla 26 Caso de prueba sala exposición museo virtual

Caso de Prueba:		Sala Exposición Museo Virtual				
Descripción:		El objetivo del caso de prueba es el funcionamiento de la sala de Exposición del Museo Virtual.				
Fecha Ejecución:		8 noviembre del 2016.				
Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado	
1	Seleccionar un piso (orden).	Se debe mostrar la Sala de Exposición y mostrar 5 especies referentes al orden seleccionado.	Selección del orden.	Sala de Exposición con 5 especies cargadas según el orden seleccionado.	Satisfactorio	
2	Seleccionar una especie en la sala de exposición.	Se debe presentar los datos referentes a la especie seleccionada.	Seleccionar una especie en la sala de exposición	Datos de la especie.	Satisfactorio	
3.	Seleccionar las consultas de la sala de exposición.	Se debe listar las especies pertenecientes al orden.	Menú de consultas.	Lista de especies.	Satisfactorio	

Tabla 27 Caso de prueba selección de familia

Caso de Prueba:		Selección de familia Museo Virtual				
Descripción:		El objetivo del caso de prueba es el funcionamiento de la sala de Exposición del Museo Virtual.				
Fecha Ejecución:		11 noviembre del 2016.				
Nro.	Criterios de Datos de Entrada	Resultado Esperado	Datos Ingresados	Resultados Obtenidos	Estado	
1	Seleccionar una Familia en la sala de exposición.	Se debe mostrar la Sala de Exposición 5 especies referentes a la familia seleccionada.	Selección de una familia.	Sala de Exposición con 5 especies cargadas según la familia seleccionada.	Satisfactorio	
2	No seleccionar una Familia.	Se debe mostrar 5 especies del piso seleccionado.	No seleccionar una familia.	Sala de Exposición con 5 especies cargadas según el piso.	Satisfactorio	

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los principales resultados obtenidos de esta propuesta se resumen en una plataforma web que permitió la gestión de la información y difusión de las colecciones botánicas, dicho desarrollo se construyó basado en tecnologías de última generación, que responden a la necesidad de satisfacer las continuas demandas tendentes a mejorar los servicios prestados por el herbario Universidad del Quindío - HUQ en el área de investigación, cuya especificidad radica en la rigurosidad, precisión y manejo metódico de sus colecciones. A continuación, se detalla cada uno de los objetivos específicos y su realización:

- Diseñar la arquitectura para la plataforma web de colecciones botánicas.

Para el diseño de arquitectura fue fundamental el papel que cumplió el proceso de desarrollo ágil ICONIX, ya que gracias a las diferentes fases que la componen, se pudo identificar detalladamente los requerimientos necesarios para la correcta construcción de la plataforma.

- Construir un subsistema de información multiplataforma (móvil, tableta, computador) que permita la gestión de la información de las colecciones botánicas.

Se logró construir este sistema de información, el cual cuenta con un diseño adaptativo a diferentes dispositivos, respetando la clasificación taxonómica vegetal; además se encarga de verificar el tipo de usuario que accede al sistema, permitiendo la ejecución de determinados procesos según corresponda, tales como ingresar, consultar, modificar y eliminar datos de dicha clasificación. Adicionalmente dispone de un módulo de reportes, donde se evidencian los contenidos de la plataforma mediante gráficas y estadísticas. Se utilizan tecnologías de

georreferenciación como el uso de API de Google, que permite registrar el lugar donde se encontró el ejemplar.

La arquitectura de este sistema permite a los investigadores utilizar la aplicación en las salidas de campo para recolectar las diferentes especies y almacenar la información del ejemplar en tiempo real.

- Desarrollar un museo virtual interactivo para consulta vía web que permita la visualización de las diferentes colecciones de plantas.

Este museo se construyó con unity3D bajo la especificación del estándar WebGL, que brinda una mayor inmersión, sus mecánicas simulan un videojuego, donde el usuario se puede desplazar por un entorno 3D, cuenta con un conjunto de edificios (Monocotiledóneas y dicotiledóneas), además de una recepción y un ascensor para ir a cada uno de los pisos y visitar las diferentes colecciones. Las salas cuentan con una exposición de cinco especies cargadas aleatoriamente, que se muestran en cuadros de las paredes del sitio. Cada sala de exposición tiene información sobre la colección que allí se encuentra. El museo se alimenta con la información que se encuentra en la base de datos, cuenta con una sala de chats para que los usuarios puedan comunicarse y compartir información.

Este sistema tuvo como propósito despertar el interés de la comunidad estudiantil, sobre el tema de los herbarios mediante la incorporación de un sistema 3D, para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje convirtiendo esta labor en una tarea dinámica e interactiva.

- Desarrollar un subsistema administrativo que gestione el control de la información de las diferentes instituciones.

Este subsistema permitió mostrar la información básica de la institución, pues contiene un menú principal donde se visualizan: misión, visión y enlace a cada sistema construido como es el museo y el sistema de información.

- Realizar la prueba piloto en el herbario de la Universidad del Quindío - HUQ.

La plataforma se subió en un servidor, para que el personal herbario de la Universidad del Quindío - HUQ pudiera utilizarla.

En relación con otros herbarios digitales consultados, como el Jardín Botánico de Nueva York y el del Instituto Sinchi, entre otros, se evidencia que además de administrar las diferentes especies y almacenarlas digitalmente para su conservación y fácil acceso desde la web, esta plataforma cuenta con un museo virtual donde se utilizó el concepto de *gamificación* para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje de forma didáctica.

La plataforma ha sido desarrollada con los actuales estándares de programación WEB, JavaScript, DOM, jQuery, WebGL, lo que le permite preservarse en el tiempo, ya que estas tecnologías son de desarrollo común entre las diferentes plataformas que publican contenidos en la web.

La plataforma en sí es compleja en su estructura pues está conformada por varios subsistemas, sin embargo, cada uno de estos de manera independiente, cumple con la característica de modularidad, lo que permite que cada subsistema pueda ser reutilizado de manera independiente.

5. CONCLUSIONES

El proceso de ingeniería de requisitos en su aspecto de análisis de contexto reveló la ausencia de plataformas web concebidas para la gestión de colecciones botánicas que integrasen los componentes administrativos, de sistema de información y de museo virtual. La posterior revisión y evaluación de los desarrollos existentes permitió verificar esta impresión inicial, estableciendo una serie de requisitos no provistos por los distintos entornos. A fin de resolver estas limitaciones, se propuso, diseñó e implementó el entorno descrito en este trabajo. Una vez terminada la implementación, se establecen las siguientes conclusiones sobre el trabajo:

Dado que el desarrollo realizado hizo un uso intensivo de la ingeniería de software basada en componentes, se permite concluir que la evaluación de éstos debe centrarse en medir su utilidad, calidad, eficiencia y eficacia. El significado de estas cualidades depende de los componentes utilizados o desarrollados y de su ámbito de la aplicación. En el caso de la plataforma web para colecciones botánicas, la calidad se evalúa mediante el cumplimiento de una serie de propiedades inherentes a la calidad del software en general, como son: correctitud, completitud y consistencia. En lo referente a la utilidad, un componente se considera beneficioso si permite utilizarse como parte de la capa de usuario o como parte de la funcionalidad en el dominio del problema. La eficiencia y la eficacia se podrían resumir con la frase de Craig Larman: “hacer lo correcto y hacerlo correcto”, es decir, tener la capacidad de alcanzar un propósito de la mejor manera posible; en el caso del trabajo realizado, la capacidad de proporcionar un entorno para la gestión integral de colecciones botánicas.

El uso de la tecnología en el campo de la botánica y particularmente en los herbarios, se constituye en un avance considerable en términos de acceso y disponibilidad de la información,

permitiendo tanto la consulta vía web como la visualización de las diferentes colecciones biológicas a la comunidad en general, ampliando el conocimiento en torno al tema botánico y ambiental.

La digitalización de colecciones botánicas, se ha convertido en la respuesta a las diferentes problemáticas a las que se enfrentan actualmente los herbarios, entre las que se enumeran la deficiente infraestructura para albergar los especímenes, la escasa y en ocasiones costosa maquinaria y equipos disponibles para el adecuado mantenimiento, la falta de capacitación técnica del personal de apoyo en las labores de conservación de los mismos, entre otras; pues permite que las especies se conserven digitalmente en óptimas condiciones para su estudio, proporcionando a su vez acceso a los datos de recogida asociados a estos.

La utilización de nuevas herramientas tecnológicas como es el caso de los motores de videojuegos enfocados a las diferentes áreas del conocimiento, particularmente en la botánica, contribuyó en el desarrollo del proyecto, dándole un enfoque interactivo y de mayor inmersión para los usuarios, como se refleja en el presente museo virtual desarrollado para el herbario Universidad del Quindío – HUQ, generando nuevos métodos de consultar y aprender sobre botánica.

La utilización de un motor de videojuegos tan versátil como unity3D brinda la posibilidad de exportar el proyecto a diferentes tecnologías como lo es la Realidad Virtual, permitiendo mayor usabilidad y compatibilidad entre diferentes plataformas y logrando realizar tareas específicas con seguridad, efectividad y productividad, cumpliendo con la calidad requerida para satisfacer las necesidades de la Universidad del Quindío, y facilitando la interacción de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible de los usuarios finales con la aplicación.

Al aplicar la metodología ICONIX en el desarrollo de software, se pudo apreciar ampliamente la parte más importante y sobre la cual se fundamenta un sistema de información, siendo esta la correcta identificación, análisis y redacción de los casos de uso, lo que permitió cerrar la funcionalidad y el diseño de la aplicación con el suficiente detalle para llevar a cabo la implementación de los tres sistemas que integran la plataforma web, eliminando las posibles ambigüedades en la recolección de los requerimientos, para lo cual se aplicaron algunas directrices propuestas por ICONIX que facilitaron la ejecución de esta tarea, y mediante los diagramas de robustez se optimizó la identificación de objetos, interfaces, entidades y controles presentes en los requerimientos y que satisfacen las necesidades iniciales del Herbario de la Universidad del Quindío – HUQ.

Puesto que la base de cualquier sistema desarrollado depende en gran medida de la fase de ingeniería de requerimientos, se pudo comprobar que dicha fase exige aplicar un método en el cual estén presentes pasos como:

1. La obtención de información sobre el contexto del problema y el estudio del estado del arte de la cuestión.
2. Cumplido el paso anterior y con base en las lecciones aprendidas, deben prepararse sesiones de obtención de requisitos y paralelamente determinar cuáles de ellos son implementables y cuáles no.
3. El paso anterior debe dar lugar a sistematizar la información sobre requisitos obtenida, en forma de objetivos de sistema que pueden especificarse mediante diagramas de casos de uso.
4. Con la recopilación hecha hasta aquí, se pueden identificar y clasificar los requisitos funcionales, de información y los no funcionales.

5. Finalmente debe priorizarse y especificarse mediante un cronograma la priorización de los objetivos y actividades.

Al realizar el proceso de integración de la plataforma, los nuevos protocolos y estándares para intercambiar datos entre aplicaciones como es el caso de JSON, permitieron y facilitaron la comunicación de dos herramientas de desarrollo diferentes tales como unity3D y laravel.

La utilización de servicios web para este caso JSON dentro de la plataforma web, proporcionó grandes ventajas entre las que se cuentan la obtener información de sistema de información sin modificar sus clases y modelo de negocio, además de brindó la posibilidad de crear módulos que se alimenten de estos servicios web del sistema de información, gracias a que es posible incluir fotos, audio, vídeo, y otros ficheros, facilitando las transferencias de estructura, formato y datos.

En los procesos de desarrollo ágil como en este caso ICONIX, los cambios que quiera realizar el cliente van a tener un menor impacto, ya que las entregas del proyecto se realizan en pequeños intervalos y si el cliente quiere cambiar algún avance, solo se habrá perdido unas semanas de trabajo. Con los procesos de desarrollo tradicionales las entregas al cliente se realizan cuando la aplicación se ha desarrollado en una gran parte, lo que significa que cualquier cambio hecho por el cliente, conlleva a la pérdida de mucho tiempo.

Si bien UML proporciona una gran variedad de artefactos para especificar la parte estática y dinámica de cualquier sistema, no necesariamente todas estas herramientas son necesarias para lograr comunicar la implementación y la arquitectura que se requiere. En el caso de la plataforma web para colecciones botánicas solo fue necesario utilizar los diagramas de clases, robustez,

actividades y casos de usos, para definir de manera ágil una visión de implementación incremental.

Distintos campos de investigación, educación y empresariales están haciendo uso intensivo de tecnología enfocadas a la realidad virtual, gracias a que se han posicionado como herramientas tecnológicas que posibilitan el acceso a información salvando barreras económicas y de acceso.

Como se pudo referenciar, son numerosos los proyectos encaminados a desarrollar aplicaciones que hacen uso de esta mediación tecnológica en diferentes contextos que van desde enciclopedias digitales, pasando por museos hasta aulas virtuales.

Las estructuras de datos usadas en el museo virtual para representar los obstáculos y morfología del escenario fueron adecuadas, ya que permiten que el algoritmo de búsqueda de rutas en el escenario funcione sólo con definir los límites del escenario y los objetos que lo conforman.

El algoritmo dijkstra se adaptó al museo virtual de manera exitosa y se comprobó que permite obtener soluciones con un tiempo de respuesta suficientemente adecuado para entornos en tiempo real como los videojuegos, motivo por el cual es frecuentemente usado en los mismos.

6. RECOMENDACIONES

Para futuros proyectos que involucren *gamificación*, se debe contar con un equipo interdisciplinar (ingenieros de sistemas, diseñadores, ingenieros de sonido, entre otros) para lograr una adecuada relación entre y así asegurar una mayor inmersión en la aplicación, consistente en la correcta vinculación de conceptos, directrices, metodología, procedimientos, datos y organización, lo que influye en el consecuente incremento de la efectividad del desarrollo tanto en términos cuantitativos como cualitativos.

El campo de la estadística, específicamente la minería de datos se convierte en un aliado potencial en proyectos de esta índole y particularmente en el área de la botánica, brindando información característica de una especie en concreto y su sector de recolección.

El área de los juegos pervasivos proporciona una interesante oportunidad para crear museos virtuales con un mayor impacto en un público objetivo, permitiendo despertar un mayor interés para este tipo de productos, pues con sus innovadoras formas de proporcionar la dinámica de juego, amplía el nivel de interactividad que puede obtenerse de los sistemas tradicionales y el diseño de interfaces que permitan crear nuevas realidades, universos paralelos y escenarios virtuales, alimentando la imaginación de mentes ávidas de aventuras y experiencias lúdicas cada vez más complejas, construyendo camino hacia nuevas tecnologías que día a día se abren paso en el mundo de la informática.

Se sugiere, dentro del equipo de desarrollo de un juego serio, la participación activa de una persona que tenga un amplio conocimiento en la mecánica de los videojuegos, para lograr una mejor orientación en el proceso del diseño de la aplicación.

En el desarrollo de museos virtuales y entornos interactivos se debe procurar diversificar las formas de representar los contenidos, como por ejemplo: videos, audios, animaciones, entre otras para que los estudiantes tengan recursos adicionales para su aprendizaje.

7. BIBLIOGRAFÍA

Alcolado Menendez, P., Chaviano de Armas, L., & Bidart Cisneros, L. (2014). Red cubana de la ciencia. Obtenido de http://www.redciencia.cu/cienciacu_en/documentos/diversidad.pdf

Botanical Resource Center. (03 de 07 de 2011). The Fairchild Tropical Garden. Obtenido de <http://www.virtualherbarium.org/>

Cabral, E. L. (s.f.). Introducción al estudio de las Angiospermas. Obtenido de <http://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/3-Introduccion%20a%20las%20Angiospermas.pdf>

Carrero, D. (13 de Abril de 2005). Filezilla Server. Obtenido de www.desarrolloweb.com/articulos/1943.php

Cátedra Ocampo. (24 de Abril de 2015). Definiciones de Sketch, Mockup, Wireframe y Prototipo. Obtenido de <http://catedraocampo.com.ar/diferencias-entre-sketch-mockup-wireframe-y-prototipo/>

Cendejas Valdéz , J., Ordoñez Toledo, O., Ferreira Medina, H., Carlos Arturo , V., & Rosano Ortega, G. (s.f.). Renderizado de recorridos virtuales de modelos tridimensionales para su aplicación en la educacion superior. Universidad Tecnológica de Morelia, 1-2.

Crytek GmbH. . (2 de Mayo de 2002). Cryengine. Obtenido de <https://www.cryengine.com>

Eguiluz, J. (2006). Introducción a CSS. Obtenido de <https://librosweb.es/libro/css>

Epic Games. (12 de Agosto de 2004). Unreal Engine. Obtenido de <https://www.unrealengine.com/what-is-unreal-engine-4>

Esenthel Engine. (2 de Mayo de 2000). Esenthel. Obtenido de <http://www.esenthel.com/?id=info>

Faúndez, L., Gajardo, R., Macaya, J., Ramírez, C., & Teillier, S. (12 de Julio de 2007). Chloris chilensis revista chilena de flora y vegetación. Obtenido de <http://www.chlorischile.cl/>

Fuertes Castro, J., & Loïc Martínez, N. (2007). Accesibilidad Web. Trans, 137-138.

Fundación Oswaldo Cruz. (2005). Biodiversidad y colecciones científicas. Revista Chilena de Historia Natural, 341-342. Obtenido de <http://portal.fiocruz.br/es/content/colecciones-biológicas>

Garrido Gómez, R., & Fernández Weigand, G. (2010). Plantas Angiospermas y Gimnospermas.

Obtenido de

http://www.botanipedia.org/index.php?title=PLANTAS_ANGIOSPERMAS_Y_GIMNOSPERMAS

Gauchat, J. (2012). El gran libro HTML y CSS. Barcelona: Marcombo S.A.

Gómez Mont, C. (2013). Los museos virtuales como espacios para el aprendizaje. Virtualis, 38-39.

González, C. (3 de Mayo de 2015). Espermatófitas. Obtenido de <http://www.botanica.cnba.uba.ar/Pakete/3er/Vegetales/6666/Espermatofitas.html>

González, C. (2 de Agosto de 2004). Monocotiledóneas y Dicotiledóneas. Obtenido de <http://www.botanica.cnba.uba.ar/Pakete/3er/Vegetales/6666/MonocotiledoneasyDicotiledoneas.html>

Google Open Gallery. (17 de Diciembre de 2013). Open Gallery. Obtenido de www.google.com/opengallery

Hassan Montero, Y. (2003). NSU. Obtenido de http://www.nosolousabilidad.com/articulos/introduccion_usabilidad.htm

Ietzira. (s.f.). Yetzira Museo Virtual De Arte Contemporaneo Judío. Obtenido de

<http://www.yetzira.com/>

Ingeniería y Soluciones Informáticas. (2003). Reproducción de museos y salas de arte virtuales.

Obtenido de <http://www.isoin.net/vr/vr-nueva-4.htm>

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. (11 de 10 de 2005). Investigación científica para el desarrollo sostenible de la Amazonía Colombiana. Recuperado el 21 de 04 de 2015, de <http://www.sinchi.org.co/index.php/historial/1579-biologos-colombianos-alertan-sobre-necesidad-de-incrementar-el-conocimiento-de-la-flora-de-las-areas-protegidas-de-la-amazonia>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (s.f. de s.f. de 2014). Colecciones Biológicas. Obtenido de <http://www.humboldt.org.co/es/>

Jardín Botánico de Bogotá. (s.f.). Obtenido de <http://coleccion.jbb.gov.co/herbario/site/index>

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. (04 de Marzo de 2015). Jardín Botánico José Celestino Mutis. Obtenido de <http://coleccion.jbb.gov.co/herbario/>

Jardín Botánico de Medellín. (s.f.). Jardín Botánico de Medellín. Obtenido de <http://www.botanicomedellin.org/servicios/area-cientifica/herbario>

Jardín Botánico José Celestino Mutis. (12 de 07 de 2015). Jardín Botánico José Celestino Mutis. Obtenido de <http://coleccion.jbb.gov.co/herbario/site/index>

Lamarca Lapuente, M. (12 de Agosto de 2013). DHTML. Obtenido de <http://www.hipertexto.info/documentos/dhtml.htm>

Laura Baena Cobos. (02 de Octubre de 2003). Tratamiento de las bases de datos del herbario de la Universidad de Granada. Obtenido de <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/928/1/16080336.pdf>

León de la Luz, J. L. (3 de Junio de 2016). Herbario HCIB. Obtenido de <http://www.cibnor.mx/investigacion/colecciones-biologicas/herbario-hcib/ique-es-un-herbario>

López Marín, L., Méndez Rodríguez, E., & Sorli Rojo, Á. (2014). Evaluación de la accesibilidad y usabilidad de los sitios web de las bibliotecas públicas catalanas. Obtenido de http://repositoriocdpd.net:8080/bitstream/handle/123456789/471/Art_LopezMarinL_EvaluacionAccesibilidadUsabilidad_2002.pdf?sequence=1

Martínez, R. (2 de Octubre de 2010). Sobre PostgreSQL. Obtenido de http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql

Microsoft. (2 de Junio de 2016). Introducción al lenguaje C# y .NET Framework. Obtenido de <https://msdn.microsoft.com/es-co/library/z1zx9t92.aspx>

Missouri Botanical Garden. (7 de Diciembre de 2011). Missouri Botanical Garden. Obtenido de <http://www.missouribotanicalgarden.org>

Museum Box. (14 de Enero de 2013). Museum Box. Obtenido de <http://museumbox.e2bn.org>

Naciones Unidas. (22 de Mayo de 2016). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Obtenido de <http://www.humboldt.org.co/es/>

Naciones Unidas. (22 de 05 de 2016). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Obtenido de <http://www.un.org/es/events/biodiversityday/convention.shtml>

O'Grady, S. (19 de Febrero de 2016). Las clasificaciones de lenguaje de programación de RedMonk. Obtenido de <http://redmonk.com/sogrady/2016/02/19/language-rankings-1-16/>

Organización para Estudios Tropicales. (04 de 08 de 2013). La selva Florula Digital. Obtenido de <http://sura.ots.ac.cr/florula>

Otto, M., & Thornton, J. (2006). Bootstrap 3, el manual oficial. Obtenido de http://librosweb.es/libro/bootstrap_3/

People Art factory. (5 de Marzo de 2014). PeopleArt factory. Obtenido de <http://peopleartfactory.com>

Pérez Díaz, A., Javier Díaz, J., Ruíz, A., López, A., & Alacid, A. (12 de Septiembre de 2003). PHP. Obtenido de <http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=Encyclopedia&op=content&tid=767>

Pérez, G., Supparo, R., Haber, A., & Faragó, P. (2016). Muva Museo Virtual De Artes El Pais. Obtenido de <http://www.elpais.com.uy/Alianzas/muva.html>

Potencier, F., & Zaninotto, F. (2006). Symfony 1.0, la guía definitiva. Obtenido de http://librosweb.es/libro/symfony_1_0/capitulo_11/json.html

Real Academia Española. (2016). Colección. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=9kNsBXU>

Saatchi Art. (2 de Agosto de 2012). Saatchi Art. Obtenido de www.saatchiart.com

Saavedra Viollo, P. (2 de Noviembre de 2004). ¿Qué es la Usabilidad? Obtenido de <http://www.guiadigital.gob.cl/articulo/que-es-la-usabilidad>

Sabbatini, M. (2003). Centros de Ciencia y Museos Científicos Virtuales. Obtenido de http://museosvirtuales.azc.uam.mx/sistema-de-museos-virtuales/sinapsis/museos_cientificos_virtuales.html#01

Safe Creative. (2011). Virtual Gallery. Obtenido de <https://www.virtualgallery.com>

Sangucho Cueva, V. M. (2 de Febrero de 2015). Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniería de sistemas.

ShiVa Technologies SAS. (21 de Diciembre de 2013). Shiva. Obtenido de <http://www.shiva-engine.com>

SIB Colombia. (02 de 02 de 2015). Catálogo de la biodiversidad de Colombia. Obtenido de <http://www.sibcolombia.net>

Talavera Lozano, S. (2004). *Taxonomía Vegetal*. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana.

The Game Creators Ltd. (Noviembre de 1999). *Game-Guru*. Obtenido de <https://www.game-guru.com>

The New York Botanical Garden. (2004). Obtenido de The virtual Herbarium: <http://sciweb.nybg.org/science2/VirtualHerbarium.asp>

Unity Technologies. (30 de Mayo de 2005). Un editor altamente flexible y con múltiples prestaciones. Obtenido de <https://unity3d.com/es/unity/editor>

Universidad Católica de Oriente. (05 de 05 de 2015). Catálogo virtual ilustrado de la flora del oriente antioqueño. Obtenido de <http://www.uco.edu.co/flor>

Universidad de Alicante. (s.f.). Accesibilidad Web. Obtenido de <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es>

Universidad de Barcelona. (s.f.). Cedocbiv Parc Científic De Barcelona. Obtenido de <http://www.pcb.ub.es>

Universidad de La Salle. (23 de Agosto de 2014). Museo de la Salle. Obtenido de <http://museo.lasalle.edu.co/index.php/miercoles-del-museo>

Universidad del Quindío. (26 de Abril de 2013). La economía de la Uniquindío. Obtenido de http://econoquindio.blogspot.com.co/2013_04_01_archive.html

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2003). Manejo de recursos naturales y energéticos. Obtenido de <http://datateca.unad.edu.co/>

Universidad Nacional de Colombia. (s.f de s.f de 2004). Colecciones en Línea Bogotá, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Obtenido de <http://www.biovirtual.unal.edu.co>

Vargas Jiménez, D., & Otero, J. (2015). Desarrollo e Implementación de Recorridos 360° en portales Joomla. *Scientia et Technica Año XX*, Vol. 20, 61-62.

Vélez Gavilán, J., & Duane A. , K. (2014). Evolución de los herbarios. Obtenido de Evolución de los herbarios: <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/Content/documentation/poster-jvg-brahmsMAPR-2014.pdf>

WebGL Working Group. (3 de Marzo de 2011). Learning WebGL . Obtenido de http://learningwebgl.com/blog/?page_id=1217

8. ANEXOS

Proceso de ejemplares para almacenamiento

1. Introducción

Un ejemplar botánico es una planta prensada, secada, etiquetada y montada en una cartulina para uso futuro. Todas las plantas entregadas a un herbario para su identificación o conservación deben ser preparadas según ciertos criterios para facilitar su trabajo. Este material de referencia además puede ayudar a la consolidación de proyectos en temas diversos.

Un herbario es un buen lugar para empezar a intentar identificar plantas, puesto que allí además de especialistas en familias hay literatura adecuada para tal fin. El herbario HUQ de la Universidad del Quindío tiene las mejores y más representativas colecciones de plantas de la región cafetera colombiana.

Recolección en campo

La recolecta y preparación de ejemplares botánicos tal como lo muestra la figura 48, debe incluir los siguientes factores:

- Condiciones ideales para la recolecta de ejemplares. Las mejores muestras son aquellas plantas que tienen estructuras fértiles (flores y/o frutos), además de las partes vegetativas (hojas, ramas). Se toman fragmentos de 30 a 40 cm de tamaño que incluyan dichos órganos.
- Reporte de la ubicación geográfica y medio donde se colecta el ejemplar. Ej.: nombre del sitio, vereda, finca, municipio, altitud, coordenadas geográficas, etc. Y el lugar donde se obtuvo la planta, si al borde de bosque, quebrada o río.

- Cantidad de muestras. Siempre se debe tomar más de una muestra y distribuir copias a otros herbarios, por inconvenientes que pueden ocurrir en el manejo de las colecciones o incendios o guerras.



Figura 48 Recolectar ejemplar

El prensado y secado de ejemplares botánicos

En la figura 49, se visualiza la forma adecuada de preparación de ejemplares para asegurar que están completos y bien presentados. Prensar los ejemplares inmediatamente al recolectarlos da los mejores resultados y evitar que las hojas queden dobladas o superpuestas.



Figura 49 Ejemplar

Cada ejemplar debe tener un tallo con hojas aún adheridas, frutos y flores, pues son críticos para su identificación, esto hace la diferencia entre una planta exitosamente identificada y un ejemplar sin mucha utilidad. Las raíces son de utilidad, con plantas pequeñas, siempre deben ser incluidas.

Se debe adaptar el tamaño del ejemplar a la medida del tamaño de una hoja de papel periódico doblada a la mitad, cuando el fruto es muy carnoso se debe recortar con un bisturí para que no haya problemas de hongos y para facilitar su secado. Se puede observar en la figura 50, la forma correcta de poner las hojas de las plantas mostrando las dos vistas, haz y envés. La hoja de papel periódico se numera para posterior seguimiento e identificación.



Figura 50 Preparación de ejemplar

A continuación, los ejemplares de plantas se prensan, la cual consta de un armazón de hierro o madera, láminas de zinc corrugado, hojas de papel absorbente generalmente periódico o cartulina o cartón y cadenas o correas para hacer mayor presión y tener firmemente apretados los ejemplares. Tal como lo evidencia la figura 51, el objetivo de mantener las plantas prensadas es

producir un ejemplar fácil de almacenar totalmente plano, sin arrugas y para extraerle la humedad rápidamente.



Figura 51 Prensa

Las plantas deben estar completamente secas antes de almacenarlas o montarlas. Esto se logra incluyendo las prensas con las muestras en un horno entre 40 y 60°C durante 24 a 48 horas dependiendo del grosor o carnosidad de los ejemplares.

Montaje

El ejemplar requiere determinados elementos para su montaje, así como lo muestra la figura 52, se utiliza una hoja de cartulina con dimensiones de 30 x 40 cm, con una etiqueta de identificación de 9 x 12 cm ubicada en la parte inferior derecha. A este se le coloca un sello con el número de secuencia del herbario. Todos los ejemplares de una misma especie son guardados en camisas de cartulina con dimensiones (60x40 cm).



Figura 52 Materiales

Determinación de ejemplares

La identificación de ejemplares de plantas requiere una inversión de tiempo y esfuerzo considerable. Es importante estar familiarizado con la literatura sobre una región y los grupos taxonómicos respectivos para lograr identificaciones de manera confiable. Datos que se puede proporcionar en la etiqueta como nombre común, origen de la planta, etc. facilitará su identificación y reducirá el tiempo requerido en el herbario. Se puede encontrar que con buena literatura y un poco de conocimiento, se logra identificar una planta por sí mismo. No siempre se logra identificar una planta hasta especie, en ocasiones solo se llega a la familia o género, esto se debe a la carencia de revisiones taxonómicas de ellas.

Etiquetas de ejemplares

Una etiqueta tiene información sobre la misma planta, su ubicación y el medio donde se desarrolla. La información de la etiqueta debe ser precisa, tal como lo refleja la figura 55 donde se pueden visualizar los elementos más importantes:

	Nombre familia
Nombre del Herbario	
Nombre Científico.	
Determinador, fecha, acrónimo Herbario.	
Caracteres de la planta que se pierden en el secado.	
Localización país, depto, municipio, vereda, finca, etc.	
Altitud.	Fecha.
Nº Colector	
Nombres de Colectores.	

Figura 54 Etiqueta

Almacenamiento de ejemplares

Todos los ejemplares después de ser identificados son organizados alfabéticamente o por algún sistema de clasificación, se colocan en camisas para ser guardados en los armarios de la sala, la cual debe tener las siguientes características: Humedad relativa de 40%, temperatura 16 - 18°C, sellamiento hermético para el control de plagas, entre otras.