



Universidad del Azuay

Departamento de Posgrados

Maestría en Diseño Multimedia

La información científica al alcance de todos: una
propuesta digital interactiva con plantas del austro
ecuatoriano

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Master en Diseño Multimedia

Autora: DIS. María Isabel Alvarado Cordero

Director: M.B.A. Juan Carlos Pauta Ortiz

Cuenca – Ecuador

2016

Dedicatoria

A mi esposo Gustavo,
por ser mi apoyo incondicional cada día,
por creer en mí y por ser quien me ha
impulsado durante toda mi carrera.

Agradecimientos

Al Herbario Azuay, en la persona de Danilo Minga, por la información y fotografías indispensables para este proyecto.

A mi director de tesis Juan Carlos Pauta, y a Katherine Ortiz por su valiosa ayuda y guía.

A Felipe Quezada por su trabajo en la programación del sistema e información técnica.

A mis padres por toda su ayuda y apoyo.
A mis hijos Ariana y Daniel por su cariño, paciencia y comprensión.

Mi agradecimiento sincero a todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo.

Índice de contenidos

Dedicatoria	II
Agradecimientos	III
Índice de contenidos	IV
Índice de tablas	VI
Índice de figuras	VII
Resumen	IX
Abstract	X
Introducción	1
Objetivos	2
1. ETAPA 1: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	3
1.1 El Herbario Azuay	3
1.2 Requerimientos generales del Herbario Azuay	3
1.3 Segmentación del usuario	5
1.3.1 Encuesta	6
1.3.2 Método de muestreo	6
1.3.3 Diseño del cuestionario	7
1.3.4 Análisis de resultados	11
1.3.5 Resultados según los objetivos de la encuesta	16
1.3.6 Entrevistas de validación de resultados	17
1.3.6.1 Resultados	18
1.3.6.2 Conclusiones	20
1.4 Objetivos del sistema	20
1.5 Análisis de técnicas de visualización	22
1.5.1 Técnicas y herramientas para Visualización de Información y Visualización de Datos	23
2. ETAPA 2: ESPECIFICACIÓN	28
2.1 Alcances del sistema	28
2.2 Arquitectura de la aplicación	29
2.3 Software e instrumentos técnicos	29
2.3.1 Software para capa de presentación	29
2.3.1.1 Selección de herramientas de visualización	32
2.3.2 Software para la capa de lógica de negocio	36
2.3.3 Software para la capa de datos	37
3. ETAPA 3: DISEÑO	39
3.1 Arquitectura de la información	39
3.2 Diseño de interacción	40
3.3 Manejo de errores	44
3.4 Lenguaje	44

3.5 Modelos conceptuales	45
3.6 Diseño de interfaz	45
3.7 Wireframe.....	46
3.8 Manejo del color.....	48
3.9 Guía de estilo	51
3.9.1 Aplicación del color	51
3.9.2 Tipografía.....	52
3.9.3 Elementos gráficos	53
3.10 Identidad de marca.....	54
4. ETAPA 4: DESARROLLO	55
4.1 Dominio	55
4.2 Visualización de la aplicación en diferentes dispositivos	55
4.3 Funciones generales de la aplicación SIVI.....	57
4.4 Aplicación SIVI en funcionamiento y funciones específicas.....	58
4.4.1 Clasificación	58
4.4.2 Apariencia	60
4.4.3 Ubicación.....	61
4.4.4 Altitud.....	62
4.4.5 Glosario.....	64
4.5 Pruebas de usabilidad.....	64
4.5.1 Primer test con tres usuarios	65
4.5.2 Segundo test con tres usuarios	67
5. CONCLUSIONES	70
6. RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

Índice de tablas

Tabla 1. Segmentación de usuario	5
Tabla 2. Análisis de técnicas de Visualización de Información	24
Tabla 3. Análisis de técnicas de Visualización de Datos	25
Tabla 4. División de la base de datos según apartados, tipo de datos y técnica de visualización elegida.....	26
Tabla 5. Características de la retícula fluida de Bootstrap en los diferentes tipos de dispositivos	32
Tabla 6. Herramientas de visualización según los apartados y tipo de datos.....	35
Tabla 7. Relación de dependencia de los software en la aplicación	38

Índice de figuras

Figura 1. Encuesta en línea	8
Figura 2. Anverso hoja de cuestionario	9
Figura 3. Reverso hoja de cuestionario	10
Figura 4. Rangos de edad de todos los encuestados	11
Figura 5. Porcentaje de todos los encuestados según el sexo	12
Figura 6. Porcentaje de todos los encuestados según el nivel más alto de educación recibida	12
Figura 7. Porcentajes de frecuencia de uso de internet de todos los encuestados	13
Figura 8. Porcentaje de dificultad en el uso de internet de todos los encuestados	13
Figura 9. Porcentaje del nivel de conocimiento sobre botánica de todos los encuestados	14
Figura 10. Porcentajes de nivel de interés en conocer sobre la flora del Cajas en todos los encuestados	14
Figura 11. Porcentajes del nivel de interés en los temas relativos a la flora del Cajas mostrado por todos los encuestados	15
Figura 12. Esquema de la técnica de Empaquetado de círculos	27
Figura 13. Esquema de arquitectura a tres capas	29
Figura 14. Captura de pantalla acerca de las búsquedas de <i>frameworks</i> responsivos realizada en Google Trends el 6 de diciembre de 2015 .	31
Figura 15. Estructura de la aplicación web	39
Figura 16. Diseño de interacción	41
Figura 17. Esqueleto de la aplicación	47
Figura 18. Columnas de grilla Bootstrap	47
Figura 19. Elección de colores tomados del portal de la Universidad del Azuay	49
Figura 20. Aplicación de la grilla Bootstrap al diseño de interfaz de la aplicación	50
Figura 21. Diseño de interfaz de la aplicación	50
Figura 22. Visualización de la aplicación en una laptop con pantalla MDPI 1280 px * 800 px	56
Figura 23. Visualización de la aplicación en un iPad mini pantalla de 1024 px * 768 px	56
Figura 24. Visualización de la aplicación en un Iphone 4 pantalla de 480 px * 320 px	56
Figura 25. Funciones generales de la aplicación SIVI	57
Figura 26. Ejemplo de búsqueda por clasificación	58
Figura 27. Detalle de cuadro de información al seleccionar una especie en el apartado clasificación	59
Figura 28. Ejemplo de detalle de lista desplegable de familia en el apartado clasificación	59

Figura 29. Ejemplo de detalle de listas desplegables de género en el apartado clasificación	59
Figura 30. Ejemplo de búsqueda por apariencia.....	60
Figura 31. Detalle de lista desplegable por tipo de planta en el apartado de apariencia	60
Figura 32. Ejemplo de búsqueda por ubicación	61
Figura 33. Detalle de lista desplegable por parroquia en apartado ubicación	61
Figura 34. Detalle de cuadro de información al seleccionar un marcador en el apartado ubicación	62
Figura 35. Ejemplo de búsqueda por altitud	62
Figura 36. Detalle de selección de área para acercar en apartado altitud	63
Figura 37. Ejemplo de resultado al realizar un acercamiento en apartado altitud	63
Figura 38. Ejemplo de consulta en el glosario.....	64
Figura 39. Captura de pantalla letras inferiores de logotipo SIVI poco legibles	66
Figura 40. Captura de pantalla letras inferiores de logotipo SIVI modificadas ..	66
Figura 41. Captura de pantalla texto en cuadro de búsqueda poco comprensible	66
Figura 42. Captura de pantalla texto de cuadro de búsqueda corregido e incorporación de tool tip	66
Figura 43. Captura de pantalla texto de ayuda poco legible.....	67
Figura 44. Captura de pantalla con cambio en fondo y tipografía de cuadro de ayuda con mensaje de campo opcional	67
Figura 45. Captura de pantalla de palabra duplicada	67
Figura 46. Captura de pantalla de mensaje para acercamiento en resultados de altitud	68
Figura 47. Captura de pantalla de boton para glosario.....	68
Figura 48. Captura de pantalla de buscador alfabético en glosario	69

Resumen

La imagen se puede utilizar como una herramienta eficaz para el aprendizaje, que aprovecha la capacidad del cerebro humano para asimilar información a través de la vista. Las disciplinas de Visualización de Información y Visualización de Datos, por su parte, constituyen medios importantes de comunicación y mejor asimilación de grandes cantidades de datos. En este trabajo, se creó una herramienta que aproxime a personas no especializadas a comprender fácilmente información científica con herramientas de visualización. Para el efecto, se realizó una exploración de necesidades en posibles interesados entre estudiantes y profesionales diversos con un grupo control; luego, se analizó las técnicas más adecuadas para el tipo de datos y las tareas que puede ejecutar el usuario; y, finalmente, se definió las herramientas para crear una aplicación accesible para la web. En este proceso se utilizó una metodología de diseño centrado en el usuario y se diseñó una interfaz que permita el acceso a la información de la colección de plantas del Parque Nacional Cajas, del Herbario Azuay (Universidad del Azuay), facilitando su difusión hacia la colectividad.

Palabras clave

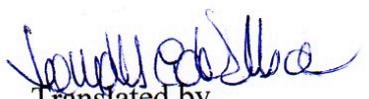
Visualización de Información, Visualización de Datos, diseño centrado en el usuario, usabilidad, diseño de interfaz, Parque Nacional Cajas, Herbario Azuay

ABSTRACT

Image can be used as an effective tool for learning, which benefits from the capability of the human brain to absorb information through sight. The disciplines of Information Visualization and Data Visualization are important means of communication and of better assimilation of large amounts of data. Through this research paper, a tool to help non-specialists to readily understand scientific information by means of visualization tools was created. For this purpose, a survey of needs was conducted with a control group among students and professionals potentially interested in the subject. Then, the most appropriate techniques for the type of data and tasks that the user can execute were analyzed. Finally, the tools to create an accessible application for the web were defined. The design methodology used throughout this process was user-centered. An interface was designed to allow access to the information of the collection of plants from *El Cajas National Park* at the Herbarium Azuay (*Universidad del Azuay*) aimed at facilitating their dissemination to the community.

Keywords: Information Visualization, Data Visualization, User-Centered Design, Usability, Interface Design, *El Cajas National Park*, Herbarium Azuay.




Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Introducción

Innumerables disciplinas y campos de estudio requieren de la recolección de datos para su análisis, para su estudio y, en muchos casos, para la toma de decisiones; estos datos pueden llegar a tener grandes proporciones y su exploración puede resultar en una tarea sumamente compleja.

Hacia la segunda mitad del siglo XIX con la consolidación del método gráfico, (entendido como la organización y representación de la información con un lenguaje visual), se realizan publicaciones con gráficas de datos y se reconoce este método en las agencias gubernamentales como un medio más de información. Hoy en día, con el avance de los métodos y tecnologías de representación visual, como la del ordenador, programación y diseño, es que se pueden producir representaciones gráficas interactivas utilizando grandes cantidades de datos, permitiendo una comprensión más rápida, efectiva y dinámica. Las diferentes técnicas empleadas transforman las representaciones en tiempo real permitiendo al usuario establecer patrones, estructuras y relaciones entre los datos que, en otra circunstancia, resultaría abstracta. Este desarrollo incluye la participación de disciplinas y sub-disciplinas como la Visualización de Datos y Visualización de Información, entre otras (Pontis, 2007).

Tanto la Visualización de Información como la Visualización de Datos tratan de representaciones visuales de datos que utilizan algoritmos para ser creadas, se pueden generar nuevamente con diferentes datos, no se prioriza el aspecto estético al mostrar la información y utilizan grandes volúmenes de datos. Estas visualizaciones son inicialmente diseñadas por el humano pero luego son dibujadas algorítmicamente con software para creación de cuadros, diagramas o gráficos (Iliinsky & Steele, 2011).

La definición de visualización será entendida en este caso como una herramienta o método para interpretar datos alimentados en una computadora para generar imágenes desde conjuntos de datos multidimensionales complejos (Owen, 1999), o como el proceso de mapeo de información hacia representaciones visuales (Murray, 2013).

Esta tesis aplicó algunas de las herramientas y técnicas para visualización (ver el numeral 2.3.1.1) integrándolas en una sola aplicación interactiva para la web, con el objetivo de que usuarios especializados o no en botánica tengan una interfaz amigable para acceder a la información del Herbario Azuay de la Universidad del Azuay, aportando así con un instrumento que sirva para su difusión.

Objetivo general

Aportar a la difusión de la información científica del Herbario Azuay a través del uso de las herramientas y técnicas que ofrecen las disciplinas dedicadas a la creación de visualizaciones y una metodología centrada en el usuario.

Objetivos específicos

- Realizar la segmentación de usuarios de acuerdo a las colecciones de libre acceso de la flora del austro ecuatoriano mantenida en el Herbario Azuay.
- Definir y evaluar las herramientas de visualización de datos que se utilizarán para acceder a la información de las colecciones de plantas.
- Diseñar la interfaz de usuario multimedia centrada en el usuario para dar a conocer las colecciones de plantas a través de la web.
- Desarrollar e implementar la aplicación.

1. ETAPA 1: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

1.1. El Herbario Azuay

El Herbario Azuay es el Centro Regional de Investigaciones sobre Diversidad Vegetal, pertenece a la Escuela de Biología, Ecología y Gestión de la Universidad del Azuay.

Los herbarios son centros de investigación botánica donde se clasifican y mantienen colecciones de plantas secas que representan el patrimonio vegetal de una localidad, región, país, etc. Estos centros garantizan la identidad de las especies de plantas y recopilan todo tipo de información que pueda contribuir con su conservación y su aprovechamiento (Herbario Azuay, 2015).

El Herbario Azuay, en la actualidad, ha aumentado sus colecciones de 7000 en el 2009 a 11000 colecciones aproximadamente. Con 3000 especies de plantas de la flora regional pertenecientes a 200 familias botánicas ordenadas sistemáticamente. Información que se ha sistematizado en una base de datos vinculada a un Sistema de Información Geográfica. Las colecciones tienen énfasis en la cuenca del río Paute, sin embargo cuenta con la flora de bosques nativos de Azuay, Cañar, 19 bosques protectores, páramos de Nabón, jardín botánico e histórico Atocha la Lira de Ambato, bosque seco aledaño a la Refinería del Pacífico en Manta, entre otros (Herbario Azuay, 2015).

Actualmente, la información que tiene el Herbario Azuay está destinada a un público científico por lo que resulta de difícil comprensión para usuarios no especializados; se ha visto la necesidad de aumentar el impacto de esta información y dirigirla a un público menos especializado para cumplir con el objetivo de difusión del conocimiento de la flora local.

1.2 Requerimientos generales del Herbario Azuay

Para desarrollar el sistema propuesto en esta tesis, el Herbario Azuay, planteó ciertas condiciones y requerimientos:

1. Emplear las colecciones de plantas de la flora del Parque Nacional Cajas.
2. Utilizar las fotografías de plantas de propiedad del Herbario Azuay correspondiente a esta colección.
3. Utilizar la información disponible en una base de datos proporcionada por el Herbario Azuay con la colección de plantas indicada.

Luego de examinar la base de datos proporcionada, se observan los siguientes registros de información a cerca de la colección de la flora del Cajas:

- Grupo botánico
- Familia
- Género
- Especie
- Subespecie
- Fertilidad
- Común (se refiere al nombre común)
- Hábito
- Determinador
- Fecha
- Colector
- N° de colección
- Fecha
- Asistente
- Bosque
- Provincia
- Cantón
- Parroquia
- Específico
- Altitud
- Coordenadas
- Duplicados
- Uso
- Observación
- Especialista
- Donado a
- Donado por

Se realizó un análisis de toda la información disponible y se seleccionó los que se han considerado como los registros de mayor importancia para su difusión siendo estos los siguientes:

- Grupo botánico
- Familia
- Género
- Especie
- Subespecie
- Nombre común
- Hábito
- Parroquia
- Específico (se refiere a la ubicación específica)
- Altitud
- Coordenadas
- Observación (descripción de la muestra)

1.3 Segmentación del usuario

Para identificar las necesidades del usuario y desarrollar un producto que se ajuste a sus preferencias, a su perspectiva y comportamiento relativas a la aplicación, se realizó una segmentación siguiendo tres criterios: geográfico, demográfico y psicográfico.

El criterio geográfico consiste en dividir un mercado en diferentes unidades geográficas como naciones, estados, regiones, municipios, ciudades o vecindarios. El criterio demográfico divide a la población según variables demográficas como género, edad, educación, raza, ocupación, entre otros. El criterio psicográfico divide a los grupos humanos según variables como su estilo de vida, personalidad, clase social (Santoyo, 2013). En este caso, se tomó como variable del criterio psicográfico el estilo de vida de los usuarios, sobre todo su comportamiento en relación al tema de las plantas y a su relación con el uso de la web.

Siguiendo estos criterios, se elaboró un cuadro con las características que deben tener los posibles usuarios de la aplicación.

Tabla 1. Segmentación de usuario. Autora.

CRITERIOS ▶	Geográfico	Demográfico	Psicográfico
VARIABLES ▼			
Región	Personas que habitan en Ecuador, Cuenca.		
Género		Hombres y mujeres	
Edad		18 a 70 años	
Idioma		Castellano	
Educación		-Minima requerida: instrucción secundaria. -Conocimientos básicos de computación y navegación en internet.	
Ocupación		-Estudiantes de carreras afines a la botánica. -Profesiones relacionadas con las plantas.	
Estilo de vida			-Navega por internet regularmente. -Interés en las plantas, biología, botánica y afines. -Deseo de ampliar sus conocimientos sobre plantas. -Interés en herramientas tecnológicas.

Se identificaron en la ciudad de Cuenca los siguientes grupos de posibles usuarios:

1. Miembros de los clubes de jardinería de la ciudad.
2. Estudiantes de biología.

1.3.1 Encuesta

Se realizó una encuesta para alcanzar los siguientes objetivos:

- Determinar si los grupos de usuarios identificados cumplen con los requisitos básicos necesarios para utilizar la aplicación en la web.
- Identificar el nivel relativo de conocimientos de los usuarios en el área de botánica.
- Conocer el nivel de interés relativo de los grupos identificados en una aplicación como la que se propone en el proyecto.
- Conocer el nivel de interés de los usuarios de acuerdo a los registros de información disponibles en la base de datos. Cuantificando el nivel de interés en cada área.

1.3.2 Método de muestreo

Luego de haber identificado dos grupos con características diferentes, se utilizó el método de Muestreo Estratificado, puesto que constituye un tipo de muestreo probabilístico que utiliza variables de estratificación (como edad, estado civil, etc.) para dividir a la población en grupos homogéneos de elementos. Con este método, no es preciso seleccionar un número elevado de casos para representar al estrato. La muestra será más precisa mientras más homogéneo sea el estrato (Vivanco, 2005).

Se planteó además, la inclusión de un tercer grupo que sirva como “grupo control” formado por personas que no tengan conocimiento previo sobre plantas y que no estén relacionados con áreas de botánica o afines.

Los estratos a los cuales se aplicó la encuesta, se formaron de la siguiente manera:

1er estrato: Miembros de Clubes de Jardinería de la ciudad, identificado con las letras **CJ**.

2do estrato: Estudiantes de biología, identificado con la letra: **B**.

3er estrato: Grupo control, oficinistas, empleados municipales del área de planificación urbana de Cuenca, identificados con las letras **GC**.

1.3.3 Diseño del cuestionario

El cuestionario está formado por 10 preguntas y fue diseñado utilizando preguntas de opción múltiple, donde los encuestados deben elegir una sola respuesta entre 2 a 5 opciones. También se emplearon escalas de valoración, para asignar ponderaciones a las respuestas de los encuestados; en este caso los encuestados debían asignar un número de 1 a 4 o 5 según el caso, siendo 1 el valor más bajo de calificación y 5 el más alto. Además se utilizó la pregunta tipo Rango (del inglés *Ranking*) donde los encuestados debían ordenar por medio de valores numéricos de 1 al 6 una lista de opciones según la importancia, siendo 1 la menor valoración y 6 la mayor valoración.

El mismo cuestionario fue aplicado en los diferentes estratos y se utilizaron dos versiones, una electrónica y una versión en papel (Figuras 2 y 3).

Para el grupo de estudiantes de Biología de la Universidad del Azuay, formado por 146 personas, se obtuvo de la Universidad un listado con todos los estudiantes y sus direcciones de correo electrónico.

A través de la plataforma de encuestas en línea denominada SurveyMonkey con URL: <https://es.surveymonkey.com/> se realizó la versión electrónica de la encuesta siendo enviada a los estudiantes junto con un enlace a sus correos (Figura 1).

De 146 invitados, 40 respondieron a la encuesta en línea. Para llegar a una mayor cantidad de estudiantes, fue necesario realizar nuevamente la encuesta de manera personal, sobre papel, lo que sumó un total de 79 encuestas de los estudiantes de Biología, lo que corresponde al 54% de este estrato.



Figura 1. Encuesta en línea. (SurveyMonkey <https://es.surveymonkey.com/>)

Estrato

--	--	--	--

Encuesta Para Posibles Usuarios de una Aplicación Multimedia en la Web

Al responder este cuestionario usted contribuye a la obtención de información para crear una aplicación en la web que sirva para aprender sobre la flora del Parque Nacional Cajas.

Por favor conteste el cuestionario con sinceridad, no existen respuestas correctas o incorrectas.

Gracias!

1. Por favor indique el rango de edad en el que se encuentra

18 a 33 34 a 49 50 a 65 Mayor a 65

2. Sexo

Masculino Femenino

3. ¿Cuál es el nivel de educación más alto que ha recibido?

Primaria Secundaria Universidad Posgrado Ninguno

4. ¿Con qué frecuencia utiliza usted el servicio de internet?

Marque con un visto una sola respuesta

A diario Cada semana Cada mes Rara vez Nunca

5. ¿Cuánta dificultad le causa navegar en internet?

Marque en la escala del 1 al 5 una sola respuesta, siendo 1 ninguna dificultad y 5 mucha dificultad

1 2 3 4 5

6. Indique si es Verdadero o Falso

Dibuje un círculo alrededor de la V si considera que es verdadero o de la F si considera que es falso

La Botánica se ocupa del estudio de las plantas, su descripción, clasificación, distribución y relaciones con otros seres vivos. V F

La Botánica no estudia otros organismos como hongos y algas. V F

Estudiar las plantas es útil pero no puede ayudar al entendimiento de los cambios que se producen en el medio ambiente. V F

La Botánica se utiliza en áreas como la Biología, tecnología agraria, industria farmacéutica, explotación forestal. V F

Figura 2. Anverso hoja de cuestionario. Autora.

7. ¿Cuál considera usted que es su nivel de conocimiento sobre las plantas?*Marque con un visto una sola respuesta*

- Ningún conocimiento 1
- Conocimiento básico 2
- Conocimiento intermedio 3
- Conocimiento avanzado 4

8. En general ¿Cuánto le interesaría conocer sobre la flora del Cajas?*Marque en la escala de uno al 5, siendo 1 nada interesado y 5 muy interesado*

- 1 2 3 4 5

9. Por favor marque en la siguiente lista en orden de prioridad los temas que le interesaría conocer sobre la flora del Cajas.*Marque con números del 1 al 6 el orden de interés, siendo 1 el de mayor interés y 6 el de menor interés.*

- Nombre científico
- Altitud (a la que se encuentra una especie)
- Apariencia (imagen de una especie)
- Taxonomía (clasificación)
- Distribución geográfica (dónde crece una especie)
- Nombre común

10. ¿Existe algún otro tema que le interesaría conocer a cerca de la flora del Cajas?

¡Gracias por completar el cuestionario!

Figura 3. Reverso hoja de cuestionario. Autora.

Las encuestas al estrato Club de Jardinería (CJ), fueron realizadas de forma personal sobre papel consiguiendo un total de 26 encuestas, considerando que el Club de Jardinería cuenta con 34 miembros, las encuestas lograron recopilar la opinión del 67,64% de este estrato. En el Grupo Control se encuestó a 26 personas.

Las encuestas y resultados obtenidos no constituyen un estudio estadístico, sino que sus resultados han sido tabulados recogiendo los datos de manera porcentual ya que representan solamente una guía de los intereses principales de los posibles usuarios para elaborar el diseño del sistema.

1.3.4 Análisis de resultados

A continuación se presentan de manera gráfica, los resultados resumidos de los tres estratos de encuestados.

Todos los valores numéricos representan valores porcentuales de las respuestas obtenidas.

Preguntas:

1. Por favor indique el rango de edad en el que se encuentra.

En el caso de los estudiantes de Biología, todos se encuentran en un rango de edad entre 18 a 33 años.

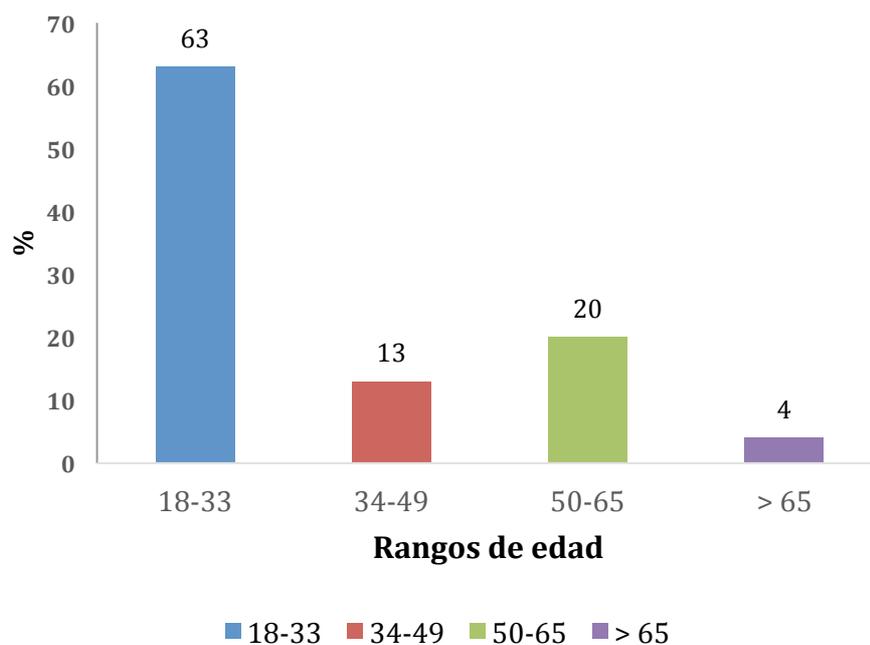


Figura 4. Rangos de edad de todos los encuestados. Autora.

2. Género

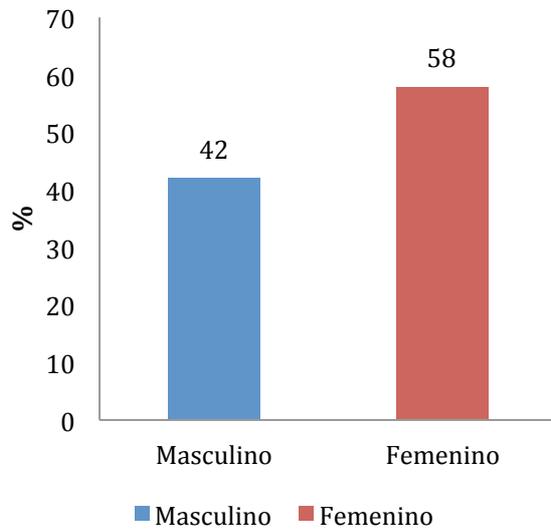


Figura 5. Porcentaje de todos los encuestados según el sexo. Autora.

3. ¿Cuál es el nivel de educación más alto que ha recibido?

En el caso de los estudiantes de Biología, todos han recibido educación secundaria.

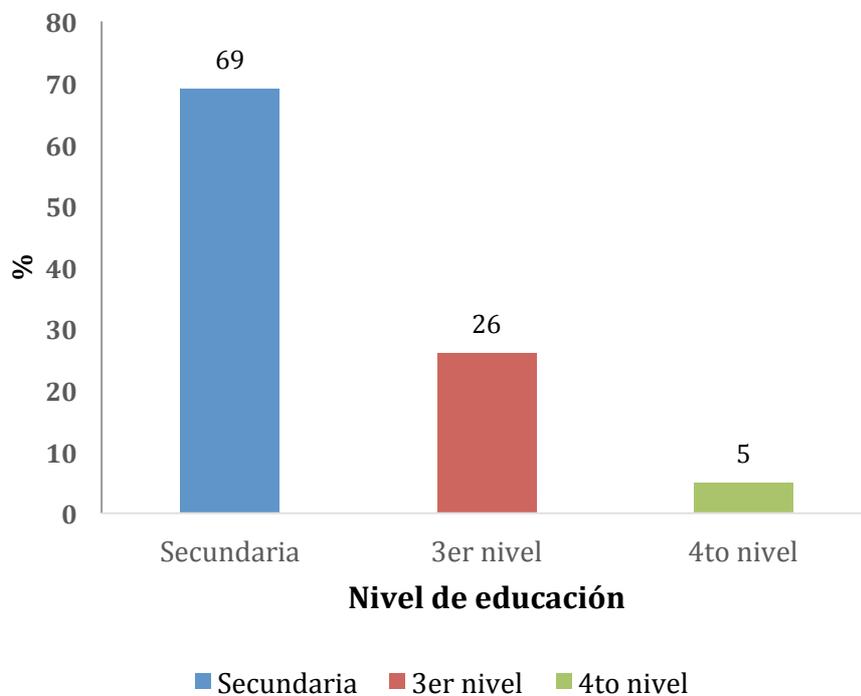


Figura 6. Porcentaje de todos los encuestados según el nivel más alto de educación recibida. Autora.

4. ¿Con qué frecuencia utiliza usted el servicio de internet?

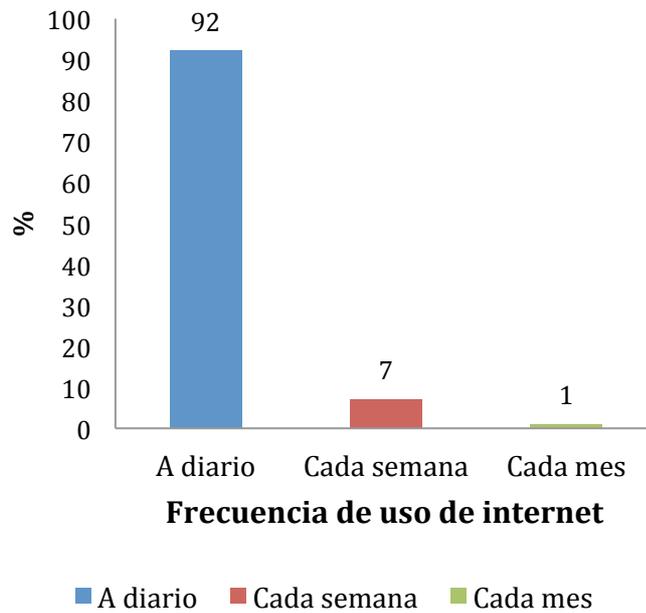


Figura 7. Porcentajes de frecuencia de uso de internet de todos los encuestados. Autora.

5. ¿Cuánta dificultad le causa navegar en internet?

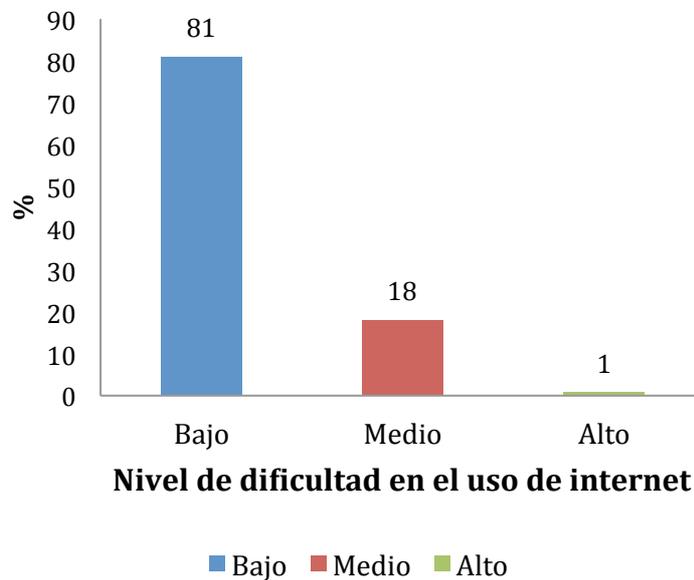


Figura 8. Porcentaje de dificultad en el uso de internet de todos los encuestados. Autora.

6 y 7. Nivel de conocimiento sobre Botánica

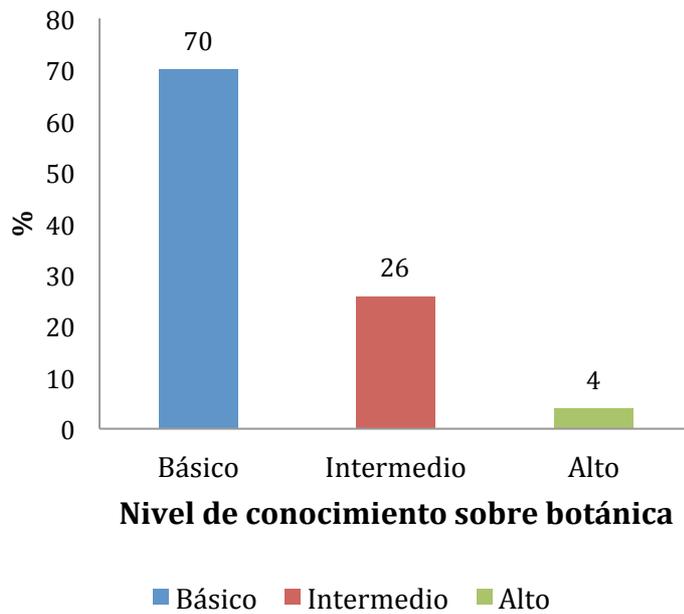


Figura 9. Porcentaje del nivel de conocimiento sobre botánica de todos los encuestados. Autora.

8. En general. ¿Cuánto le interesaría conocer sobre la flora del Cajas?

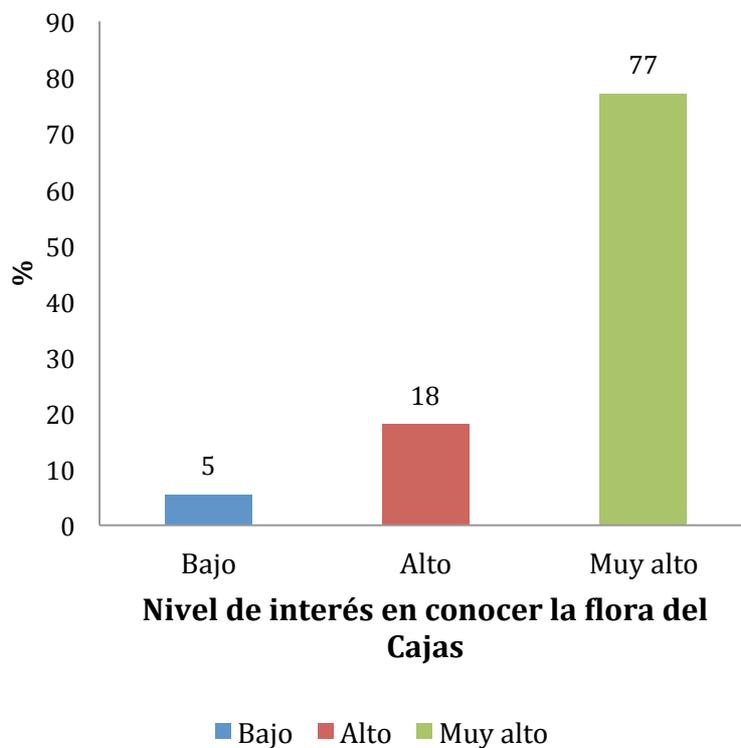


Figura 10. Porcentajes de nivel de interés en conocer sobre la flora del Cajas en todos los encuestados. Autora.

9. Nivel de prioridad en los temas que le interesaría conocer sobre la flora del Cajas

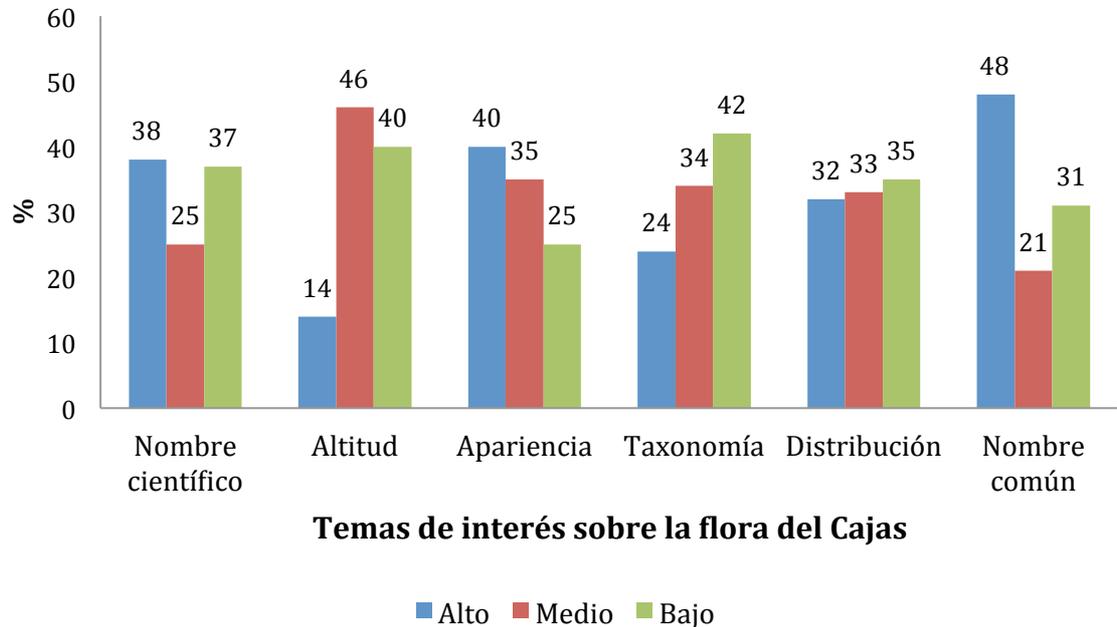


Figura 11. Porcentajes del nivel de interés en los temas relativos a la flora del Cajas mostrado por todos los encuestados. Autora.

10. ¿Existe algún otro tema que le interesaría conocer a cerca de la flora del Cajas?

Como se puede observar en la figura 2, la última pregunta de la encuesta fue opcional y abierta.

Los resultados mostraron intereses variados, a continuación se recogen los temas de interés recurrente entre todos los estratos de encuestados:

- La diversidad de la flora del Cajas
- Relación de la flora con los animales y otros seres vivos, su interacción, beneficios y cómo se han desarrollado conjuntamente.
- Qué especies son introducidas, cuáles son endémicas y como mantenerlas.
- Especies en peligro de extinción.
- Utilidad, en su ambiente y para el ser humano.
- Uso medicinal.
- Conservación e impacto que ha sufrido por acción del ser humano.
- Propagación y adaptación en otros ambientes.

Aunque la información sobre estos temas de interés resulta muy valiosa, el trabajo con la base de datos limita la posibilidad de ofrecer al usuario toda la información que requiere ya que los temas de interés reflejados en esta

pregunta no se encuentra disponibles en la base de datos proporcionada por el Herbario Azuay, sin embargo, conocer estos intereses puede servir para incorporar esta información y desplegarla en futuras versiones de la aplicación.

1.3.5 Resultados según los objetivos de la encuesta

De acuerdo al primer objetivo de la encuesta: **determinar si los grupos de posibles usuarios identificados cumplen con los requisitos para utilizar la aplicación en la web**, se elaboraron las preguntas 4 y 5.

Las encuestas en los tres estratos revelaron que la mayor parte de las personas encuestadas en estos grupos utilizan el internet diariamente o cada semana; solo un 1% de los encuestados manifestó utilizarlo cada mes.

En cuanto a la dificultad para navegar en internet, un 81% de los encuestados manifestó que su nivel de dificultad es bajo, frente a un 1% que encuentran mucha dificultad al navegar en la web, y un 18% una dificultad intermedia.

Se considera que, en general, los grupos identificados como posibles usuarios están en capacidad de utilizar una aplicación en la web debido a que se encuentran familiarizados con el lenguaje, elementos gráficos y de navegación, sin embargo, se considera importante que el diseño de interfaz contenga elementos con los que los usuarios estén habituados o que les encuentre frecuentemente en internet para que su uso les resulte amigable.

El segundo objetivo: **determinar el nivel relativo de conocimiento de los posibles usuarios acerca de botánica** y de las plantas en general, resultó difícil de determinar, debido a que las respuestas mostraron un alto nivel de subjetividad. Se podría pensar que en estudiantes de biología su nivel de conocimiento sería más elevado que en los otros estratos, sin embargo, se observa de forma general en los resultados que los encuestados consideran su nivel de conocimiento en botánica entre medio y bajo. Existe la posibilidad de que estas personas intenten mejorar sus conocimientos sobre el tema con herramientas como la propuesta en este proyecto que puede servir como un medio que facilite el aprendizaje para estudiantes e interesados.

Para el objetivo de **conocer el nivel de interés relativo de los grupos identificados en una aplicación como la que se propone en el proyecto**, se obtuvieron datos que revelan un elevado interés en los encuestados por conocer más a cerca de la flora del Cajas, con un 18% de interés alto y 77% de interés muy alto.

Como último objetivo se trató de **conocer el nivel de interés de los usuarios de acuerdo a los registros de información disponibles en la base de datos cuantificando el nivel de interés en cada área**.

En los datos de la figura 11, referentes a este objetivo, se puede observar que el nivel de prioridad de los distintos temas resulta muy variable, sin embargo el tema más destacado es el referente al nombre común de las plantas del Cajas, seguido por el de conocer las especies por su apariencia, el interés por conocer el nombre científico de las especies también alcanza una alta valoración.

Para satisfacer las necesidades de todos los grupos, se consideró la aplicación de todos los temas de interés planteados en la encuesta. Se los muestra de manera separada por apartados para que los usuarios tengan la posibilidad de elegir aquellos temas que más les interesa.

Debido a la escasa información disponible referente al nombre común de las especies, no se creó un apartado exclusivo para este tipo de búsqueda debido a que podría resultar frustrante para los usuarios tener un apartado que muestre tan escasos registros, sin embargo, la información del nombre común, cuando esté disponible, se muestra entre la información general de las especies en uno de los apartados.

1.3.6 Entrevistas de validación de resultados

Para validar los resultados de las encuestas, se tomó una muestra de 12 personas adultas, hombres y mujeres entre 26 y 62 años de edad con distinto perfil, todas con un nivel de instrucción de segundo nivel en adelante y se les realizó una entrevista semi-estructurada, es decir con preguntas de tipo abierta.

La entrevista realizada estuvo conformada por las siguientes preguntas:

1. ¿Con qué frecuencia utiliza usted el servicio de internet?
2. ¿Qué opinión tiene usted de las aplicaciones en la web como herramienta de aprendizaje?
3. ¿Ha visitado usted el Cajas?
4. ¿Qué le ha interesado de su vegetación?
5. ¿Qué temas a cerca de la flora del Cajas le interesaría conocer y por qué?
6. ¿Está usted de acuerdo con el orden de importancia en los tema que se listan a continuación? Si no lo está, ¿en qué orden lo pondría usted?
 1. Nombre común de las especies.
 2. Apariencia de las especies.
 3. Nombre científico
 4. Distribución (es decir en qué lugares crecen determinadas especies)
 5. Altitud a la que crecen.
 6. Uso de las especies.
7. ¿Le resultaría interesante una aplicación en la web donde puede aprender sobre la flora del Cajas?

8. ¿A qué tipo de personas que no sean científicas cree usted que le interesaría esta aplicación?

1.3.6.1 Resultados

1. ¿Con qué frecuencia utiliza usted el servicio de internet?

El 91% de las personas utiliza internet a diario.

2. ¿Qué opinión tiene usted de las aplicaciones en la web como herramienta de aprendizaje?

Opiniones positivas

Oportunidad de aprendizaje

Útil para consultas

Indispensables

Excelente herramienta de aprendizaje

Son el futuro de la educación

Útiles usadas adecuadamente

Muy buenas

Útiles siempre que sean simples y prácticas

Necesarias, herramienta básica para la investigación y el aprendizaje

Necesarias para facilitar el aprendizaje

Necesarias porque facilitan el proceso de aprendizaje

Opiniones negativas

Algunas resultan muy básicas

Como resultado se tiene que el 91% de los encuestados tienen una opinión positiva acerca de las aplicaciones para la web como herramienta de aprendizaje.

3. ¿Ha visitado usted el Cajas?

El 100% de los entrevistados ha visitado el Cajas.

4. ¿Qué le ha interesado de la vegetación del Cajas?

Las respuestas fueron variadas y se las agrupó por porcentajes según el tipo de interés:

Bosques de *Polylepis* (árbol de papel) y pajonales

41,7%

Adaptación de la vegetación a las condiciones propias del Cajas

16,7%

La manera de almacenar agua de las plantas como almohadillas

16,7%

La diversidad en la vegetación del Cajas
16,7%

Los paisajes en general
8,3%

5. ¿Qué temas a cerca de la flora del Cajas le interesaría conocer y por qué?

Las respuestas resultaron ser muy variables, por esa razón se las ha resumido y colocado las más significativas a continuación.

Adaptación de las especies de plantas a otro ecosistema.
Nombres de las plantas.
Interacción de las plantas con otros seres vivos.
Variedades de flores que crecen en las alturas.
Especies en peligro de extinción.
Beneficio de la flora para la ese ecosistema.
Usos de las plantas.
Tipos de plantas.

6. ¿Está usted de acuerdo con el orden de importancia en los tema que se listan a continuación? Si no lo está, ¿en qué orden lo pondría usted?

- 1) Nombre común de las especies.
- 2) Apariencia de las especies.
- 3) Nombre científico
- 4) Distribución (es decir en qué lugares crecen determinadas especies)
- 5) Altitud a la que crecen.
- 6) Uso de las especies.

De los entrevistados el 75% estuvieron de acuerdo con el orden de prioridad colocado según los datos de las encuestas.

El 25% propuso un nuevo orden de prioridad pero en todos ellos el nombre común de las especies permanece en el primer lugar de interés, le sigue en interés el uso de las plantas y en tercer lugar de interés la distribución geográfica de las especies y la altitud a la que crecen.

Para el 16% de los entrevistados la apariencia de las plantas y su nombre científico están entre los dos últimos lugares en interés.

7. ¿Le resultaría interesante una aplicación en la web donde puede aprender sobre la flora del Cajas?

El 100% de los entrevistados manifestaron interés en la aplicación web, de ellos, un 25% mostraron un interés muy alto.

8. ¿A qué tipo de personas que no sean científicas cree usted que le interesaría esta aplicación?

Las respuestas a esta pregunta generaron respuestas variadas y combinadas, en general los entrevistados piensan que la aplicación de este proyecto puede interesar a:

Todos los cuencanos por cultura general y público en general
Turistas
Estudiantes
Deportistas
Guías turísticos

La lista precedente fue organizada en orden de frecuencia siendo los tres primeros los más nombrados y los últimos menos nombrados.

1.3.6.2 Conclusiones

Luego de realizar las entrevistas, se observa una coincidencia entre los datos obtenidos y los datos de las encuestas en lo que se refiere a los principales objetivos.

Se tiene que las personas con las características mencionadas, utilizan el servicio de internet a diario y por tanto estarían en capacidad de utilizar una aplicación para la web.

Existe una actitud positiva frente a las aplicaciones en la web como herramienta de aprendizaje.

Existe un elevado interés por conocer a cerca de la vegetación del Cajas y los temas prioritarios corresponden a los que se obtuvieron a través de las encuestas.

Existen temas de interés adicionales que no pueden ser cubiertos en este proyecto debido a que la información referente a estos temas no se encuentra disponible en la base de datos utilizada para este caso pero que podría incorporarse en el futuro, especialmente la referente a la relación de la flora con otros seres vivos, adaptación a otros ecosistemas entre otros.

Finalmente, además de los grupos identificados como posibles usuarios, este proyecto puede ser de interés a otros tipos de usuarios y al público en general.

1.4 Objetivos del sistema

En busca de un diseño centrado en el usuario, se ha seguido a Garret (2011) quien plantea la necesidad de definir los objetivos del producto; los

objetivos del sistema son el fundamento de cada decisión que se tome al diseñar la experiencia centrada en el usuario, se obtienen de sus necesidades y de los implicados en la realización del producto, en este caso se tomaron en cuenta los requerimientos del Herbario Azuay, las características de los datos y las necesidades que han sido extraídas de los posibles usuarios a través de las encuestas.

Los objetivos están encaminados a lograr que personas no especializadas en botánica tengan un acceso visual, amigable y fácilmente comprensible de la información científica.

Se definió los siguientes objetivos:

- Aportar a la difusión de la información científica, específicamente, la información de la colección de plantas e imágenes de la flora del Parque Nacional Cajas contenida en la base de datos del Herbario Azuay.
- Crear un sistema de difusión de información, mediante la utilización de métodos y herramientas de visualización interactiva multimedia.
- Realizar una selección de herramientas que comuniquen de manera eficiente la información al usuario.
- El sistema debe estar soportado en la web.
- El sistema estará dirigido a personas entre 18 y 65 años de edad.
- El tipo de información a difundirse, será el relacionada con:
 - La taxonomía o clasificación de la flora por familia, género, especie y nombre común.
 - La apariencia o características principales de la flora como el tipo de planta y sus rasgos físicos más relevantes.
 - La distribución geográfica de las distintas especies.
 - La altitud en la que crecen las especies de la colección.
- Diseño de interfaz:
 - Amigable, intuitiva, que se adapte a usuarios del rango de edad especificado.
 - La curva de aprendizaje para el usuario al manejar la aplicación debe ser mínima.
 - Simplificar la estructura del sistema, expresar su función mediante la intuición del usuario.
 - Utilizar elementos gráficos que resulten fácilmente reconocibles por los usuarios.
 - Emplear un diseño que no corresponda a un estilo marcado por una moda o tendencia sino que pueda perdurar en el tiempo.

- Evitar elementos que sobrecarguen el espacio en pantalla, emplear solo los elementos indispensables para el funcionamiento del sistema.
- Realizar un diseño sobrio, con colores que no interfieran con las visualizaciones, que guíen al usuario en el manejo del sistema y que esté acorde con la identidad de marca de la Universidad del Azuay.

1.5 Análisis de técnicas de visualización

Se buscó resolver la problemática de la representación visual e interactiva de una gran cantidad de datos de manera que sea comprensible, visualmente atractivo y que incite al usuario a buscar y descubrir relaciones entre estos datos para adquirir nuevos conocimientos sobre un tema específico.

En el área de la Visualización, se han realizado diferentes clasificaciones o categorizaciones; se tiene por ejemplo la Tabla Periódica de Métodos de Visualización que clasifica en Visualización de Datos, Visualización de Información, Visualización de Conceptos, Metáforas y de (Lengler & Eppler, s.f.); otros autores distinguen también una Visualización Científica y Visualización de Software (Khan & Khan, 2011).

Este trabajo se enfocó en la Visualización de Datos y en la Visualización de Información debido a que se consideró que estas dos sub disciplinas responden mejor a los propósitos de este proyecto, sin embargo, se cree conveniente distinguir las similitudes y diferencias entre ellas.

Una teoría a cerca de sus diferencias dice que la Visualización de Datos se ocupa de la representación y análisis visual de datos a través de gráficos estadísticos y cartografía temática, mientras que la Visualización de Información hace énfasis en el proceso de comunicación por medio de la representación gráfica y la “interrelación que permite al usuario transformar y sintetizar una determinada cantidad de información a partir de una base de datos” (Córdoba & Alatríste, 2012). Es decir, la línea divisoria entre las dos sería que la primera tiene un carácter de exploración mientras que la segunda tiene un carácter narrativo, más relacionado quizá con la infografía.

Otra definición encontrada es que la Visualización de datos puede ser entendida como la “representación visual de datos cuantitativos de forma esquemática” y la Visualización de información es el uso de representaciones visuales interactivas de datos para ampliar el conocimiento. Esto significa que los datos se transforman en imagen la cual es mapeada al espacio de la pantalla. La imagen puede ser cambiada por los usuarios mientras trabajan en ella (Lengler & Eppler, s.f.).

Existen muchas definiciones similares de Visualización de Información, se puede decir que es un conjunto de técnicas que se juntan para crear

representaciones visuales interactivas de grandes cantidades de datos soportados por el computador para ampliar el conocimiento (Institute of Software Technology & Interactive Systems, 2013).

En ambos casos, estas dos disciplinas aprovechan la capacidad del cerebro humano para asimilar, procesar y memorizar información a través de la vista y, para ello, se valen del uso de la imagen. Ambas se encuentran en relación con otras disciplinas y áreas del conocimiento como la Informática, el Diseño, la Minería de Datos, el Diseño de Información, la Comunicación entre otras.

1.5.1 Técnicas y herramientas para Visualización de Información y Visualización de Datos

En el área de Visualización de Información existen varios intentos de clasificación de técnicas de acuerdo al tipo de información y al tipo de operadores de procesamiento. Otros autores han analizado la semiótica de los gráficos realizando agrupaciones de las técnicas basados en las similitudes al momento de visualizar el mapeo de la información, sin embargo, hasta el momento los expertos en el tema no han llegado a un consenso. Para este proyecto se realizó un análisis de las herramientas de visualización disponibles para definir aquellas que son más adecuadas para alcanzar los objetivos planteados. Para este efecto, se ha tomado la clasificación propuesta por Shneiderman (1996) donde toma en cuenta el tipo de datos y las tareas que el usuario puede realizar para navegar por la información.

Se creó un tabla (Tabla 2) para el análisis de las técnicas de visualización de información. En el eje vertical de la tabla, fueron ubicados los siete tipos de datos de la clasificación empleada. En el eje horizontal de la tabla se ubicaron las siete tareas que el usuario puede realizar. Luego de investigar las diferentes técnicas, se las ubicó en la tabla de acuerdo al casillero correspondiente. En algunos casos, la misma técnica sirve para la consecución de varias tareas por lo que se verá repetida en la tabla. Existe una amplia cantidad de técnicas de visualización de información, por lo tanto en esta tabla se han colocado únicamente las que han trascendido en el ámbito de la Visualización de Información.

Tabla 2. Análisis de técnicas de Visualización de Información. Autora.

TAREA ▶	VISION DE CONJUNTO	ZOOM	FILTRO	DETALLES	RELACIONAR	HISTORIA	EXTRAER
TIPO DE DATOS ▼							
UNIDIMENSIONAL	Pared perspectiva ¹			Pared perspectiva ¹ Vista ojo de pez ²	Tablas		
BIDIMENSIONAL			Coordenadas cartesianas Mapa interactivo	Vista ojo de pez ²			
TRIDIMENSIONAL	Arbol de cono ³				Arbol de cono ³		
TEMPORAL			Vista en círculo ⁴		Vista en círculo ⁴	Vista en círculo ⁴ Línea de tiempo ⁵	
MUTIDIMENSIONAL	Diagrama de Sankey Mapa de datos Coordenadas paralelas		Coordenadas paralelas	Diagrama de dispersión interactivo ⁶	Diagrama de relación de entidades ⁷		
JERÁRQUICO	Arbol hiperbólico ⁸ Mapa de árbol ⁹ Arbol de cono ³ Empaquetado de círculos ¹⁰	Empaquetado de círculos ¹⁰	Visualización jerárquica radial ¹¹	Arbol hiperbólico ⁸ Mapa de árbol ⁹ Visualización jerárquica radial ¹¹	Arbol hiperbólico ⁸ Mapa de árbol ⁹ Arbol de cono ³ Empaquetado de círculos ¹⁰		
REDES	Red semántica ¹²		Visualización jerárquica radial ¹¹	Vista ojo de pez ²	Red semántica ¹²		

Los siguientes términos provienen del inglés: 1 Perspective Wall, 2 Fisheye view, 3 Cone tree, 4 Circle view, 5 Time line, 6 Interactive scatter plot, 7 Entity Relationship Diagram, 8 Hyperbolic tree, 9 Tree map, 10 Circle packing, 11 Radial hierarchical visualization, 12 Semantic network. Tomado de: (infovis-wiki 2013), (Lengler & Eppler, s.f.), (Khan&Khan 2008), (H.Chi 2000).

En cuanto a las herramientas de Visualización de Datos, se creó una tabla de análisis similar (Tabla 3). Si bien las tareas propuestas por Shneiderman (1996) se aplican a las visualizaciones donde existe interacción por parte del usuario, se ha tratado de ubicar en la Tabla 3 a las herramientas de Visualización de Datos sabiendo que con estas herramientas no siempre será posible la interacción, pero que son útiles para transmitir información con la simple observación de la imagen.

Tabla 3. Análisis de técnicas de Visualización de Datos. Autora.

TAREA ▶	VISIÓN DE CONJUNTO	ZOOM	FILTRO	DETALLES	RELACIONAR	HISTORIA	EXTRAER
TIPO DE DATOS ▼							
UNIDIMENSIONAL	Tablas			Tablas	Tablas		
BIDIMENSIONAL	Coordenadas cartesianas Mapas						
TRIDIMENSIONAL	Espectrograma						
TEMPORAL	Línea de tiempo Espectrograma						
MUTIDIMENSIONAL	Histogramas Tablas Gráfico de burbujas Gráfico de barras Gráfico de líneas Diagrama de dispersión Gráfico de área Gráfico circular		Tablas Gráfico de barras Diagrama de dispersión	Histogramas Tablas Gráfico de burbujas Gráfico de barras Gráfico de líneas Diagrama de dispersión Gráfico de área Gráfico circular	Tablas		Gráfico de barras Gráfico circular
JERÁRQUICO							
REDES							

Luego de realizar este análisis y de explorar detalladamente la base de datos del Herbario Azuay con la colección de plantas del Cajas, se determinó que el tipo de datos con los que se cuenta corresponde al Multidimensional, es decir, como la mayoría de bases de datos tanto relacionales como estadísticas, contiene n número de ítems con n número de atributos. Las herramientas sugeridas para este tipo de datos son los diagramas de flujo de dos o tres dimensiones o la técnica de coordenadas paralelas, sin embargo, esta técnica requiere de práctica por parte del usuario para poder comprender la información (Shneiderman, 1996).

La base de datos del Herbario Azuay cuenta con 819 ítems y con 29 atributos, de los que 12 se consideran de interés por parte de los posibles usuarios. Tratar de representarlos todos en una sola visualización, puede dificultar el proceso cognitivo por parte de los usuarios; teniendo en consideración que la aplicación a crearse en este caso se centra en el usuario, y se busca un diseño amigable e intuitivo, se planteó su separación de información en cuatro categorías de acuerdo a las preferencias mostradas en las encuestas y aplicar una herramienta de visualización diferente en cada categoría. De esta manera, se facilita la lectura de las visualizaciones y se otorga al usuario la posibilidad de elegir en qué tipo de información desea navegar de acuerdo a su interés.

La información de la base de datos ha sido dividida en los apartados:

1. **Taxonomía** Se tomaron los datos de los siguientes registros: Grupo botánico, Familia, Género, Especie, Subespecie, Común (contiene el nombre común de las especies)
2. **Apariencia de las plantas.** Se utilizaron los datos de los registros: Observación, hábito y las fotografías de las especies proporcionadas por el Herbario Azuay.
3. **Distribución geográfica de las plantas.** Se emplearon los registros: Bosque, Provincia, Cantón, Parroquia, Específico y Coordenadas.
4. **Altitud a la que se encuentran las plantas.** Se tomó la información del registro Altitud.

De acuerdo a la clasificación del tipo de datos realizada por Shneiderman se identificó a qué tipo de datos corresponde cada apartado de la base de datos del Herbario Azuay y, por consiguiente, de las tablas 2 y 3, para elegir las técnicas empleadas en cada apartado:

Tabla 4. División de la base de datos según apartados, tipo de datos y técnica de visualización elegida. Autora.

Apartados	Tipo de datos	Técnica
Taxonomía	Jerárquico	Empaquetado de círculos
Distribución	Bidimensional	Mapa con coordenadas cartesianas
Altitud	Multidimensional	Gráfico de barras
Apariencia	Multidimensional	*

* La naturaleza de la información en este apartado tiene como elemento principal la imagen de las plantas a través de fotografías y también de su descripción. No se ha encontrado una técnica que enfatice la imagen por sobre la información, por lo que para visualizar este apartado, se ha elegido el uso de una galería de imágenes que muestre también información escrita.

Para **Taxonomía** se ha elegido la técnica de Empaquetado de Círculos (*Circle Packing*) que consiste en un método para visualizar grandes cantidades de datos jerárquicos. Se utiliza círculos donde aquellos que son tangentes entre sí representan "hermanos", nodos o elementos que están al mismo nivel y que están empaquetados dentro de otro círculo de mayor tamaño que representa la categoría superior. El tamaño de un nodo puede representar una propiedad arbitrariamente como por ejemplo el tamaño del archivo. Presenta como ventaja una buena visión de conjunto de

grandes cantidades de datos y una clara representación de grupos y relaciones estructuradas. Comparada con los mapas de árbol, la visualización generada por esta técnica es menos eficiente en la utilización del espacio pero es más fácil de comprender por su posibilidad de mostrar todas las relaciones jerárquicas de una sola vez. Permite hacer acercamientos si se quiere ver en detalle los nodos de categorías inferiores (Institute of Software Technology & Interactive Systems, 2013).

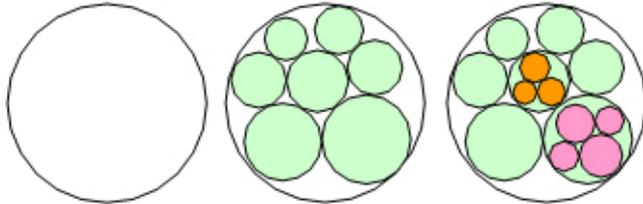


Figura 12. Esquema de la técnica de Empaquetado de círculos.
Tomado de: http://www.infovis-wiki.net/index.php?title=Circle_Packing

Para **Distribución**, fue necesaria la utilización de un mapa y coordenadas cartesianas.

La información referente a **Altitud** se muestra por medio de gráficos de barras que permitan interactividad con el usuario.

2. ETAPA 2: ESPECIFICACIÓN

En esta etapa se determinó, de forma detallada, cómo alcanzar los objetivos planteados para el producto. Se definió los alcances del sistema y los instrumentos técnicos como software y herramientas multimedia.

2.1 Alcances del sistema

Requerimientos funcionales y de contenido:

- Aplicación multimedia interactiva soportada en la web.
- Acceso a internet banda ancha.
- Visualización tanto en ordenadores como en dispositivos: tabletas y celulares.
- Programación del sistema con la plataforma .NET.
- Base de datos correspondiente a la colección de plantas del Parque Nacional Cajas, proporcionada por el Herbario Azuay de la Universidad del Azuay.
- Manejo de base de datos con MySQL.
- Programación con lenguaje Visual Basic.
- Sistema conformado por una aplicación compuesta por dos secciones, una que permita la entrada de datos para obtener la información requerida y otra sección con una pantalla donde se desplieguen resultados por medio de visualizaciones.
- Información desplegada por medio de herramientas de visualización.
- Búsquedas de información de acuerdo a los siguientes apartados: Clasificación Taxonómica, Apariencia, Distribución Geográfica y Altitud; quedando abierta la opción de poder incorporar más campos en futuras versiones.
- Apartados debidamente separados e identificados.
- Búsqueda de información en un solo apartado a la vez.
- Cambio de apartado de búsqueda por el usuario en cualquier momento.
- Mensaje desplegado si la información requerida por el usuario no se encuentra disponible.
- Botones de ayuda “?” en caso de que el usuario necesite información adicional.
- Glosario de términos científicos y sus significados.

Crecimiento a futuro:

Si se incrementa la información en la base de datos, queda abierta la opción de incorporar nuevos apartados de búsqueda, específicamente los relacionados al uso de las especies y al nombre común.

2.2 Arquitectura de la aplicación

Desde el punto de vista del desarrollo o implementación del software, este proyecto requirió de una estructura que defina los distintos componentes y sus funciones, en este caso se planteó una estructura de tres capas donde cada capa es un proceso separado y bien definido. Las capas se denominan (López, 2015):

1. **Presentación:** Es la que presenta el sistema al usuario y a través de la cual el usuario se comunica con el sistema. Como característica, debe ser de fácil comprensión. Esta capa se comunica solamente con la capa de negocio.
2. **Lógica de negocio:** En esta capa se encuentran todo el software o programas que se ejecutan. Se comunica con la capa de presentación para recibir las solicitudes del usuario y presentar los resultados. Se comunica con la capa de datos para recuperar los datos. En esta capa se establecen todas las reglas de funcionamiento del sistema.
3. **Datos:** Esta capa está formada por uno o más gestores de bases de datos; almacenan los datos y reciben las solicitudes de almacenamiento y recuperación de datos desde la capa de negocio.

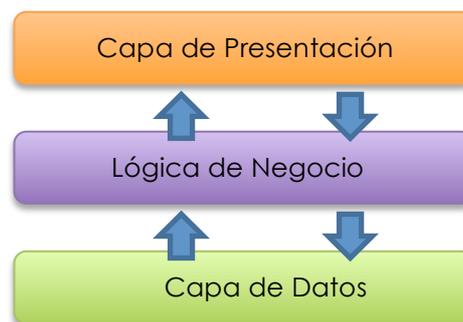


Figura 13. Esquema de arquitectura a tres capas. Autora.

2.3 Software e instrumentos técnicos

De acuerdo a la arquitectura de aplicación, cada capa requiere de diferente software para cumplir con sus funciones, a continuación se especifican los que fueron empleados:

2.3.1 Software para capa de presentación

Html. (*Hyper Text Markup Languaje*) Lenguaje que se utiliza en todas las páginas web. Consiste en un conjunto de etiquetas que sirven para definir los elementos que componen una página.

Las normas de HTML están definidas por un organismo sin fines de lucro llamado World Wide Web Consortium o llamado W3C, este organismo lo define como un lenguaje reconocido universalmente que permite publicar información de forma global (Librosweb, 2015).

JavaScript. Es un lenguaje de programación interpretado, lo que quiere decir que no es necesario compilar los programas para ejecutarlos sino que se pueden probar directamente en cualquier navegador (Librosweb, 2015); es por eso que se lo llama "del lado del cliente", el cliente es el navegador web que soporta la carga del procesamiento, en contraposición con lenguajes como PHP que se ejecutan del "lado del servidor". El navegador del cliente es el encargado de interpretar las instrucciones de JavaScript para realizar los efectos e interacciones.

JavaScript permite crear páginas y aplicaciones web dinámicas que permiten al usuario realizar todo tipo de acciones e interacción; se lo utiliza también para programas orientados a objetos con funciones y estructuras de datos complejas (Desarrolloweb.com, 2015).

JQuery. JQuery está respaldado por una comunidad de desarrolladores que aportan con nuevas características y con la corrección de errores en la librería, permitiendo su evolución constante. JQuery está derivado de JavaScript y está presentado en su primera versión de agosto de 2006; JQuery es una librería de JavaScript que permite simplificar su uso al utilizar una serie de comandos simplificados para las áreas en las cuales JavaScript se especializa como animaciones, efectos, manipulación de elementos y eventos e incluso desarrollar aplicaciones AJAX.

JQuery permite separar JavaScript del código HTML al realizar sus declaraciones fuera de sus etiquetas. Entre otras características elimina el problema de la incompatibilidad entre navegadores al hacer un uso extensivo de manejadores (*handles*) que realizan internamente las validaciones y ajustes de acuerdo al navegador. Su funcionalidad también puede ser extendida a través de los llamados *plugins* que incorporan nuevos elementos y métodos de manera estandarizada a la librería base de JQuery (JQuery, 2015), (JQuery learning center, 2015).

Bootstrap. En la actualidad existe una gran cantidad y variedad de dispositivos electrónicos que permiten navegar en internet, con lo que ha surgido el **diseño web responsivo**; este término se refiere a un conjunto de técnicas que permiten a un sitio web ser reactivo en función del dispositivo donde se visualiza. Posibilita que los elementos del sitio web se organicen según el tamaño de la pantalla del dispositivo para que su visualización sea óptima en cualquier caso. Visualmente, mejoran la navegación y la experiencia del usuario (Kelcible agence Web, 2013).

Bootstrap es un *framework* responsivo disponible en conjunto con HTML5 Boilerplate, Zurb Foundation, Skeleton, etc.

Utilizar un *framework* responsivo irá en beneficio de los usuarios de la aplicación, otorgándoles una mejor experiencia durante su uso, de ahí la importancia de elegir este tipo de herramienta.

Se utilizó la herramienta Google Trends para observar la tendencia de búsquedas de frameworks responsivos. Bootstrap de Twitter lidera la tendencia de búsquedas con un promedio del 30% y un crecimiento notable en el interés por este framework a partir del año 2011 como se observa en la figura 14.



Figura 14. Captura de pantalla a cerca de las búsquedas de frameworks responsivos realizada en Google Trends el 6 de diciembre de 2015.

Otras características de Bootstrap que sirvieron para escogerlo son: está basado en HTML y CSS, permite agilizar la creación de interfaz de proyectos para web, presenta una rápida velocidad de carga, es compatible con todos los navegadores modernos (Robledano, 2015), está soportado por las versiones más recientes de todos los navegadores tanto para computadoras de escritorio como para dispositivo móviles (excepto para el navegador Opera en dispositivos móviles y Safari para Windows) (Bootstrap, 2015).

Bootstrap utiliza una retícula fluida que crece hasta doce columnas según el tamaño de pantalla del dispositivo. El diseño, por tanto, se organiza en filas y columnas donde se colocan los contenidos (Librosweb, 2015).

En la tabla 5 se muestra las características de la retícula fluida según el tipo de dispositivo. Se la consideró al momento de realizar el diseño de la interfaz de la aplicación.

Tabla 5. Características de la retícula fluida de Bootstrap en los diferentes tipos de dispositivos. Tomado de:

http://librosweb.es/libro/bootstrap_3/capitulo_2/tipos_de_rejillas.html

	Dispositivos muy pequeños Teléfonos (<768px)	Dispositivos pequeños Tablets (≥768px)	Dispositivos medianos Ordenadores (≥992px)	Dispositivos grandes Ordenadores (≥1200px)
Comportamiento	Las columnas se muestran siempre horizontalmente.	Si se estrecha el navegador, las columnas se muestran verticalmente. A medida que aumenta su anchura, la rejilla muestra su aspecto horizontal normal.		
Anchura máxima del contenedor	Ninguna (auto)	728px	940px	1170px
Prefijo de las clases CSS	.col-xs-	.col-sm-	.col-md-	.col-lg-
Número de columnas	12			
Anchura máxima de columna	auto	60px	78px	95px
Separación entre columnas	30px (15px a cada lado de la columna)			
¿Permite anidación?	Si			
¿Permite desplazar columnas?	No	Si		
¿Permite reordenación de columnas?	No	Si		

2.3.1.1 Selección de herramientas de visualización

Como parte de una óptima visualización de la información que se desea comunicar, se tiene como recurso importante una gran colección de librerías de código abierto. Dentro de los parámetros necesarios para la elección de las librerías que se emplearon para el desarrollo de la aplicación de este proyecto están los siguientes:

1. Deben ser compatibles para trabajar con bases de datos.
2. Las librerías elegidas deben tener la capacidad de utilizar los tipos de datos que se identificaron previamente, es decir datos de tipo jerárquico, multidimensional y bidimensional.
3. Deben ser compatibles para uso en dispositivos móviles.
4. Facilidad de uso por parte del usuario.
5. Funciones con pantalla táctil.
6. Compatible con .NET y Bootstrap.
7. Que hayan sido actualizadas por lo menos dentro de los últimos 5 años.

8. Que tengan funciones de interactividad.
9. Que tengan soporte para funcionalidad escrita en JavaScript.

Se han seleccionado cuatro herramientas que cumplen con los parámetros especificados y forman parte de las herramientas más utilizadas al momento.

Librerías JavaScript:

- D3.js
- Highcharts
- Google maps
- Gallerific

Para comprobar la validez de las herramientas escogidas, se utilizó la metodología sugerida en Díaz (2014) según la durabilidad, estabilidad y funcionalidad del software.

La metodología de evaluación requiere completar los cuadros de información para luego calificar las herramientas.

La calificación se hace utilizando las siguientes siglas:

M = Malo B = Bueno R = Regular MB = Muy bueno

Herramienta Inicio del proyecto: Se refiere a que si la herramienta es muy reciente podría necesitar mejoras.

Grado de actualización: La última versión se encuentra cercana al año actual.

Actividad en lanzamientos: Se refiere a la frecuencia en la publicación de versiones.

Actividad en el reporte de errores: Se refiere a la frecuencia con que se resuelven y reportan errores.

Cuadros de evaluación de herramientas de visualización:

Datos generales

Herramienta	Versión	Inicio del proyecto	Licencia	Plataforma	Interfaz	Lenguaje
D3.js	3.5.10 nov-30-2015 (visto en dic-7-2015)	Agosto 2011	BSD	Independiente	GUI	JavaScript
Highcharts	4.1.10 dic-8-2015 (visto en dic-8-2015)	Noviembre 27 de 2009	No comercial: Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 License. Comercial: OEM License	Independiente	GUI	JavaScript

Google Maps	API Versión 3	FEBRERO 2005	GPL	Independiente	GUI	JavaScript
JQuery Gallerific	2.0	2008	MIT (X11)	Independiente	GUI	JavaScript

Criterios de documentación

Herramienta	Guía de instalación	Manual de usuario	Preguntas frecuentes	Soporte en línea			Código Comentado	Adicional
				Foro	Lista de Email	Blog		
D3.js	Si	Si	No	Si	No	No	No	Wiki API
Highcharts	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	API
Google Maps	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	API
JQuery Gallerific	Si	Si	Si	No	No	No	No	API

Criterios de Madurez

Herramienta	Inicio del proyecto	Grado de actualización	Actividad en lanzamientos	Actividad en reporte de errores
D3.js	MB	B	MB	MB
Highcharts	MB	MB	MB	B
Google Maps	MB	MB	MB	MB
JQuery Gallerific	MB	B	B	B

Las tablas de evaluación mostraron que las herramientas elegidas son adecuadas para el desarrollo del proyecto y se utilizaron de la siguiente manera:

Tabla 6. Herramientas de visualización según los apartados y tipo de datos.

Apartados	Tipo de datos	Herramienta
Taxonomía	Jerárquico	D3.js (Círculos de empaquetado)
Distribución	Bidimensional	Google Maps (Mapa con coordenadas cartesianas)
Altitud	Multidimensional	Highcharts (Gráfico de barras con interacción)
Apariencia	Multidimensional	JQuery Gallerific (Galería de imágenes con información)

D3.js. Es una librería basada en JavaScript que utiliza JSON como fuente de datos para generar visualizaciones de datos de manera dinámica e interactiva en navegadores utilizando como elementos de presentación las etiquetas HTML de acuerdo a la especificación HTML5, SVG para la interacción y CSS como elementos de definición de estilos de presentación. Su nombre es una abreviatura de las siglas en inglés de Documentos manejados por datos (Data-Driven Documents), nombre que revela su objetivo principal que es visualizar estructuras de datos jerárquicos y/o estadísticos de manera interactiva utilizando SVG (Scalable Vector Graphics) como base para la visualización, lo cual, sumado a sus librerías en JavaScript y el uso de JSON para la importación de datos, lo convierten en una herramienta flexible y fácil de implementar utilizando selectores y objetos predefinidos con lo cual se reduce el tiempo requerido para la programación de aplicaciones (Bostock, 2015).

Highcharts. Es una librería basada en JavaScript que fue desarrollada con el objetivo de generar gráficos estadísticos con elementos interactivos y datos extraídos utilizando AJAX o JSON como fuente.

Cuenta con una serie de elementos predefinidos que corresponden a una amplia gama de gráficos estadísticos como barras, círculos, columnas, entre otros, configurables a través de opciones al momento de invocar cada gráfico, con lo que el desarrollador solamente tiene que enfocarse en los datos de origen y dejar de lado el desarrollo de los elementos gráficos.

HighCharts permite interacción con el usuario a través de jQuery y posibilita obtener información de un elemento o punto en un gráfico.

La integración con lenguajes de programación se la realiza a través de librerías específicas como DotNet Highcharts, librería disponible en CodePlex que permite la utilización de HighCharts sin necesidad de codificar JavaScript sino utilizando directamente objetos de .NET que definen los datos a ser visualizados y las opciones de visualización de cada elemento disponible (HighSoft, 2015) (Code Plex, 2015).

Google Maps. Lanzado en febrero de 2005, Google Maps es un servicio de mapas sobre web que utiliza JavaScript, XML y AJAX para la visualización de información geográfica en navegadores; provee información adicional a la gráfica para cada uno de sus mapas, de manera que el usuario final no requiere de conocimientos técnicos para realizar consultas geográficas que de otra manera serían muy complejas o que implicaría la consulta de información por separado.

Al ser un servicio de datos, los mapas que provee Google Maps pueden ser interpretados y visualizados en cualquier herramienta que esté desarrollada para interpretar los parámetros incluidos en cada pieza de información, sin embargo para facilitar la integración de este servicio en las aplicaciones, Google desarrolló una serie de librerías de interfaz o API (Application Program Interface) para las plataformas más populares de presentación y/o desarrollo, tales como Android, iOS y Web a través de JavaScript, de esta manera, la implementación de aplicaciones para visualización de datos se reduce a la invocación de la funcionalidad de estas librerías con los parámetros requeridos. Se elimina la necesidad de interpretación de datos por parte de la aplicación facilitando la programación para el desarrollador. También permite modificar los elementos geográficos para personalizarlos como por ejemplo los marcadores, rutas, mapas, etc.(Google, 2015).

Gallerific (Foley, 2009). Es una extensión (plug in) de jQuery para la visualización de galerías de imágenes. Permite manejar grandes cantidades de imágenes conservando ancho de banda ya que no recarga la página al cambiar de imagen. Permite mostrar información en cada fotografía utilizando HTML.

Entre algunas de sus características están:

Navegación en miniatura (con paginación).

Navegación con el teclado.

API para el control de la galería con controles personalizados.

Soporte para pie de fotos.

Configuración Flexible.

2.3.2 Software para la capa de lógica de negocio

.Net. Infraestructura digital o *framework* de Microsoft con código abierto; es un entorno de ejecución *runtime* que administra aplicaciones, proporcionando varios servicios a las aplicaciones en ejecución, como la administración de memoria y la independencia e interoperabilidad entre lenguajes, es decir, puede interactuar con otras aplicaciones independientemente del lenguaje con el que fueron desarrolladas (Microsoft, 2015).

Existen más de 30 lenguajes adaptados a .NET, algunos más conocidos como Visual Basic o C++ y otros menos conocidos como Cobol y Pearl.

El factor más importante de .NET es el CLR (*Common Language Runtime*) ya que es el entorno de ejecución en el que se cargan las aplicaciones desarrolladas en los distintos lenguajes. Permite compilar el código fuente de cualquier lenguaje soportado por .NET en un mismo código intermedio; en un segundo paso, un compilador genera el código máquina que se ejecuta en la plataforma que tenga la computadora (Recio & Provencio, 2003).

AJAX. Esta palabra proviene de JavaScript y SML Asíncrono; es un grupo de tecnologías utilizadas en el lado del cliente para crear aplicaciones Web asíncronas a nivel de datos. Permite enviar y recibir información en variedad de formatos incluidos JSON, XML, HTML, e incluso archivos de texto. La característica "asincrónica" significa que esta comunicación se puede hacer sin tener que refrescar la página. Permite actualizar porciones de la página basada en los eventos del usuario.

Tiene dos características:

- Hacer una petición al servidor sin recargar la página.
- Recibir y trabajar con datos desde el servidor.

Esta tecnología permite la reducción del tiempo de respuesta de las aplicaciones y la simplificación de la transmisión de datos, todo esto con JavaScript como lenguaje intermediario entre el cliente (navegador) y la fuente de datos (servidor) (Mozilla Developer Network, 2015).

2.3.3 Software para la capa de datos

JSON. (siglas de JavaScript Object Notation) es un formato ligero de intercambio de datos que utiliza texto legible para transmitir objetos de datos consistentes en pares de valores y atributos. Este formato define un conjunto de datos básicos (números, caracteres, booleanos, arreglos y objetos) que pueden ser leídos directamente por una aplicación siguiendo una estructura jerárquica definida por el origen de datos y de acuerdo a la especificación de estructura que es independiente del lenguaje de programación, lo que hace que este formato sea ideal para el intercambio de datos entre aplicaciones desarrolladas en diferentes plataformas y lenguajes de programación. JSON se considera una tecnología de datos y no de transporte (lógica de negocio) debido a que es un formato estándar de representación de datos más no de procesamiento y que depende del origen de datos (JSON, 2015).

MySQL. Es un sistema de administración de bases de datos SQL (Structured Query Language) (Lenguaje Estructurado de Consultas) que es el lenguaje estandarizado más común para acceder a bases de datos. Utiliza bases de

datos relacionales. Se encarga de la administración de estructuras de datos y la relación entre los conjuntos de datos. Se utiliza principalmente en aplicaciones web. Sirve para añadir, acceder y procesar datos de una base de datos. Tiene una gran adaptación en diferentes entornos de desarrollo y permite la interacción con varios lenguajes de programación con su integración en distintos sistemas operativos. MySQL tiene código abierto y cualquier persona puede descargar de internet sin costo y modificar su código de acuerdo a sus necesidades (MySQL, 2015).

Luego de describir los diferentes software de la arquitectura de aplicación, se presenta a continuación una tabla que muestra de manera resumida las distintas herramientas y su relación de dependencia dentro del sistema.

Tabla 7. Relación de dependencia de los software en la aplicación. Autora.

Herramienta	Tipo	Capa	Dependencias
D3.js	Librería	Visualización	jQuery, JSON, AJAX, HTML, CSS
HighCharts	Librería	Visualización	jQuery, JSON, HTML, CSS
Google Maps	Librería, API	Visualización	AJAX, HTML, CSS
Gallerrific	Plugin (basado en plugin de Gallery de jQuery)	Visualización	jQuery, JSON, HTML, CSS
BootStrap	Framework	Visualización	jQuery, HTML, CSS
jQuery	Librería	Visualización, Lógica de negocio	JavaScript
JSON	Formato	Datos	JavaScript
AJAX	Conjunto de tecnologías	Visualización, Lógica de negocio	JavaScript
Visual Basic .NET	Lenguaje de programación	Lógica de negocio	.NET
.NET	Framework	Lógica de negocio	Ninguna
MySQL	Manejador de base de datos	Datos	Ninguna

3. ETAPA 3: DISEÑO

3.1 Arquitectura de la información

La Arquitectura de información se ocupa de cómo la gente procesa la información cognitivamente, por lo que es necesario crear esquemas de organización y navegación buscando que el usuario se mueva por el contenido de la aplicación eficientemente.

Se ha creado una aproximación al contenido en un esquema híbrido que combina la estructura jerárquica y la estructura de matriz donde todas las partes del sistema se relacionan entre sí.

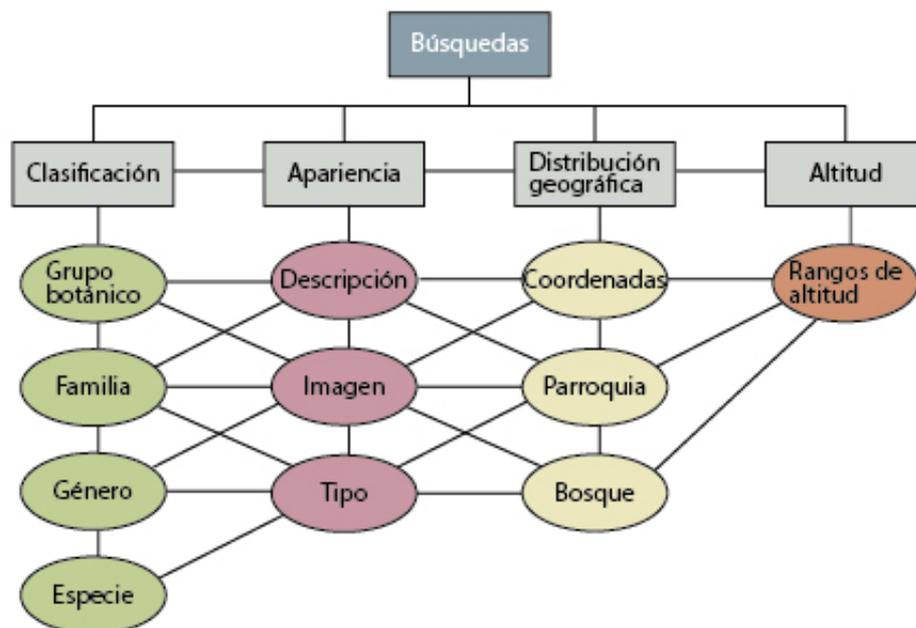


Figura 15. Estructura de la aplicación web. Autora.

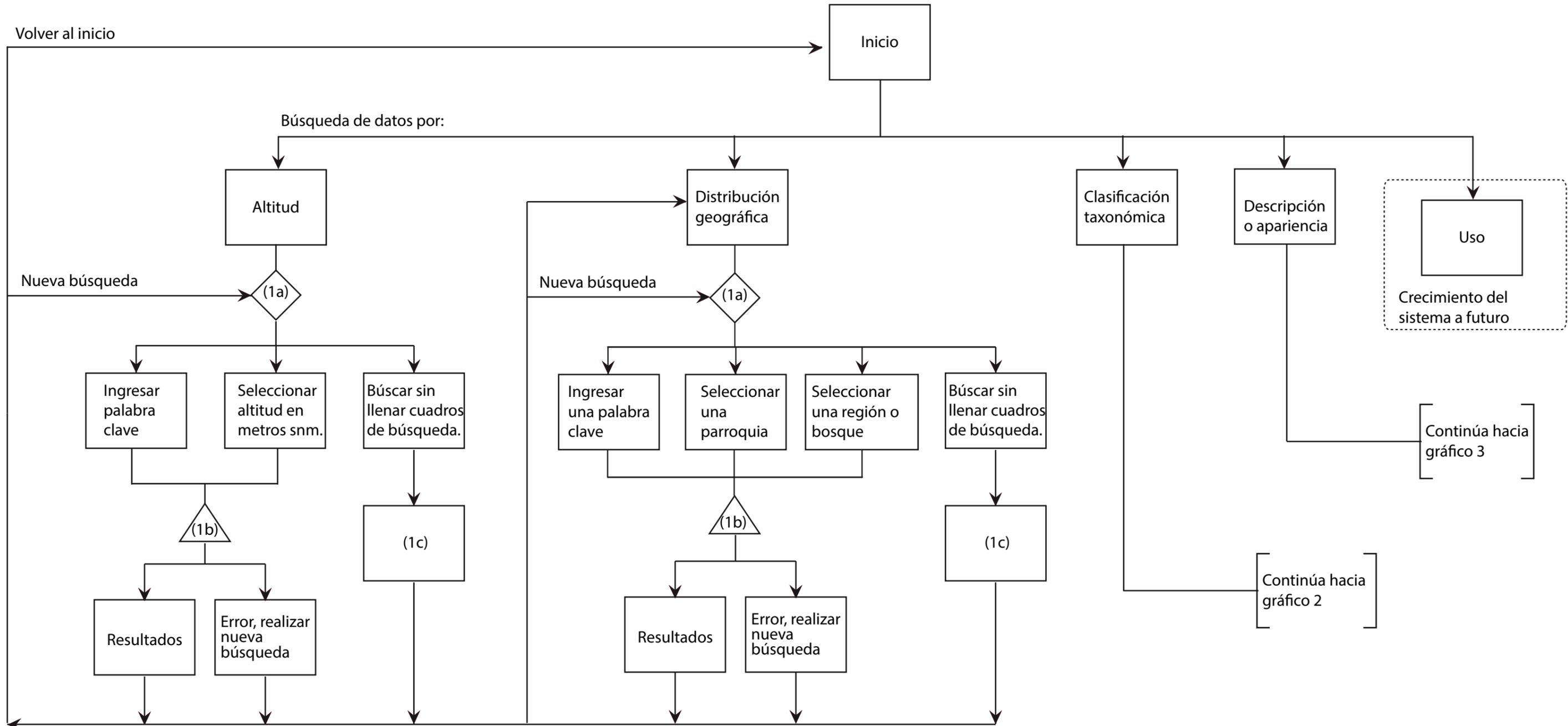
En la forma de navegación planteada, el nivel de detalle de información desplegada está determinado por el usuario según los parámetros de búsqueda elegidos por él. En cada sección, puede elegir entre una o más opciones y realizar la búsqueda de información desde lo general a lo más específico. Por defecto el sistema realizará una búsqueda de todos los registros de la categoría especificada.

La información se organizó en cuatro categorías o apartados que corresponden a la clasificación realizada en la etapa 2 según el tipo de datos en: Clasificación taxonómica, Apariencia, Altitud y Distribución geográfica. Las sub categorías de cada apartado se realizaron según los distintos parámetros de búsqueda.

En todos los apartados se puede realizar una búsqueda contextual, es decir, se puede ingresar cualquier dato referente a la planta, como su familia, género, especie, subespecie, nombre común. También se puede ingresar una parte de la planta o rasgo que la caracterice; no excluye la posibilidad de utilizar los parámetros restantes al mismo tiempo. Esto permite una búsqueda más o menos detallada de la información.

3.2 Diseño de interacción

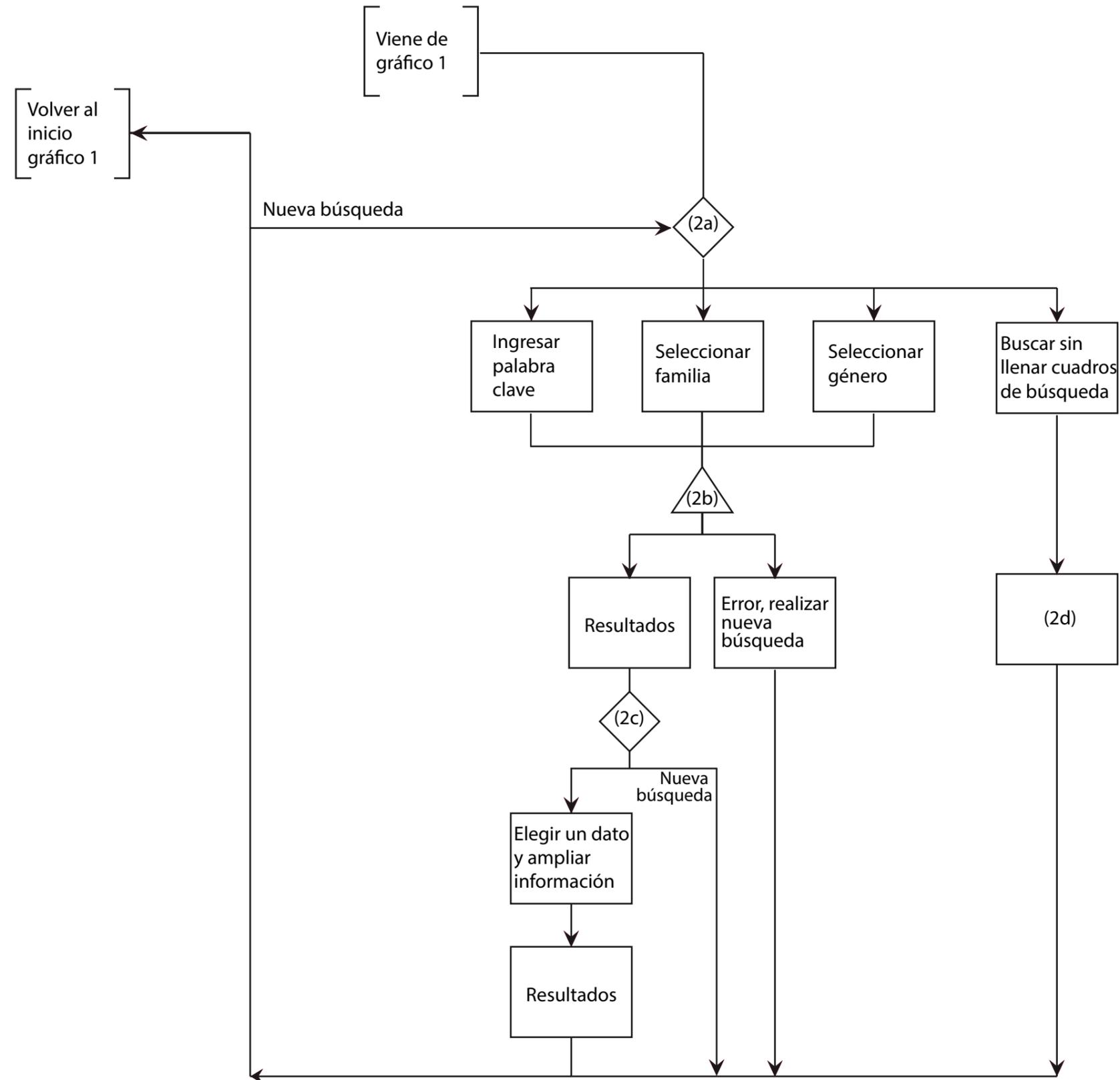
En el esquema que se muestra a continuación, se representan los distintos caminos que puede tomar el usuario durante la navegación en el sistema, así como las respuestas del sistema a las distintas acciones.



1a. El usuario puede seleccionar una o más opciones al mismo tiempo para realizar la búsqueda.

1b. El sistema determina si los parámetros de búsqueda están correctos y si existen datos muestra resultados, si no, muestra un mensaje.

1c. Si el usuario realiza una búsqueda sin llenar los cuadros de búsqueda, el sistema por defecto mostrará todos los resultados disponibles en ese apartado.

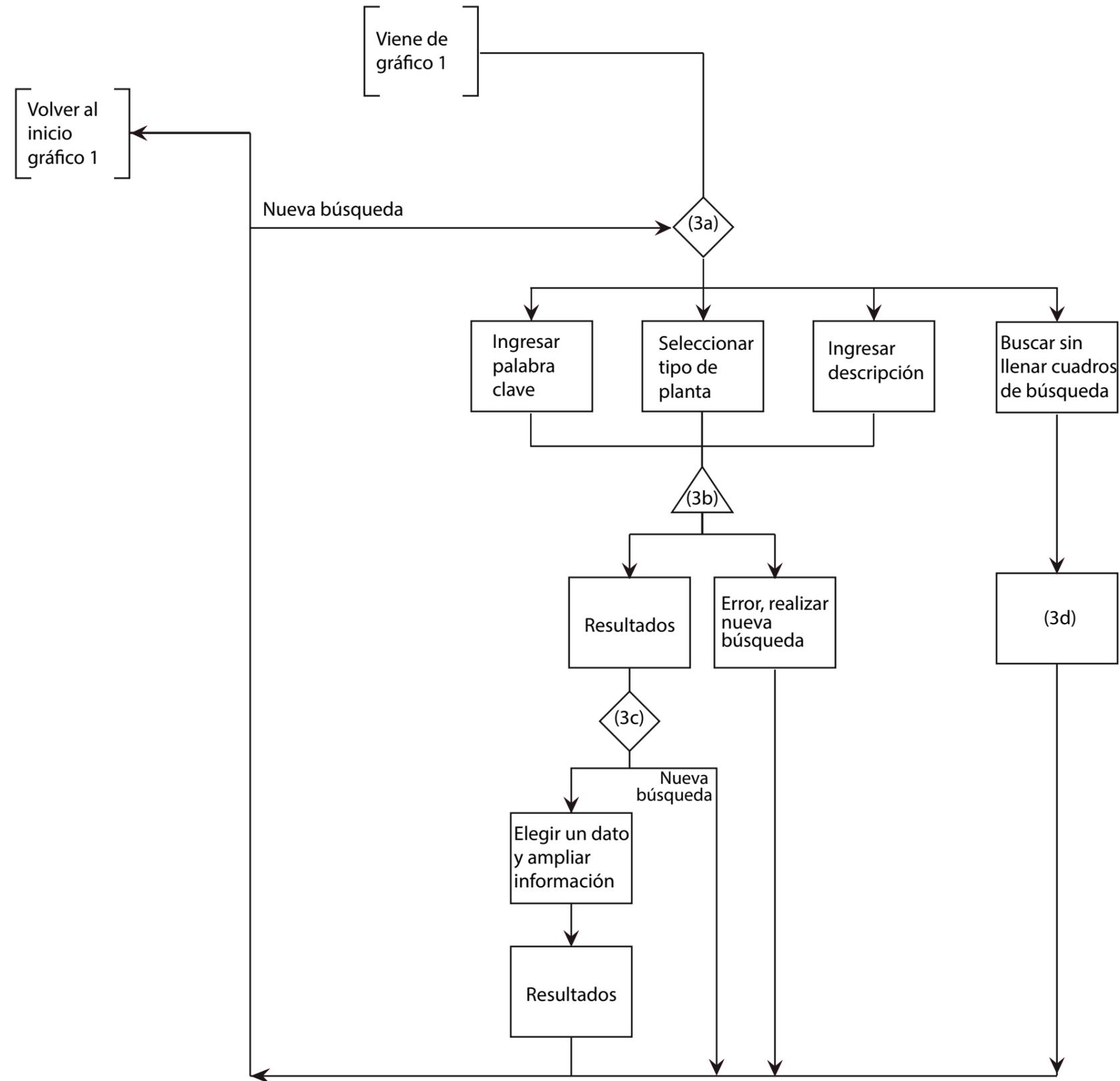


2a. El usuario puede seleccionar una o más opciones al mismo tiempo para realizar la búsqueda.

2b. El sistema determina si los parámetros de búsqueda están correctos y si existen datos muestra resultados, si no, muestra un mensaje.

2c. El usuario puede seleccionar una opción.

2d. Si el usuario realiza una búsqueda sin llenar los cuadros de búsqueda, el sistema por defecto mostrará todos los resultados disponibles en ese apartado.



3a. El usuario puede seleccionar una o más opciones al mismo tiempo para realizar la búsqueda.

3b. El sistema determina si los parámetros de búsqueda están correctos y si existen datos muestra resultados, si no, muestra un mensaje.

3c. El usuario puede seleccionar una opción.

3d. Si el usuario realiza una búsqueda sin llenar los cuadros de búsqueda, el sistema por defecto mostrará todos los resultados disponibles en ese apartado.

3.3 Manejo de errores

Las medidas que se tomó para evitar que se den errores durante el uso de la aplicación son las siguientes:

- Hacer que el sistema muestre información en todo momento para que el usuario no se quede frente a una pantalla vacía y para propiciar la exploración de la aplicación. Por defecto, al iniciar la aplicación, se mostrarán todos los registros disponibles del primer apartado de búsqueda.
- Si el usuario presiona un botón de búsqueda sin haber ingresado datos para realizarla o sin haber seleccionado de las listas desplegadas o de los botones de selección única alguna opción, el sistema mostrará por defecto todos los registros que se encuentren disponibles en el apartado de donde el usuario pulsó el botón de búsqueda.
- Durante el uso de la aplicación, en todo momento habrá un mensaje en la parte inferior que le informe al usuario en qué apartado se encuentra así como un resumen de los parámetros de búsqueda que realizó.
- Al pasar el cursor por los cuadros de texto, se mostrarán “*tool tips*” o pequeños mensajes que indiquen la acción que puede realizar en ese cuadro.
- El usuario dispone de texto informativo en cada apartado al pulsar el signo de pregunta.
- Si el sistema no encuentra resultados de alguna búsqueda, mostrará al usuario un mensaje para que realice una nueva indagación.

3.4 Lenguaje

Para que los usuarios de la aplicación puedan comprender la terminología utilizada, se emplea un lenguaje controlado, es decir, un grupo de términos que se manejen en toda el sistema de acuerdo a los conocimientos del usuario (Garrett, 2011).

Según la segmentación de usuario realizada se elaboró una lista de términos sustituyendo aquellos que componen el lenguaje científico por otros de fácil comprensión:

En lugar de:

- Clasificación taxonómica
- Distribución geográfica
- Hábito

Se emplea:

- Clasificación
- Ubicación
- Tipo de planta

Conociendo que cuando el usuario realiza búsquedas en el apartado de Apariencia y en otros apartados, el sistema devuelve información acerca de la descripción de las especies con vocabulario científico, se incorporó un glosario.

3.5 Modelos conceptuales

Son las impresiones que tienen los usuarios respecto a cómo los componentes interactivos que se proponen van a comportarse. Un ejemplo de modelo conceptual es el uso del ícono del carro de compras en los sitios web que venden productos; el uso de modelos conceptuales con los que el usuario está familiarizado y puede facilitar su adaptación a un sitio nuevo. Los modelos conceptuales pueden utilizarse en todo el sistema o solamente en un componente (Garrett, 2011), en este caso, se emplearon tres modelos conceptuales con los que los usuarios deberían estar familiarizados dada su experiencia en el internet; estos son:



- La lupa como metáfora para realizar una búsqueda.



- El signo de interrogación para buscar una respuesta en los apartados en caso de duda, se relaciona también con “ayuda”.



- Ícono para maximizar la pantalla o pantalla completa.

3.6 Diseño de interfaz

En este apartado, se seleccionaron los elementos que sirvieron para que el usuario realice las tareas necesarias para obtener la información referente a las plantas del Cajas, sus funciones, y cómo esas funciones se hacen efectivas en la pantalla.

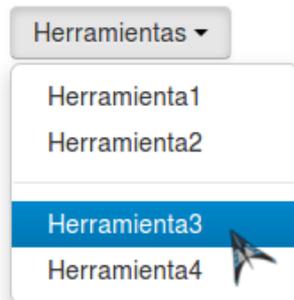
Al haber utilizado Bootstrap, se tienen algunas restricciones de diseño al adaptarse a la grilla de 12 columnas, sin embargo, es posible que muchos de los usuarios estén habituados al uso de ciertos controles estandarizados que usan los *frameworks* lo que facilitaría su adaptación a la nueva aplicación que se les presenta.

Los controles estandarizados, utilizados en un gran número de sistemas computarizados, que se utilizaron en esta aplicación son:

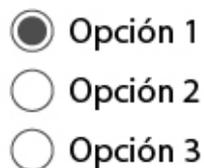
Cuadros de texto: Aquí el usuario ingresa palabras digitándolas con el teclado para buscar la información de su interés.

Ingresar datos aquí

Listas desplegables: Permiten al usuario elegir una sola opción de una lista que se despliega al pulsar en la flecha.



Botones de selección única: Permiten al usuario seleccionar una opción de un grupo de opciones. Solo permite seleccionar una opción a la vez.



Botones de acción: Generalmente toman la información que el usuario ha ingresado y le dice al sistema que realice alguna acción con eso.



3.7 Wireframe

En el *wireframe*, o llamado también esqueleto, se organizaron todos los elementos, navegación e información de la aplicación de manera esquemática. Se propuso una aplicación que consta de un solo “cuerpo” donde la información es visualizada en una pantalla, allí las visualizaciones cambian según la búsqueda que realice el usuario en una sección de controles dividida por apartados. Este tipo de aplicación requiere de un solo esqueleto como se puede observar en la figura a continuación.

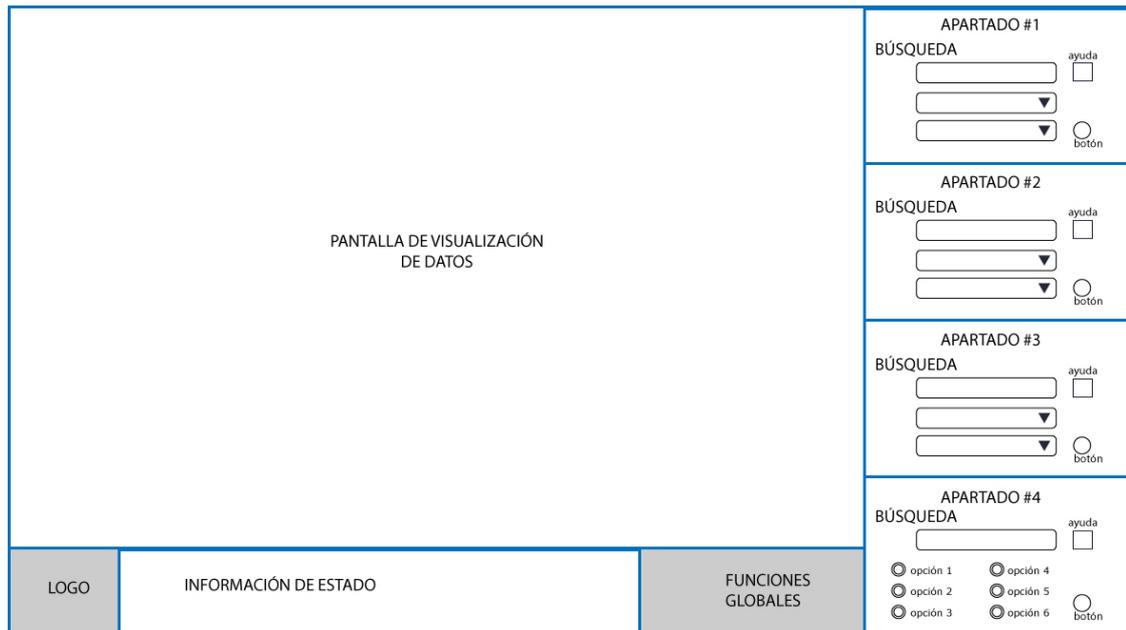


Figura 17. Esqueleto de la aplicación. Autora.

Siguiendo el cuadro de características de rejillas de Bootstrap, se utilizó las medidas para dispositivos grandes con pantallas mayores o iguales a 1200 px de ancho, en este tamaño de pantallas las visualizaciones de la aplicación se podrán apreciar de forma óptima, aunque esto no impide que puedan utilizarse dispositivos más pequeños.

El diseño de interfaz por tanto tiene una medida de 1170 px de ancho. Para definir la altura, se utilizó la proporción de 16:9, que corresponde a las pantallas panorámicas utilizada en muchos monitores de escritorio.

Las columnas en Bootstrap pueden agruparse como en la siguiente tabla:

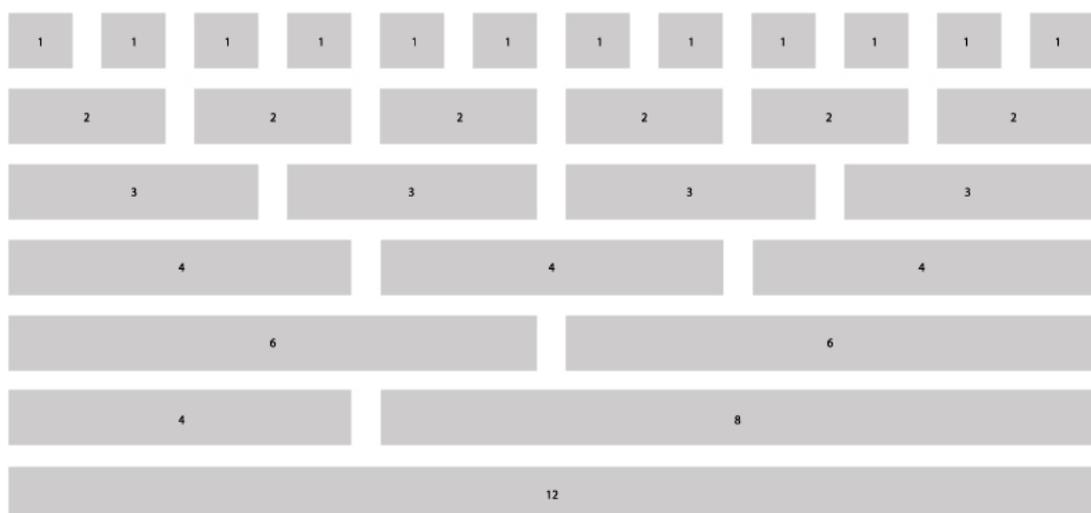


Figura 18. Columnas de rejilla Bootstrap. Tomado de: <http://www.ejavier.es/el-grid-de-bootstrap-3/>

En esta aplicación el diseño utiliza la agrupación de la tercera fila, es decir cuatro columnas de tres cada una. Conociendo que cada columna tiene una separación de 15 px a cada lado, se tiene cuatro columnas de 263 px separadas una de la otra.

En el diseño de la interfaz, se destinó la última columna de la derecha para el área de los cuatro apartados: Clasificación, Apariencia, Ubicación y Altitud. Las tres columnas restantes de derecha a izquierda forman la pantalla para la visualización de los datos.

En general, el diseño tiene como objetivo facilitar la experiencia del usuario durante el empleo de la aplicación, con colores y elementos gráficos que lo apoyen y guíen para obtener la información que requiera.

3.8 Manejo del color

La paleta de colores se eligió de manera que no interfiera con los colores de las visualizaciones que serán desplegadas en la pantalla de la aplicación.

Se buscó colores neutrales, con tonalidades azules y grises, que contrasten con los colores de las visualizaciones y que sean afines a la imagen de marca de la Universidad del Azuay.

Al mismo tiempo, se utilizó una paleta secundaria de colores contrastantes y brillantes que sirve para destacar los apartados de búsqueda de la aplicación y se emplearon solamente para acentuar las etiquetas y el borde que delimita cada apartado.

Manteniendo una relación entre la aplicación y la Universidad del Azuay, la paleta secundaria se obtuvo de su portal web (Figura 19).



Figura 19. Elección de colores tomados del portal de la Universidad del Azuay. <http://www.uazuay.edu.ec>

El color #31a3a se obtuvo de modificar el tono del color original del sitio web para diferenciarlo del azul.

El resultado final del trabajo de diseño se muestra a continuación. En la figura 20 se puede ver la aplicación de la grilla en la diagramación de la interfaz y en la figura 21 se puede observar el diseño final de la interfaz con las medidas generales dadas en píxeles.

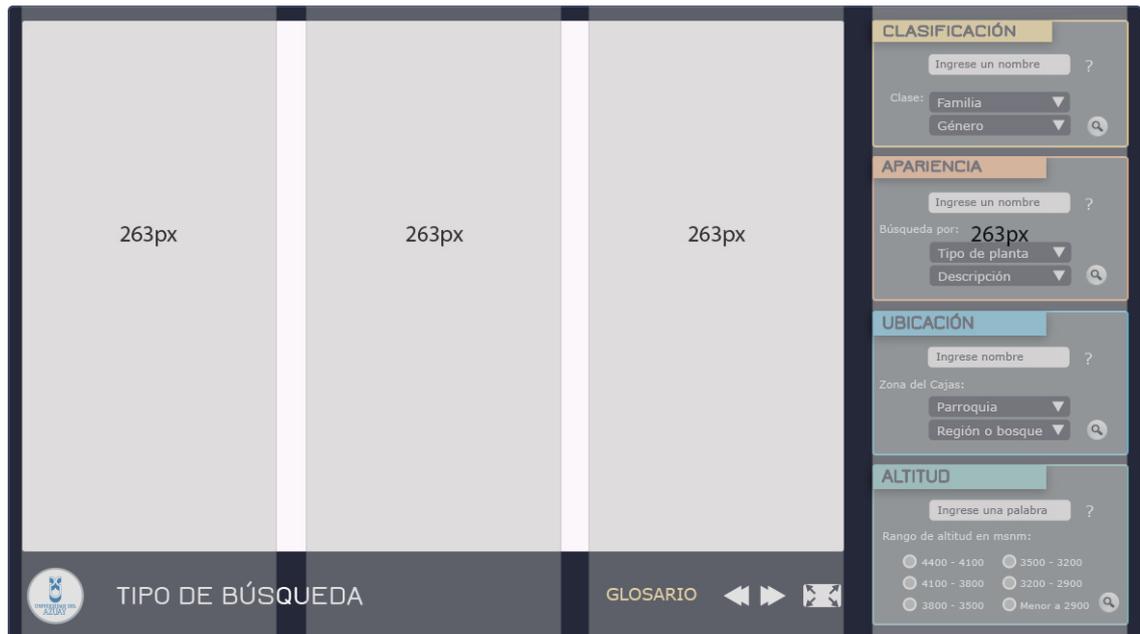


Figura 20. Aplicación de la grilla Bootstrap al diseño de interfaz de la aplicación. Autora.

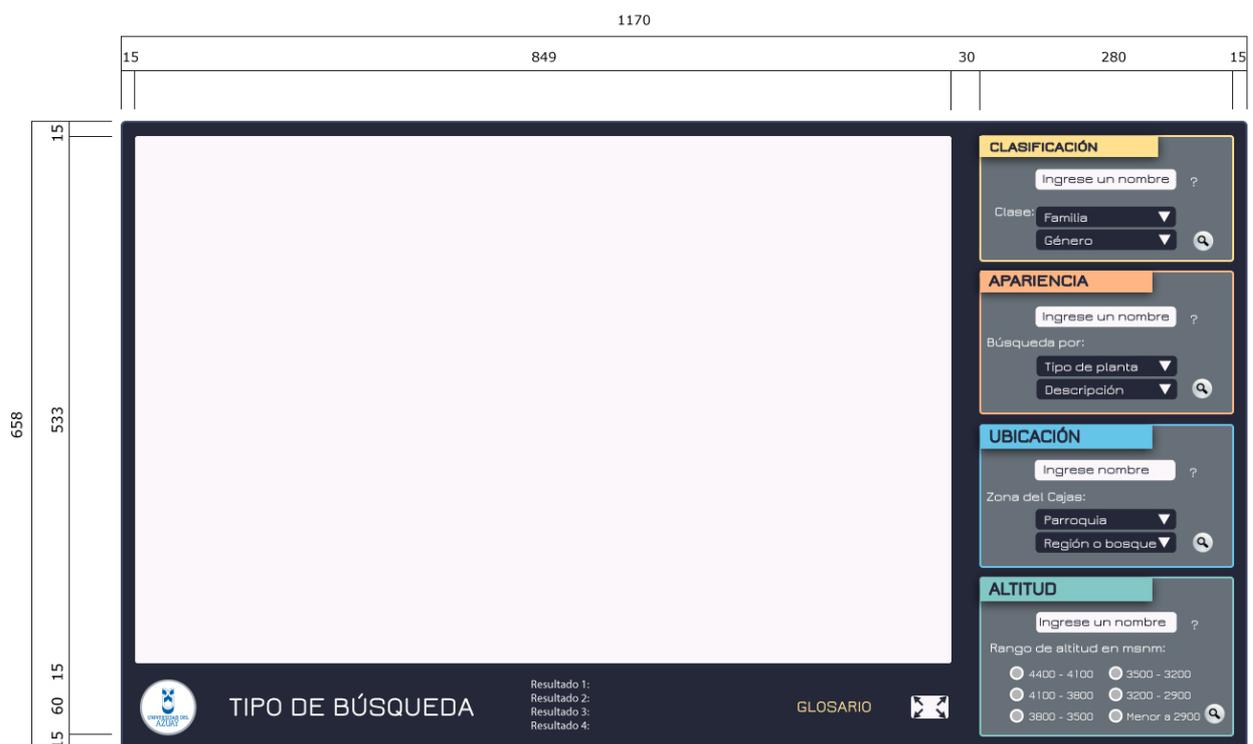


Figura 21. Diseño de interfaz de la aplicación. Autora.

3.9 Guía de estilo

Muestra las decisiones de diseño que se aplicaron de manera detallada.

Color

Paleta principal



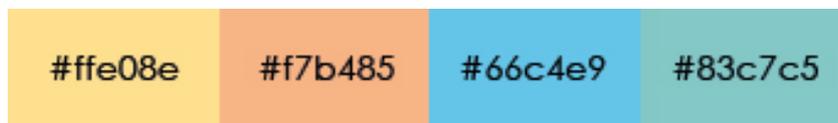
Paleta secundaria

Los colores de la paleta secundaria fueron atenuados utilizando un matiz más claro para evitar que se perciba ruido en el diseño y para evitar que estos colores compitan en importancia con los de las visualizaciones a desplegarse en la pantalla principal.

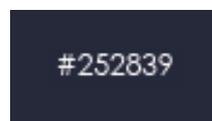
Paleta secundaria original



Paleta secundaria modificada



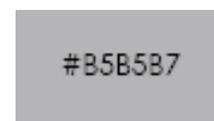
3.9.1 Aplicación del color



- Color oscuro principal.
- Fondo principal.
- Texto de etiquetas.
- Fondo de listas desplegables.



- Color principal.
- Fondo de cuadro separador de apartados.



- Color claro secundario
- Fondo en "tool tip"
- Fondo en listas desplegables.

#ffe08e

- Color secundario.
- Fondo etiqueta y borde de cuadro de apartado "Clasificación".

#f7b485

- Color secundario.
- Fondo etiqueta y borde de cuadro de apartado "Apariencia".

#66c4e9

- Color secundario.
- Fondo etiqueta y borde de cuadro de apartado "Ubicación".

#83c7c5

- Color secundario.
- Fondo etiqueta y borde de cuadro de apartado "Altitud".

3.9.2 Tipografía

Jura Demi Bold en mayúsculas para los títulos. En cuanto al tamaño, el título principal es de 30 pt y los títulos de las secciones de 21 pt cuando la aplicación se visualice al 100 % de tamaño

ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWXYZ
1234567890

Jura Demi Bold en minúsculas para los textos.

abcdefghijklmnopqrstu vwxyz

Verdana en minúsculas, para texto secundario, *tool tips*.

abcdefghijklmnopqrstu vwxyz
1234567890

3.9.3 Elementos Gráficos

Etiquetas

CLASIFICACIÓN

Tipografía: Jura Demi Bold, mayúsculas 21pt

Estilo:

Sombra paralela. Modo: Normal.

Opacidad: 75 %

Desplazamiento en Y: 2 px

Desenfocado: 3 px

Oscuridad: 100 %

Cuadro de separación de secciones



Radio de vértice: 5 px

Color de fondo: Gris #677077

Color de borde: Igual al de su etiqueta. Grosor: 2 pt

Cuadro de texto

Radio de vértice: 5 px

Color de fondo: #F7F7FB Blanco

Texto: Negro Tipografía: Verdana Regular 12 pt

Ingresar búsqueda

Lista desplegable

Radio de vértice: 5 px

Color de fondo: #252839 Azul marino

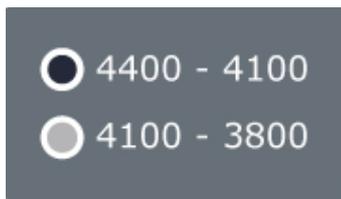
Texto: Blanco #F7F7FB Tipografía: Verdana Regular 12 pt

Flecha: Blanco #F7F7FB

Familia



Botones de selección única



Color de fondo: Blanco #F7F7FB

Color interior: Azul #252839

Estado inactivo:

Color interior: Gris #B5B5B7

Texto: Blanco #F7F7FB Tipografía: Verdana Regular 12 pt

3.10 Identidad de marca

Para identificar la aplicación se asignó un nombre y una imagen de marca. La aplicación desarrollada podría utilizarse con bases de datos de otras colecciones de plantas e incluso con otras colecciones en el área de la Biología como con un insectario, un aviario u otro; por esta razón, el nombre de la aplicación no está relacionado directamente con la flora sino que hace referencia al sistema. De acuerdo a las siglas de Sistema de Información Visual Interactivo el nombre es SIVI, con su versión Flora del Cajas.

Logotipo:



4 ETAPA 4: Desarrollo

Se normalizó la base de datos para crear un conjunto estructurado y conseguir una base de datos relacional, es decir que se organice y represente la información en forma de tablas o relaciones y que cumpla con estos objetivos (Sánchez, 2004):

- **Independencia física.** La forma de almacenar los datos no debe influir en su lógica.
- **Independencia lógica.** Las aplicaciones que utilizan la base de datos no deben ser modificadas por que se modifiquen elementos de la base de datos.
- **Flexibilidad.** La base de datos ofrece fácilmente distintas vistas en función de los usuarios y aplicaciones.
- **Uniformidad.** Las estructuras lógicas siempre tienen una única forma conceptual (las tablas).
- **Sencillez.**

En la programación se utilizó el programa Microsoft Visual Studio que consiste en una herramienta que integra una serie de complementos que permiten la administración de diferentes partes del sistema y su respectiva integración.

4.1. Dominio

El nombre del dominio es: www.herbariouda.org activo desde el 15 de diciembre de 2015.

Características generales del hosting:

Empresa: Server4you

Servidor con Windows 2008 Web Server con IIS (*Internet Information Service*).

Paquete: Proserver Power X7

CPU: AMD Opteron™ (8 CORES, OX 2.3GHz)

Mail Memory: 32 GB DDR3

Discos Duros: 2000 GB SATA II (7,200 rpm, 64 MB Cache)

RAID: Software RAID 1

Link: 100 Mbit/s

4.2. Visualización de la aplicación en diferentes dispositivos

A continuación se muestra la aplicación en tres tipos diferentes de dispositivos con tamaños diferentes de pantalla.

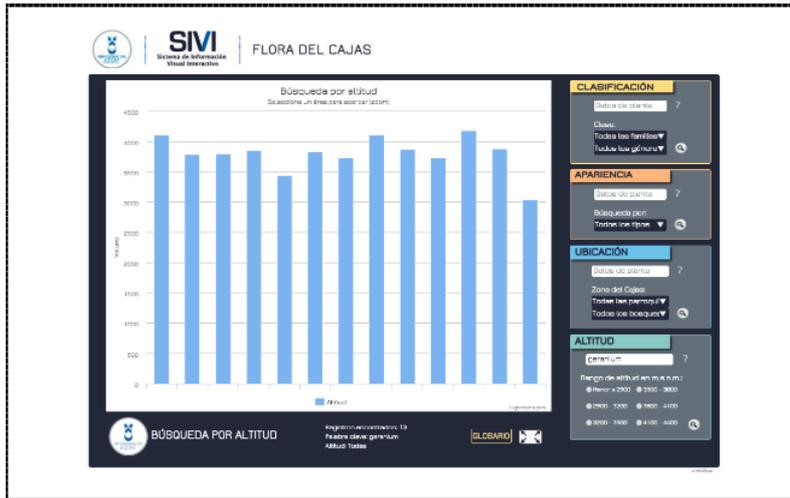


Figura 22. Visualización de la aplicación en una laptop con pantalla MDPI 1280px x 800px

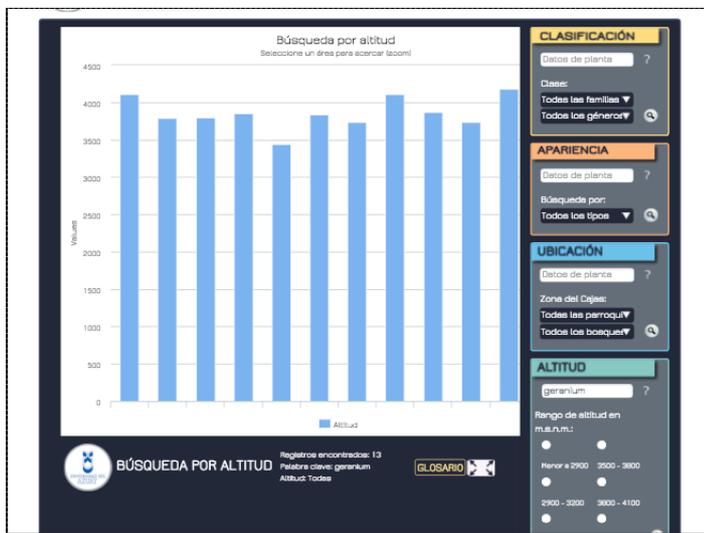


Figura 23 . Visualización de la aplicación en un iPad mini pantalla de 1024px x 768px.



Figura 24. Visualización de la aplicación en un Iphone 4 pantalla de 480px x 320px.

4.3. Funciones generales de la aplicación SIVI

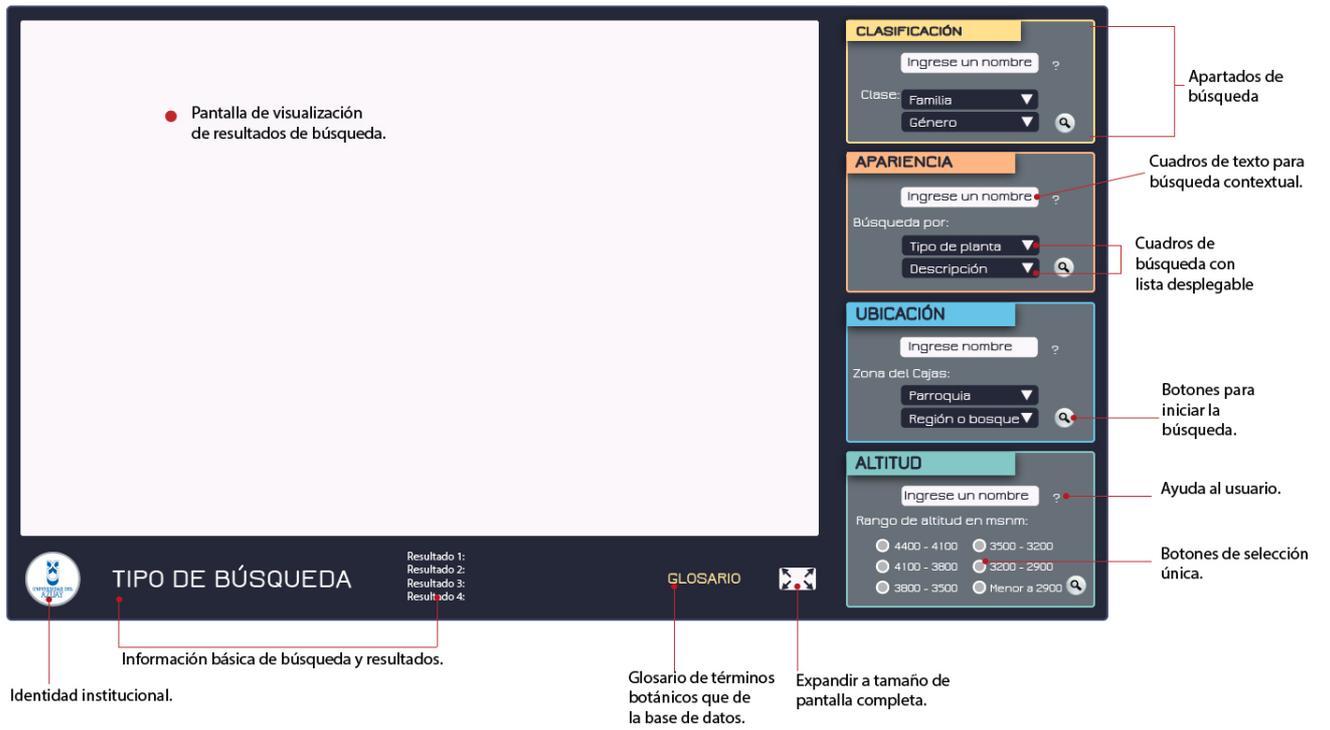


Figura 25. Funciones generales de la aplicación SIVI.

4.4. Aplicación SIVI en funcionamiento y funciones específicas

En las figuras que siguen, se puede observar el resultado final del proyecto con la aplicación en funcionamiento según los distintos apartados de búsqueda.

4.4.1 Clasificación

The screenshot displays the SIVI application interface. The central visualization is a large blue circle containing a hierarchical tree of smaller circles representing genera and species. The right sidebar contains filters for Classification, Appearance, Location, and Altitude. The bottom status bar shows 130 records found for the Asteraceae family.

CLASIFICACIÓN

Datos de planta ?

Clase:
 ASTERACEAE
 Todos los género

APARIENCIA

Datos de planta ?

Búsqueda por:
 Todos los tipos

UBICACIÓN

Datos de planta ?

Zona del Cajas:
 Todas las parroqui
 Todos los bosques

ALTITUD

Datos de planta ?

Rango de altitud en m.s.n.m.:

Menor a 2900 3500 - 3800
 2900 - 3200 3800 - 4100
 3200 - 3500 4100 - 4400

BÚSQUEDA POR CLASIFICACIÓN

Registros encontrados: 130
 Familia: ASTERACEAE
 Género: Todos

GLOSARIO

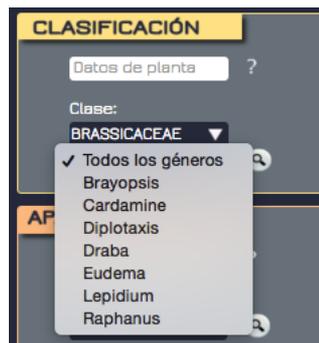
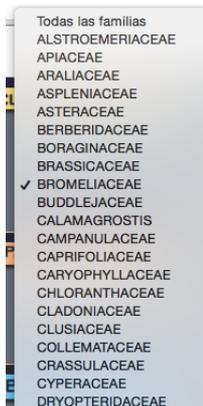
Figura 26. Ejemplo de búsqueda por clasificación.

El ejemplo muestra que se puede realizar una búsqueda sin llenar el cuadro de texto, en este caso se seleccionó de la lista desplegable una familia de plantas. La visualización muestra en el círculo de mayor tamaño la familia, los círculos azul oscuro representan los géneros de esa familia y los círculos claros representan cada especie.

Al dar clic en cualquier círculo interior, se realiza un acercamiento que muestra las especies en su interior con sus nombres. Si se desea mayor detalle, al seleccionar cualquier especie, el sistema muestra un mensaje con la información a acerca de su clasificación taxonómica.



Figura 27. Detalle de cuadro de información al seleccionar una especie en el apartado clasificación.



Figuras 28 y 29. Ejemplo de detalle de listas desplegables de familia y género en el apartado clasificación.

4.4.2 Apariencia

The screenshot shows a web-based plant search interface. On the left, there is a grid of 12 small image thumbnails, many of which are labeled 'Imagen no disponible'. In the center, a large image shows a close-up of a flower with yellow petals and a red-orange margin. To the right, there are four filter panels: 'CLASIFICACIÓN' (with a search box and dropdowns for 'Clase' and 'Todos los género'), 'APARIENCIA' (with a search box and a dropdown for 'Búsqueda por' set to 'Hierba'), 'UBICACIÓN' (with a search box and dropdowns for 'Zona del Cajas' and 'Todos los bosques'), and 'ALTITUD' (with a search box and radio buttons for altitude ranges: 'Menor a 2900', '3500 - 3800', '2900 - 3200', '3800 - 4100', '3200 - 3500', and '4100 - 4400'). Below the main image, there is a text box with the following information: 'Tipo: Hierba', 'Género: Gentianella', 'Familia: GENTIANACEAE', 'Especie: Hirculus (Griseb.) Fabris', and a description: 'Hierba entre almohadillas, pétalos amarillos con el un margen rojo-anaranjado, imbricados.' At the bottom, there is a search bar with 'BÚSQUDA POR APARIENCIA', a 'GLOSARIO' button, and a 'Registros encontrados: 23' indicator.

Figura 30. Ejemplo de búsqueda por apariencia.

En la figura 30 se observa un ejemplo de búsqueda en el apartado Apariencia, la búsqueda en el cuadro de texto contextual permite introducir cualquier palabra que describa la planta, su nombre, o una de sus partes. En el ejemplo se realizó una búsqueda por color rojo y en la lista desplegable se seleccionó el tipo hierba. El sistema devuelve todas las imágenes de plantas en cuya descripción se encuentre el color rojo. En la parte inferior se observa la información detallada de la especie elegida en cuanto a su nombre científico y su descripción.



Figura 31. Detalle de lista desplegable por tipo de planta en el apartado de apariencia.

4.4.3 Ubicación

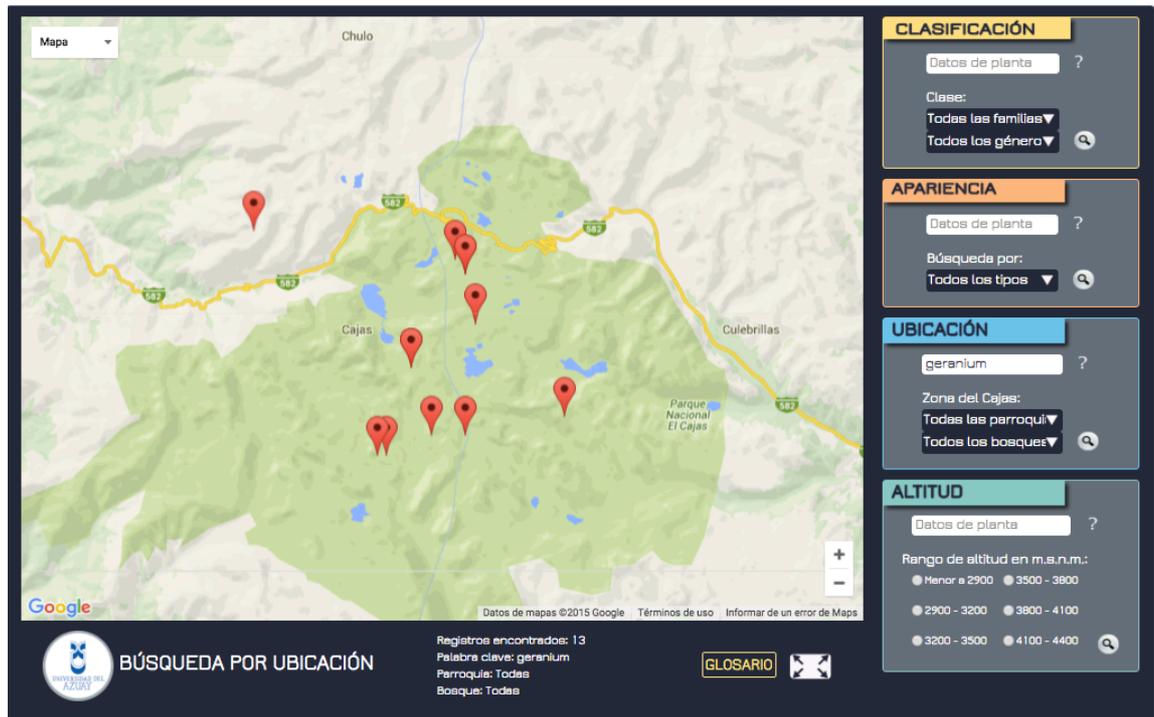


Figura 32. Ejemplo de búsqueda por ubicación.

Las búsquedas por ubicación pueden realizarse a través de dos listas desplegables y un cuadro de texto contextual. Por defecto, en las listas desplegables se encuentra seleccionada la opción “Todas las parroquias” y “Todos los bosques” de la región del Parque Nacional Cajas. En el ejemplo se realizó una búsqueda por nombre de especie en todas las parroquias y bosques. El sistema devuelve un mapa del Cajas con los marcadores en las coordenadas en las que fueron recolectadas todas las especies de la búsqueda.

Al seleccionar cualquier marcador, se muestra un cuadro con información detallada de esa especie y su fotografía si está disponible. La información que se muestra es: familia, género, especie, coordenadas, altitud y descripción.

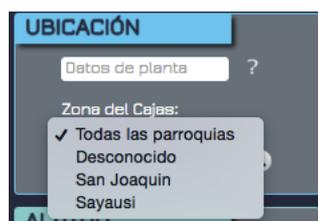


Figura 33. Detalle de lista desplegable por parroquia en apartado Ubicación.

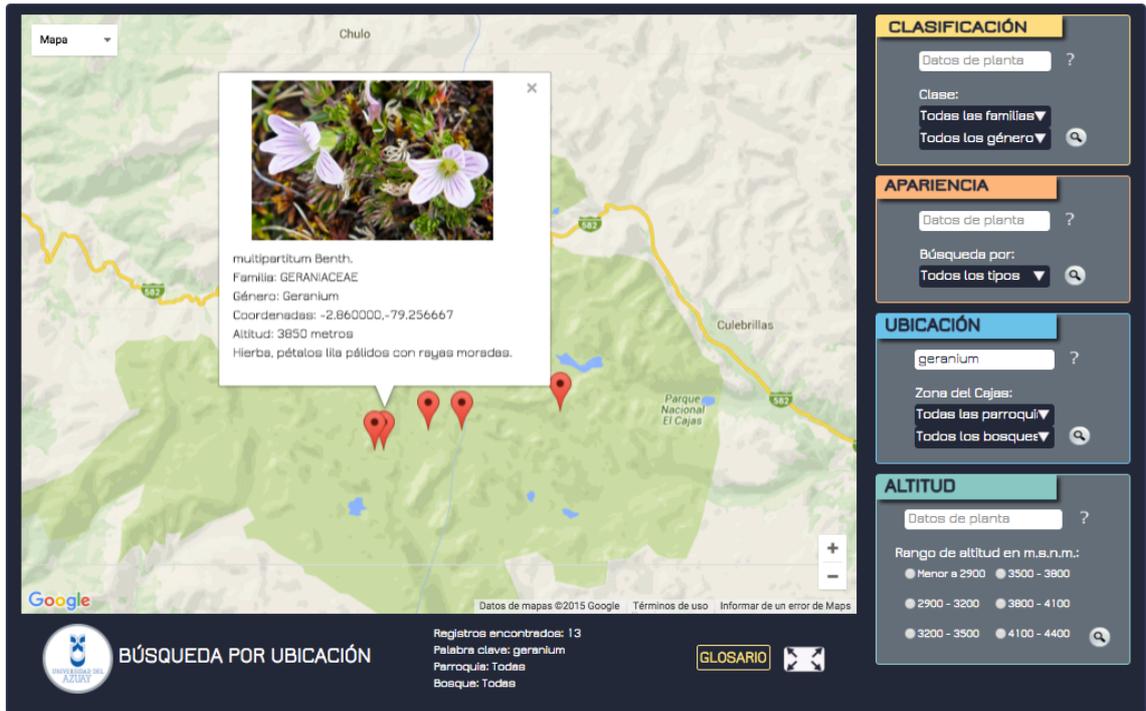


Figura 34. Detalle de cuadro de información al seleccionar un marcador en el apartado ubicación.

4.4.4 Altitud



Figura 35. Ejemplo de búsqueda por Altitud.

En el apartado de altitud se pueden realizar búsquedas en el cuadro de texto contextual y por rangos de altitud, pudiendo escoger una de las dos formas o las dos a la vez. La figura 35 muestra un ejemplo de búsqueda con el nombre de una familia sin elegir un rango de altitud, por lo que el sistema devuelve todas las plantas de la familia elegida en todos los rangos de altitud encontrados. Cada barra representa el registro de una especie y al pasar el cursor por cada barra, se muestra un cuadro con información acerca de esa especie. La información desplegada muestra: grupo botánico, familia, género, especie, descripción y altitud.

Al tener un gran número de registros de una búsqueda, se puede seleccionar un área entre las barras para realizar un acercamiento, como se observa en las figuras 36 y 37.



Figura 36. Detalle de selección de área para acercar en apartado Altitud.

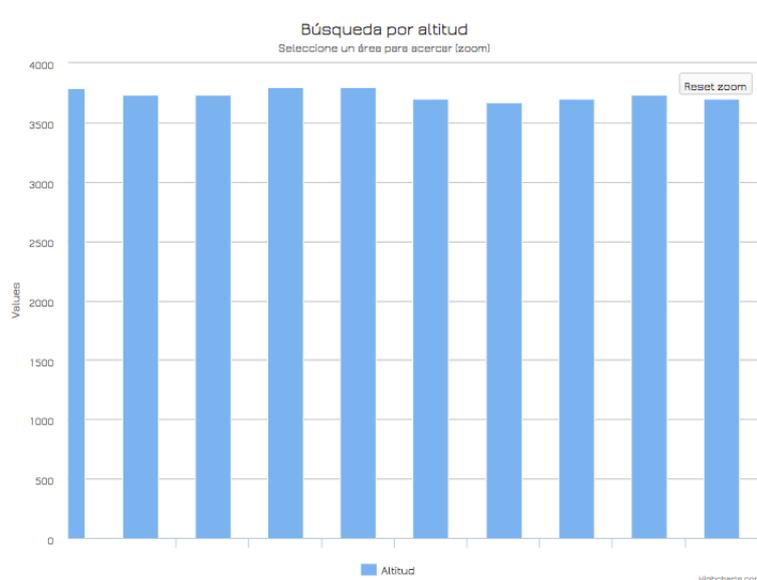


Figura 37. Ejemplo de resultado al realizar un acercamiento en apartado Altitud.

4.4.5 Glosario

La aplicación cuenta con un glosario en la parte inferior de la interfaz, disponible en todo momento para realizar consultas a cerca de los términos científicos que se pueden encontrar en las descripciones de las especies.

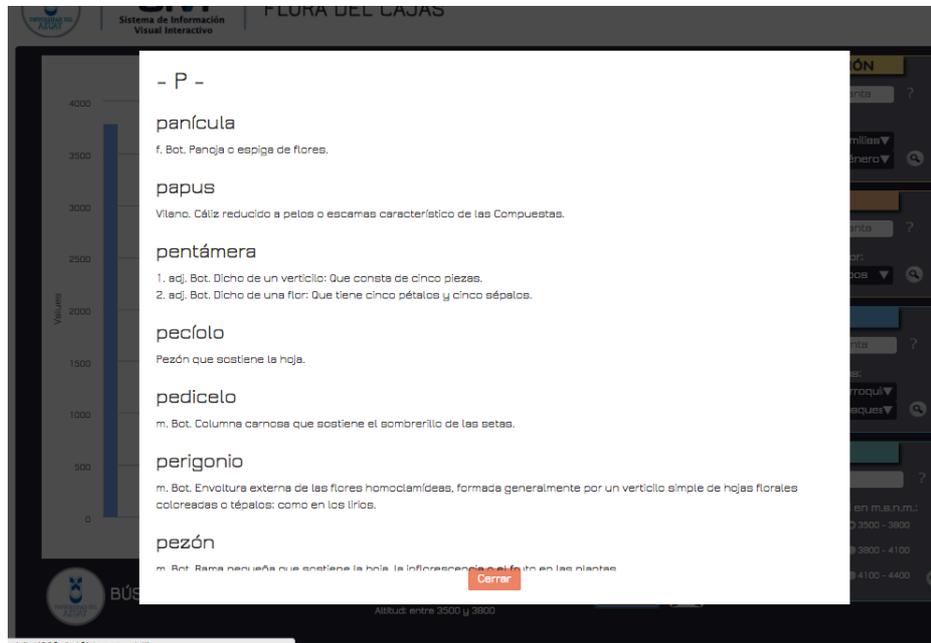


Figura 38. Ejemplo de consulta en el glosario.

Al seleccionar la palabra glosario, se abre un cuadro con los términos en orden alfabético y su respectivo significado como se observa en el ejemplo de la figura 38.

4.5 Pruebas de usabilidad

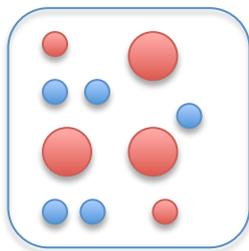
La usabilidad es importante porque el usuario abandonará el sitio o la aplicación web si la encuentra difícil de utilizar. El término usabilidad se define según Nielsen (2012) como un atributo de calidad que evalúa la facilidad de uso de las interfaces de usuario. Es también “asegurarse que algo funcione bien: que una persona con capacidad y experiencia media (o incluso por debajo de la media) pueda ser capaz de usar algo con el objetivo deseado sin sentirse completamente frustrado” (Krug, 2006).

La aplicación de un test de usuario permite evaluar el sistema y mejorar la usabilidad. Se empleó el test de usuario denominado “Pensamiento en voz alta” (Thinking Aloud) considerado por Nielsen (2012) como la herramienta de usabilidad número uno y consiste en solicitar a los participantes en el test que utilicen el sistema mientras verbalizan sus pensamientos conforme se mueven a través de la interfaz. Se toma nota de las acciones del usuario y de sus expresiones verbales identificando los problemas que surgen de la utilización de la interfaz.

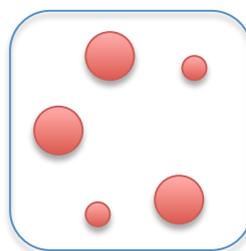
En cuanto a la cantidad de usuarios que realicen el test, Krug (2006) recomienda realizar rondas de tests de 3 o 4 usuarios. La razón es que después de los tres primeros usuarios se encontrarán los problemas más significativos y, los siguientes, repetirán los mismos errores, por lo que resulta más valioso realizar los cambios necesarios y realizar una segunda ronda de test para detectar nuevos problemas.

Otro inconveniente al realizar más de cuatro tests a la vez es la dificultad en procesar la información recopilada. Al realizar un test a 8 usuarios, generalmente se detectan 5 problemas, mientras que al realizar dos tests a 3 usuarios cada uno, con los primeros problemas iniciales solucionados de antemano, se detectan aproximadamente 9 problemas. A continuación se presenta un gráfico que muestra esta lógica:

Un test con ocho usuarios

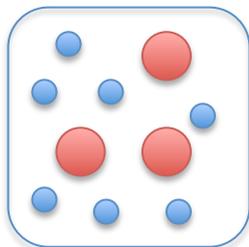


Cinco problemas encontrados

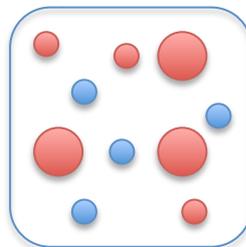


Dos tests con tres usuarios

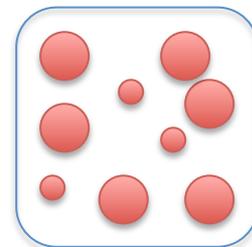
Primer test



Segundo test



Nueve problemas encontrados



Se realizaron dos tests de tres usuarios y se detectaron los siguientes problemas:

4.5.1 Primer test con tres usuarios

1. Letras poco legibles en el logotipo de SIVI. El texto con el nombre de SIVI: Sistema de Información Visual Interactivo no se leen con claridad.



Figura 39. Captura de pantalla letras inferiores de logotipo SIVI poco legibles.

Corrección: Se cambió la tipografía y se agrandó el tamaño del texto.



Figura 40. Captura de pantalla letras inferiores de logotipo SIVI modificadas.

2. Poca claridad en el texto del cuadro de texto. En el cuadro de texto para búsqueda de todas las secciones se utilizaba el texto: "Ingrese un nombre", los usuarios interpretaban como ingresar el nombre científico de la planta y al no conocerlo no lo utilizaron.

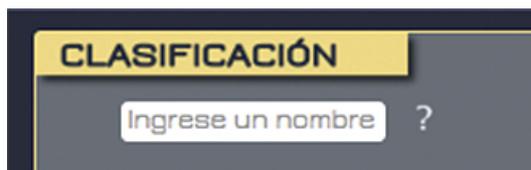


Figura 41. Captura de pantalla texto en cuadro de búsqueda poco comprensible.

Corrección: Se cambió este texto por: "Ingrese datos de planta", adicionalmente se incorporó un *tool tip* indicando al usuario que puede ingresar un nombre o una parte o un rasgo de la planta que desea conocer.

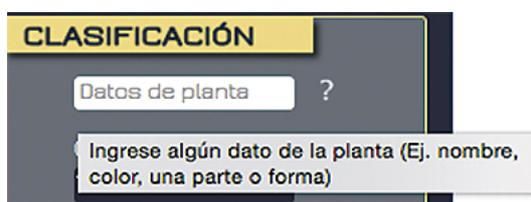


Figura 42. Captura de pantalla texto de cuadro de búsqueda corregido e incorporación de *tool tip*.

3. No estuvo claro que la búsqueda en el cuadro de texto es opcional.
4. Poca legibilidad en textos de ayuda. Se colocó en un inicio un fondo color negro para el cuadro con texto de ayuda con tipografía Jura Demibold.



Figura 43. Captura de pantalla texto de ayuda poco legible.

Corrección: Se añadió en el cuadro de texto de ayuda, un texto llamativo indicando que ese campo es opcional.

Se cambió el color de fondo por gris claro y la tipografía por Verdana, mejorando el contraste y la legibilidad del texto.

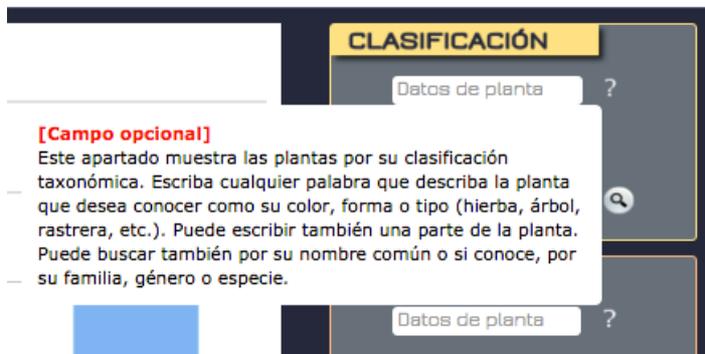


Figura 44. Captura de pantalla con cambio en fondo y tipografía de cuadro de ayuda y mensaje de campo opcional.

4.5.2. Segundo test con tres usuarios

1. Error de texto duplicado con la palabra "tipo" crea confusión.



Figura 45. Captura de pantalla de palabra duplicada.

Corrección: La palabra tipo en el caso relacionada con la taxonomía fue reemplazada por "Grupo" ya que se refiere al grupo botánico mientras que la palabra tipo del apartado apariencia se refiere al hábito de la planta, es decir, indica que se trata de una planta rastrera, acuática, hierba, etc.

2. En el apartado Altitud el usuario no sabe que se puede ampliar la visualización.

Corrección: Se introdujo un pequeño texto que indica que es posible acercar la imagen por medio de la selección del área que se desee.



Figura 46. Captura de pantalla de mensaje para acercamiento en resultados de altitud.

3. Usuarios piden más información en el apartado Altitud.

Corrección: Se programó al sistema para que muestre la descripción de cada especie dentro del cuadro de información flotante que sale al pasar el cursor por las barras.

4. Confusión entre Glosario e ícono para ampliar pantalla por encontrarse muy juntos.

Corrección: Se separó la palabra Glosario del ícono de pantalla completa y se lo delimitó con un rectángulo a manera de botón haciendo notorio que se trata de dos elementos diferentes.

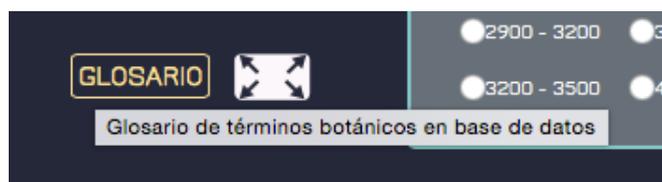


Figura 47. Captura de pantalla de boton para glosario.

5. Usuarios piden incorporar un buscador alfabético en el glosario.



Figura 48. Captura de pantalla de buscador alfabético en glosario.

Corrección: Se incorporó un buscador alfabético dentro del Glosario facilitando la búsqueda de las palabras.

6. Inconsistencia de texto entre apartado Ubicación y resultados.

Corrección: Se revisó los textos de los resultados para que coincidan con los de los cuadros de búsqueda para así lograr consistencia y claridad.

5. CONCLUSIONES

El objetivo del proyecto fue aportar a la difusión de la información científica del Herbario Azuay a través del uso de las herramientas y técnicas que ofrecen las disciplinas dedicadas a la creación de visualizaciones, y, centrada en el usuario.

La segmentación de usuario mediante un proceso de encuestas mostró que los grupos identificados como posibles usuarios tienen, en efecto, interés en varios de los temas planteados para la aplicación web; sin embargo, el grupo control que estuvo formado por personas que no están relacionadas con áreas botánicas y las entrevistas de validación de datos realizadas, revelaron que existe un interés importante por estos temas y la preocupación por conocer más sobre la conservación del ecosistema del Parque Nacional Cajas en otros grupos de personas, abriendo el grupo de posibles usuarios a un rango más amplio de la población de Cuenca.

La segmentación de usuario, además, fue realizada en el contexto local; sin embargo, la herramienta propuesta podría ser útil en otros ámbitos como el nacional o internacional, para organizaciones e interesados en la flora de la región, gracias a la globalización de los sistemas disponibles en la web.

La selección de herramientas de visualización representó un desafío teniendo en cuenta la falta de consenso de los expertos en cuanto a las Técnicas de Visualización de Información y Visualización de Datos más adecuadas, las múltiples clasificaciones que se encuentran de estas técnicas y la gran cantidad de software disponible, con lo que las decisiones se realizaron teniendo en cuenta las características de los datos y a la vez buscando que sean de fácil comprensión y manejo por parte de los usuarios.

La metodología de diseño centrado en el usuario seguida en el proceso de creación de la aplicación SIVI, fue de gran utilidad, pues toma en cuenta los aspectos más importantes para crear un diseño que pone al usuario por sobre otros intereses como por ejemplo los comerciales o los de funcionamiento del sistema.

Se desarrolló una aplicación web que podrá ser de utilidad para estudiantes, maestros y público interesado en la información botánica del Parque Nacional Cajas, constituyendo un sistema que puede aplicarse a una gran variedad de bases de datos.

Al culminar el desarrollo de la aplicación SIVI, se confirmó la posibilidad de realizar una aplicación con características como el empleo de una base de datos, un diseño centrado en el usuario y accesible en la web mediante herramientas y software *open source*.

6. RECOMENDACIONES

Existe gran interés por información que en la base de datos del Herbario Azuay no se encuentra de manera completa. Se recomienda ampliar y completar la información referente a su nombre común, uso medicinal, alimentario u otro de las plantas, la relación que las especies animales tienen con ellas, las condiciones climáticas que necesitan para crecer y la manera de conservarlas. A pesar de que esto último no constituye objeto de estudio de un herbario, esta información puede estar contenida en bases de datos adicionales manejadas por otros laboratorios o unidades de investigación.

La depuración de la base de datos y su actualización constante son actividades que deben ser promovidas de forma permanente según la necesidad de contar con un sistema de coordenadas o ubicación precisa de las especies de plantas, descripciones botánicas completas en español e inglés y adición de recursos fotográficos o ilustraciones que faciliten la búsqueda y clasificación de las especies. Estas actividades pueden bien ser promovidas a través de un trabajo coordinado con tesis de grado y posgrado, y actividades complementarias adicionales a las normales de un herbario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bootstrap. (2015). *Getting started. An overview of Bootstrap, how to download and use, basic templates and examples, and more.* Recuperado en octubre de 2015.

<http://getbootstrap.com/getting-started/#support-browsers>

Bostock, M. (2015). D3.js. Recuperado el 17 de diciembre de 2015. <https://d3js.org>

Code Plex. (2015). *Dot.Net.Highcharts.* Recuperado el 20 de diciembre de 2015. <https://dotnethighcharts.codeplex.com>

Córdoba, C., & Alatríste, Y. (2012). *Hacia una taxonomía de investigación entre Visualización de Información y Diseño.* Recuperado el 17 de noviembre de 2015.

http://www.nosolousabilidad.com/articulos/taxonomia_visualizacion.htm?utm_source=dlvr.it&utm_medium=twitter#biblio

Desarrolloweb.com. (2015). *JavaScript a fondo.* Recuperado el 26 de diciembre de 2015. <http://www.desarrolloweb.com/javascript/#quees/>

Díaz, Francisco Javier C. M. (2014). *Evaluación de herramientas Free/Open Source para pruebas de software.* Recuperado el 6 de diciembre de 2015. http://www.linti.unlp.edu.ar/uploads/docs/evaluacion_de_herramientas_op_en_source_para_pruebas_de_software.pdf

Foley, T. (2009). *Gallerific.* Recuperado el 20 de diciembre de 2015. <http://www.twospys.com/gallerific>

Garrett, J. J. (2011). *The elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond.* Berkeley, California, USA: New Riders.

Google. (2015). *Google Maps JavaScript API.* Recuperado el 17 de diciembre de 2015.

<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/basics/>

H. Chi, E. (2000). *A Taxonomy of Visualization Techniques using the Data State Reference Model.* Palo Alto, California, USA.

Herbario Azuay. (2015). *Herbario Azuay.* Recuperado el 20 de abril de 2015. www.uazuay.edu.ec/investig_proyectos/ambientales/herbario.htm

Herbario Azuay. (2015). *Herbario Azuay.* Recuperado el 18 de junio de 2015. www.uazuay.edu.ec/HerbarioAzuay/

HighSoft. (2015). *Highcharts product. What is Highcharts?* Recuperado el 20 de diciembre de 2015. <http://www.highcharts.com/products/highcharts>

Illiinsky, N., & Steele, J. (2011). *Designing Data Visualizations.* (J. Steele, Ed.) Sebastopol, California, Estados Unidos de América: O'Reilly.

Institute of Software Technology & Interactive Systems. (2013). *Information Visualization*. Recuperado el 18 de noviembre de 2015. http://www.infovis-wiki.net/index.php?title=Information_Visualization#Definitions

JQuery. (2015). *What is JQuery?* Recuperado el 20 de diciembre de 2015. <http://jquery.com>

JQuery learning center. (2015). *About JQuery*. Recuperado el 20 de diciembre de 2015. <http://learn.jquery.com>

JSON. (2015). *Introducción a JSON*. Recuperado el 18 de diciembre de 2015. <http://www.json.org/json-es.html>

Kelcible agence Web. (2013). *Le responsive web design*. Recuperado el 6 de diciembre de 2015. <http://www.vuduweb.fr/lagence-web-kelcible/responsive-web-design/#visuellement>

Khan, M., & Khan, S. (2011). Data and Information Visualization Methods, and Interactive Mechanisms: A Survey. *International Journal of Computer Applications*, 34 (1).

Krug, S. (2006). *Don't make me think. A common sense approach to web usability* (Segunda edición ed.). Berkeley, California, USA: New Riders Publishing.

Lengler & Eppler, (s.f.). *A periodic table of visualization methods*. Recuperado el 2 de diciembre de 2015. http://www.visual-literacy.org/periodic_table/periodic_table.html

Librosweb. (2015). *Libros Bootstrap 3, el manual oficial Capítulo 2. Diseñando con rejilla 2.2. Tipos de rejillas*. Recuperado el 6 de diciembre de 2015. https://librosweb.es/libro/bootstrap_3/capitulo_2/tipos_de_rejillas.html

Librosweb. (2015). *Libros Introducción a JavaScript Capítulo 1. Introducción*. Recuperado el 6 de diciembre de 2015. http://librosweb.es/libro/javascript/capitulo_1.html

Librosweb. (2015). *Introducción a XHTML. Capítulo 1*. Recuperado el 26 de diciembre de 2015. http://librosweb.es/libro/xhtml/capitulo_1.html

Librosweb. (2015). *Introducción a JavaScript*. Recuperado el 26 de diciembre de 2015. http://librosweb.es/libro/javascript/capitulo_1/breve_historia.html

López, E. (2015). *Arquitectura de n capas*. Recuperado el 17 de diciembre de 2015. http://www.academia.edu/10102692/Arquitectura_de_n_capas/

Microsoft. (2015). *MS Developer Network*. Recuperado el 20 de noviembre de 2015. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658117.aspx/>

Microsoft Developer Network. (2015). *Introducción a .NET Framework*. Recuperado el 3 de diciembre de 2015.

[https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh425099\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh425099(v=vs.110).aspx)

Mozilla Developer Network. (2015). *AJAX - Getting started*. Recuperado el 15 de diciembre de 2015.

https://developer.mozilla.org/en-US/docs/AJAX/Getting_Started

Murray, S. (2013). *Interactive Data Visualization for the Web*. Sebastopol, California, Estados Unidos de América: O'Reilly.

MySQL. (2015). *MySQL 5.7 Reference Manual. What is MySQL*. Recuperado el 28 de diciembre de 2015.

<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/what-is-mysql.html>

Nielsen, J. (2012). *Usability 101: Introduction to Usability*. Recuperado el 15 de diciembre de 2015.

<http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

Owen, G. S. (1999). *Definitions and Rationale for Visualization*. Recuperado el 26 de mayo de 2015. <http://www.siggraph.org>

Pontis, S. (2007) *La Historia de la Esquemática en la Visualización de Datos*. Recuperado el 5 de junio de 2015.

<http://medialab-prado.es/mmedia/0/965/965.pdf>

Recio, F., & Provencio, D. (2003). *.Net Framework*. Recuperado el 15 de diciembre de 2015.

<http://www.desarrolloweb.com/articulos/1328.php>

Robledano, A. M. (2015). *Tutorial Bootstrap 3: Introducción e instalación*. Recuperado el 6 de diciembre de 2015.

<https://openwebinars.net/tutorial-bootstrap-3-introduccion-e-instalacion/>

Sánchez, J. (2004). *Principios sobre bases de datos relacionales*. Recuperado el 8 de diciembre de 2015.

<http://www.jorgesanchez.net/bd/bdrelacional.pdf>

Santoyo, A. R. (2013). *Fundamentos de Mercadotecnia*. Recuperado el 26 de octubre de 2015.

<http://www.eumed.net/libros-gratis/2014/1364/segmentacion-variables.html>

Shneiderman, B. (1996). *The eyes Have it: a Task by Data type Taxonomy for Information Visualizations*. Recuperado el 16 de mayo de 2015.

<http://hcil2.cs.umd.edu/trs/96-13/96-13.html>

Vivanco, M. (2005). *Muestreo estadístico diseño y aplicaciones*. Santiago de Chile, Chile: Editorial Universitaria.