

# UCUENCA

## Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

**Diseño e implementación de jardines en la facultad de Ciencias Agropecuarias mediante el uso de especies ornamentales propagadas de forma asexual**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

**Autores:**


Edisson Raimundo Arias Peralta

José Ricardo Cambisaca Mejía

Pedro Leonel Palta Vera

**Director:**

Ana Lucia Vásquez Zamora

ORCID:  0009-0001-2522-8998

**Cuenca, Ecuador**

2023-08-01

### Resumen

Los jardines son considerados como una parte integral dentro de la sociedad, debido a que aportan un entorno de belleza, tranquilidad y armonía, a lo largo de la historia estos han ido evolucionando en cuanto a nuevas formas y diseños, con respecto a los establecimientos educativos la implementación de espacios verdes es fundamental para crear un ambiente ecológico y social sobre todo para concientizar sobre su cuidado y manejo. Por tal motivo, el objetivo del presente proyecto fue diseñar e implementar jardines en la facultad de Ciencias Agropecuarias mediante el uso de especies ornamentales propagadas de forma asexual (esquejes y bulbos). Para esto se procedió a realizar un levantamiento topográfico planimétrico del lugar, esto permitió diseñar planos en 2D y 3D de los jardines mediante el empleo del programa AutoCAD, por otra parte, las especies que se utilizaron dentro de los jardines fueron propagadas de forma asexual por medio de bulbos y esquejes, para un correcto desarrollo y adaptación de las mismas se diseñó e implementó un sistema de riego por microaspersión dentro del jardín principal. Como resultado se obtuvo la construcción de dos jardines permitiendo mejorar el aspecto visual de la institución.

*Palabras clave:* propagación asexual, jardines, diseño, implementación

### Abstract

The gardens are considered an integral part of society because they provide an environment of beauty, tranquility, and harmony. Throughout history, they have evolved with new forms and designs. In the context of educational institutions, the implementation of green spaces is essential to create an ecological and social atmosphere, especially to raise awareness about their care and management. Therefore, the objective of this project was to design and implement gardens at the Faculty of Agricultural Sciences using ornamental species propagated asexually (cuttings and bulbs). A topographic survey of the area was conducted, allowing the creation of 2D and 3D garden plans using AutoCAD. Additionally, the species used in the gardens were propagated asexually through bulbs and cuttings. To ensure their proper development and adaptation, a micro-irrigation system was designed and implemented in the main garden. The result was the construction of two gardens, enhancing the visual aspect of the institution.

*Keywords:* asexual propagation, gardens, design, implementation

## Índice de contenido

Introducción .....	12
Descripción del problema.....	13
Objetivos.....	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos .....	15
Fundamentación .....	16
2.1 Fundamentación social.....	16
2.2 Fundamentación teórica .....	16
2.2.1 ¿Qué es un jardín? .....	16
2.2.2 Estilos de jardines por su estilo geográfico histórico .....	17
2.2.3 Factores ambientales presentes en un diseño de jardín.....	17
2.2.4 Criterios para el diseño de jardines .....	19
2.2.5 Propagación.....	20
2.2.6 Formas de propagación asexual .....	21
Metodología del Proyecto .....	22
3.1 Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 1 (Diseñar el estilo de jardín mediante el uso del software AutoCAD). .....	22
3.1.1 Ubicación de los sitios asignados para la implementación de jardines .....	22
3.1.2 Empleo del software AutoCAD .....	23
3.2 Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 2 (Implementar un sistema de riego por aspersión y goteo dentro del jardín ubicado cerca del bar principal).....	23
3.2.1 Diseño agronómico .....	25
3.2.2 Diseño hidráulico.....	30
3.3 Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 3 (Propagar especies ornamentales de forma asexual dentro de los invernaderos de la facultad de Ciencias Agropecuarias). .....	33
3.3.1 Propagación asexual de especies ornamentales por esquejes .....	33
3.3.2 Propagación asexual de especies ornamentales por bulbos .....	36
3.4 Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 4 (Construcción de los jardines en base al diseño establecido) .....	37
3.4.1 Muestreo del terreno. ....	37
Presupuesto.....	41

Resultados.....	43
5.1 Resultados del objetivo específico 1 (Definir el diseño del jardín mediante el uso del software AutoCAD).....	43
5.2 Resultados del objetivo específico 2(Implementar un sistema de riego por aspersión y goteo dentro del jardín ubicado cerca del bar principal).....	46
5.3 Resultados del objetivo específico 3 (Propagar especies ornamentales de forma asexual dentro de los invernaderos de la facultad de Ciencias Agropecuarias).....	48
5.4 Resultados del objetivo específico 4 (Construir los jardines en base al diseño establecido).....	49
5.4.1 Labores culturales en el área de implementación.....	49
5.4.3 Resultado final de la construcción de los jardines en base a los diseños establecidos.....	56
Conclusiones .....	59
Recomendaciones .....	60
Referencias.....	61

## Índice de figuras

Figura 1: Área de trabajo .....	22
Figura 2. Mediciones de datos para riego .....	24
Figura 3. Evapotranspiración del cultivo de referencia .....	26
Figura 4. Coeficiente de cultivos (Kc).....	26
Figura 5. Datos de la profundidad radicular y la fracción de agotamiento del suelo. ....	27
Figura 6. Catálogo del aspersor PSU-06.....	28
Figura 7. Valores del Factor C .....	31
Figura 8. Instalación de la fuente de agua.....	33
Figura 9. Preparación del sustrato .....	34
Figura 10. Proceso de reproducción asexual .....	35
Figura 11. Propagación asexual mediante bulbos.....	37
Figura 12. Cálculo de pH del suelo .....	38
Figura 13. Cálculo de la conductividad eléctrica.....	39
Figura 14. Cálculo de la materia orgánica.....	40
Figura 15. Diseño en el programa AutoCAD del Jardín ubicado frente al bar de la facultad:44	
Figura 16. Diseño en el programa AutoCAD del Jardín ubicado en la entrada principal de la facultad .....	45
Figura 17. Instalación de riego .....	46
Figura 18. Diseño de sistema de riego en AutoCAD .....	47
Figura 19. Sistema de riego por aspersión y goteo. ....	47
Figura 20. Instalación de la fuente de agua.....	48
Figura 21. Especies propagadas asexualmente.....	49
Figura 22. Limpieza del terreno.....	50
Figura 23. Preparación del terreno.....	51
Figura 24. Trazado de diseño .....	51
Figura 25. Colocación del césped .....	52
Figura 26. Trasplante de las especies ornamentales .....	53
Figura 27. Limpieza de malezas del jardín ubicado en la entrada principal .....	54
Figura 28. Trazado y diseño del jardín .....	55
Figura 29. Trasplante de especies ornamentales al jardín ubicado en la entrada principal .56	
Figura 30. Construcción del jardín principal ubicado en la parte frontal del bar de la facultad. ....	57
Figura 31. Construcción del jardín secundario ubicado en la entrada principal de la facultad. ....	58

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Datos obtenidos sobre los parámetros de riego.....	25
<b>Tabla 2:</b> Datos de la lateral de riego.....	30
<b>Tabla 3:</b> Datos generales de riego.....	31
<b>Tabla 4:</b> Especies propagadas mediante reproducción asexual (esquejes).....	36
<b>Tabla 5:</b> Especies propagadas mediante reproducción asexual (bulbos).....	37
<b>Tabla 6:</b> Datos del análisis de suelo.....	40
<b>Tabla 7:</b> Presupuesto empleado para el proyecto de jardines en la facultad de Ciencias Agropecuarias.....	41

## **Dedicatoria**

El presente proyecto de titulación se lo dedico con mucho amor y cariño a mis padres, por su constante apoyo en mi formación académica a pesar de las dificultades, han sido unas de las principales personas en hacer esto posible mediante su sacrificio y esfuerzo. A mis hermanos y demás familia por el apoyo que siempre me han brindado en el transcurso de mi carrera universitaria. Finalmente, a mis amigos y compañeros que me han acompañado con sus consejos y guías para seguir adelante.

Edisson Raimundo Arias Peralta



## **Dedicatoria**

Quiero dedicar este proyecto de titulación a Dios por darme la sabiduría y el impulso para seguir adelante ya que gracias a él he podido concluir mi carrera universitaria. Igualmente dedico de manera muy especial este proyecto a mis padres Manuel Cambisaca y Angelita Mejía, también a mis hermanos Andrés y Patricio por siempre brindarme su apoyo incondicional en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional.

José Ricardo Cambisaca Mejía

## **Dedicatoria**

El presente proyecto de titulación quiero dedicar primeramente a Dios por permitirme llegar a culminar esta etapa de enseñanza y aprendizaje, de la misma manera una dedicatoria especial a mis padres; Segundo Palta y Juana Vera por inculcarme a diario todos los valores necesarios para ser una persona de bien y de la misma manera haberme brindado mucha paciencia y todo su apoyo durante esta estancia universitaria. Finalmente, a mis hermanas que en todo momento me brindaron su confianza y motivación para salir adelante.

Pedro Leonel Palta Vera

## Agradecimientos

Agradecemos a Dios por permitirnos culminar esta etapa educativa, de la misma manera agradecemos a la facultad de Ciencias Agropecuarias por ser parte de esta prestigiosa y reconocida institución, a los docentes, técnicos docentes y colaboradores que nos facilitaron las diferentes áreas de trabajo como laboratorios e invernaderos para la ejecución del proyecto.

Un agradecimiento especial a nuestra directora de tesis Arq. Ana Vázquez por el acompañamiento, paciencia y colaboración para el desarrollo y culminación del proyecto de titulación.

Finalmente agradecemos a nuestros familiares y amigos por el apoyo constante e incondicional en este proceso de titulación.

Edisson Raimundo Arias Peralta  
José Ricardo Cambisaca Mejía  
Pedro Leonel Palta Vera

## Introducción

A lo largo de la historia los jardines se han constituido como un espacio exterior importante dentro de la sociedad, debido a que brindan un ambiente estético de suma importancia, por otra parte, las diversas plantas que integran las áreas verdes promueven la producción de oxígeno, ayudan a regular la temperatura y principalmente forman ambientes coloridos que transmiten paz y tranquilidad, en la actualidad los jardines se han ido innovando tanto es sus diversos estilos como en sus especies vegetales, esto ha permitido crear un manejo adecuado de la biodiversidad entre especies autóctonas e introducidas (Fariello, 2004).

Por tal motivo es importante conocer ciertos parámetros tales como: un correcto diseño, planificación y construcción para generar un jardín armonioso con la sociedad y el ambiente, es por esto, que el presente trabajo de titulación se centra en un correcto diseño e implementación de jardines, recuperando espacios verdes dentro de la facultad de Ciencias Agropecuarias.

### Descripción del problema

Los jardines promueven una integración dentro de la sociedad, sin embargo, no se presta la importancia que requieren, desde sus inicios hasta la actualidad el ser humano ha ido creando un vínculo con la naturaleza en espacios habitables, generando de esta manera el arte y la capacidad de cultivar diferentes especies ornamentales, es preciso mencionar que los espacios verdes son lugares idóneos donde la sociedad puede recrearse y generar un momento de tranquilidad (Rendon & Fernández, 2007).

Dentro de un establecimiento educativo la existencia de jardines o proyecto paisajista son necesarios para promover un ambiente colorido y armonioso con su medio, el avance tecnológico como la globalización se han impuesto dejando a un lado un entorno natural educativo, por tal motivo, se requiere implementar áreas verdes para su correcto manejo, cuidado y conservación, de esta manera generar un entorno ecológico dentro de las instituciones educativas (Guamán, 2015).

En la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca ciertos espacios verdes no poseen un diseño apropiado que genere un entorno agradable para la comunidad universitaria obviando factores importantes para una correcta adaptación y desarrollo de las especies que forman parte de un jardín, es por ello, que para un correcto funcionamiento de un espacio verde se requiere implementar un diseño apropiado en donde se debe planificar la distancia entre siembras, alturas de las mismas, Ph. del suelo, profundidades, puntos focales, iluminación y orientación que son aspectos fundamentales para obtener confort y belleza que permita un buen entorno visual para las personas que transitan (Fernández, Castellano, Sosa, 2020).

Para la implementación de un jardín se utilizan mayoritariamente plantas ornamentales, las mismas que se emplean para la decoración de espacios tanto como de interior y exterior (Huanca, 2016). Un alto porcentaje de especies ornamentales presentan en su propagación ciertas características y dificultades en su manejo, germinación y desarrollo vegetativo de la semilla, por tal motivo, es necesario que se sigan tratamientos y métodos especiales en su producción, una alternativa es la propagación asexual la misma que permite obtener plántulas con características iguales a su progenitora mediante partes vegetativas, tales como: tallo, raíz, hojas que sometidas a condiciones favorables inducen la formación de raíces y tallos, generando clones con un alto valor genético (Boni, 2016).

En contexto de lo mencionado anteriormente, se diseñó e implementó jardines dentro de la facultad de Ciencias Agropecuarias con el uso de especies ornamentales reproducidas asexualmente considerando factores importantes, entre estos un correcto diseño, planificación y construcción.

## Objetivos

### Objetivo general

Diseñar e implementar jardines en la facultad de Ciencias Agropecuarias mediante el uso de especies ornamentales propagadas de forma asexual (esquejes y bulbos).

### Objetivos específicos

- Diseñar el estilo de jardín mediante el uso del software AutoCAD.
- Implementar un sistema de riego por aspersión y goteo dentro del jardín ubicado cerca del bar principal
- Propagar especies ornamentales de forma asexual dentro de los invernaderos de la facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Construir los jardines en base al diseño establecido.

## Fundamentación

### 2.1 Fundamentación social

Si bien los jardines proporcionan espacios de esparcimiento, relajación y conexión con la naturaleza dentro de una sociedad, se ha logrado determinar que estos de manera indirecta permiten integrar significativamente diversos conocimientos generando concientización de cuidado y mantenimiento de espacios verdes a través de las personas, los jardines son considerados como una herramienta educativa para promover la conciencia ambiental dado que tiende a incluir en su diseño especies de plantas nativas protegiendo la flora y fauna local (Palma, 2005).

En cuanto a la responsabilidad social y sostenibilidad, La creación de jardines amigables con el medio ambiente refuerzan el compromiso de una colectividad dado que estos pueden servir como modelos para prácticas de jardinería sostenible y conservación de recursos naturales (Sierra, 2007).

Finalmente, la fundamentación social del diseño de jardines se basa en la creación de espacios verdes que contribuyan al bienestar emocional y físico de una comunidad fomentando la educación ambiental, promoviendo la convivencia y la cohesión social, embellecen un entorno y refuerzan el compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad social.

### 2.2 Fundamentación teórica

#### 2.2.1 ¿Qué es un jardín?

Todos tenemos un concepto sobre lo que es un jardín “un área de terreno que consta de diversas plantas”, sin embargo, lo podemos definir en un concepto más técnico como un espacio de terreno delimitado o sin delimitar la misma que constituye una representación estética. Dentro de un jardín se puede incorporar diferentes elementos estos pueden ser de origen natural o elaborados por el hombre con el objetivo de generar un ambiente de descanso, tranquilidad y armonía entre el medio ambiente y las personas que transiten (Vélez & Herrera, 2013).

A continuación, se describen los estilos de jardines que más sobresalen a lo largo de la historia, esto nos va a permitir tener conocimientos al momento de diseñar y construir un jardín.



## **2.2.2 Estilos de jardines por su estilo geográfico histórico**

### **2.2.2.1 Estilo renacentista**

Jardines simétricos, por lo general tienen formas de figuras geométricas, dentro del mismo se incorporan estatuas fuentes a modo de terrazas por lo que este estilo es muy utilizado para la reflexión (Machuca, 2011).

### **2.2.2.2 Estilo inglés**

Jardines muy ordenados, en donde predominan elementos tales como: estatuas, agua y terrenos circundantes, en donde sus calles son combinadas perfectamente con flores (Zabala & Zambrano, 2010).

### **2.2.2.3 Estilo japonés**

Los jardines japoneses son considerados como sitios idóneos para la meditación debido a su estética y elementos que promueven mucha paz y tranquilidad, dentro de este estilo sobresalen elementos básicos como las rocas y el agua, refleja mucho su belleza dado que integra diversos componentes físicos tales como: figuras religiosas y aspectos espirituales, el principio fundamental que más sobresale de este estilo es su sencillez reflejada en la estética occidental (López, 2012).

### **2.2.2.4 Estilo francés**

Representan el poder, por lo general están conformado por grandes extensiones de césped, con presencia de plantas o elementos decorativos, se basa en un principio geométrico y demarcado, estos jardines son visibles desde terrazas de palacios (Machuca, 2011).

## **2.2.3 Factores ambientales presentes en un diseño de jardín**

### **2.2.3.1 Viento**

Al tener la presencia de este factor en un alto nivel puede ser muy nefasto dado que provoca diversos problemas a las plantas tales como: transpiración activa, desecación de brotes, rompimiento de ramas provocando pérdidas de flores y frutos, estrés hídrico dado que provoca un desecamiento del suelo. Para tratar de solucionar este problema existe las conocidas pantallas rompe vientos que se los puede incorporar con plantas que sean resistentes al viento ubicándolas en todo el perímetro del terreno creando un jardín monótono (Aguilera, 2011).

## **2.2.3.2 Lluvia**

Para un buen desarrollo de las plantas ornamentales dentro de un jardín se requiere un nivel de agua acorde a las especies, para esta la pluviometría del lugar juega un papel fundamental sobre todo en espacios donde no exista un sistema de riego, más sin embargo un alto porcentaje de lluvia tendría repercusiones en el jardín, dado que tiende a la aparición de patógenos, como hongos exponiendo a las especies a diversas enfermedades (Ballabio et al., 2017).

## **2.2.3.3 Temperatura**

Es uno de los factores más importantes para la elección de las especies vegetales, debido a que es inapropiado pretender colocar plantas de un clima diferente al del lugar, dado que no se van a desarrollar correctamente, e incluso en algunos casos pueden llegar a la muerte, por otra parte, los cambios bruscos de temperatura puede ser muy peligroso, de la misma forma las heladas son enemigos de las especies vegetales, dentro de este fenómeno, el deshielo es considerado más peligro, y se ha comprobado que las plantas expuestas al sol sufren más después de una helada (Martínez, 2012).

## **2.2.3.4 Insolación**

Es fundamental para la vegetación, se cuantifican en base al número de horas que el sol brilla en un determinado lugar, los rayos solares presentan un poder químico importante, la misma que permite un desarrollo adecuado de las especies, sin embargo, es necesario mencionar que no todas las plantas resisten de igual manera a los rayos del sol, por tal motivo, se clasifican en: plantas de sombra, de sol y de semisombra, en base a lo antes mencionado se requiere colocarlas de acuerdo a su clasificación para un correcto desarrollo (Eguido, 2019).

## **2.2.3.5 Topografía**

La topografía es uno de los elementos principales que se debe tener presente, es el responsable de determinar el diseño de un jardín, engloba diversos aspectos tales como: la vista, orientación y ubicación, elementos que se incluyen dentro de él. En una topografía plana existen diversas posibilidades de mejorar la forma y la estructura de un jardín, por el contrario, en terrenos inclinados y pendientes pronunciadas implican varios cambios estructurales del lugar para esto se debe tener una buena planificación en cuanto al drenaje, iluminación e irrigación, es por eso, que se debe de mantener un 2% mínimo de pendiente lo cual se obtendrá un buen drenaje y un 10% como máximo la misma que es una pendiente de fácil acceso y manejable (Pope, 2013).

## 2.2.3.6 Suelo

El suelo es el producto de la descomposición de las rocas, para que este sea aprovechado por las plantas es necesario que contenga en su composición valores adecuados de nutrientes de esta manera tendríamos como resultado un suelo fértil y con ello un buen desarrollo de las diversas especies ornamentales que presentan un jardín. Otro de los componentes importantes que debe contener el suelo es la materia orgánica o humus, se dice que para un buen desarrollo de especies vegetales dentro de un jardín debe contener entre un 3 y 6% de materia orgánica, podemos deducir que la mezcla ideal para un suelo fértil es la siguiente: 40% de material mineral; 25% de Agua; 25% de Aire, 5% de material orgánico y 5% de Materiales vivos (Martínez, 2012).

## 2.2.3.7 PH del suelo

El pH es considerado como el grado de acidez o alcalinidad que posee en este caso un suelo, en suelos muy ácidos se presentan problemas en la descomposición de materia orgánica en un tiempo determinado, otra de las causas es el incremento de la proliferación de hongos, sin embargo, una de las ventajas es que no se almacenan plagas en el suelo. En presencia de suelos muy alcalinos, uno de los problemas principales es la falta de absorción de nutriente como el fósforo, la cual no permite una nutrición adecuada para la planta, por otra parte, la vida de los micronutrientes está estrechamente relacionada con el pH del suelo, es por ello que cuando un suelo posee un pH inadecuado es necesario enmendarlo, en suelos ácido se incorpora cal agrícola y en suelo alcalinos se incorpora estiércol o materia orgánica de esta manera se obtiene un suelo neutro la cual es apto para el desarrollo de la mayoría de las especies ornamentales (Jaramillo, 2002).

## 2.2.4 Criterios para el diseño de jardines

A continuación (Machuca, 2011) nos menciona diversos criterios a tener presente al momento de diseñar un jardín de forma apropiada.

### 2.2.4.1 Análisis

Antes de comenzar a implementar un jardín se debe realizar previamente un análisis, la misma que consiste en recolectar información sobre el tipo de diseño este engloba: el clima, topografía, especies ornamentales existentes y a implementar, sobre todo consultar con el cliente que tipo de jardín le gustaría ejecutar, conocer sus inquietudes y qué uso le va a dar.

### 2.2.4.2 Evaluación y síntesis

Una vez ejecutado el análisis se procede a realizar una evaluación de los aspectos más importantes del jardín, es decir ordenar las diversas actividades que se va a llevar a cabo al

momento de la construcción, en otras palabras, planificar para hacerlo por etapas, una vez recolectada toda la información se procederá a la elaboración del diseño del jardín.

### **2.2.4.3 Puntos focales**

Son denominados centros de atención pues atraen la vista, es decir, lugar donde descansa la vista tras recorrer visualmente todo el perímetro del jardín, sin embargo, la regla principal es saber escoger y utilizarlos de forma moderada, pues un exceso de accesorios debilitaría su impacto.

### **2.2.4.4 Perspectiva del jardín**

Se logra mediante planos con las diversas plantas que existe dentro de un jardín de esta manera se logra que se vean más claras y profundas dependiendo de la altura y profusión en que se coloquen las plantas, es importante tener claro que mientras se transite dentro del jardín la perspectiva cambia, por otra parte, la textura de las plantas juega un papel fundamental podemos lograr que un jardín se vea más grande o más pequeño, todo depende como se sitúen dentro del mismo.

### **2.2.4.5 Color**

Lo que más se refleja y se observa dentro de un jardín es su color para lo cual es necesario conocer y saber combinar sus tonalidades para esto a continuación se plasma una lista de colores que brindan ciertas respuestas emocionales:

- **Amarillo:** Plasma la luz y el sol, es un color activo y muy llamativo.
- **Rojo:** Transmite pasión, energía y está estrechamente relacionado a la guerra y la sangre.
- **Azul:** Promueve al reposo y la meditación. Recuerda el cielo y el agua.
- **Verde:** Es el color que promueve la satisfacción, la esperanza y tranquilidad de la naturaleza.
- **Naranja:** Expresa la alegría y la satisfacción interna.
- **Violeta:** Color del inconsciente, del secreto. Conduce más bien a la melancolía.
- **Blanco:** Evoca claridad, la limpieza, la pureza.
- **Negro:** Es el color del silencio, pesado, sin esperanza”.

## **2.2.5 Propagación**

### **2.2.5.1 Sexual**

La reproducción sexual es la unión de células masculinas y femeninas, la formación de semillas y la creación de una población de plántulas con genotipos nuevos y diferentes. Estas

nuevas especies pueden parecerse a uno o a ninguno de los progenitores, esto siempre dependerá de sus características genéticas. Cabe recalcar que la mayoría de plantas ornamentales que son de follaje no son propagadas mediante semillas, sin embargo, existen especies por las cuales es necesario cultivarlas mediante semillas, por lo tanto, es indispensable adquirir semillas de mejor calidad para su propagación (Segui, 2014).

Salazar, 2001

## **2.2.5.2 Asexual**

La propagación asexual es la multiplicación de células somáticas mediante divisiones mitóticas (sin recombinación), el cual, al no haber fusión entre gametos ni recombinaciones, los descendientes son idénticos genéticamente a sus progenitores. Es decir, con este método se puede hacer la reproducción a partir de partes vegetativas de las plantas, tales como: tejidos u órganos del cuerpo vegetativo (hojas, tallos y raíces), esto es posible ya que los órganos vegetativos de muchas plantas tienen la capacidad de reproducirse mediante la totipotencia celular ya que cada célula que compone la planta contiene la información genética necesaria para generar otro individuo de similares características a su progenitora (Quinapallo & Velez, 2013).

## **2.2.6 Formas de propagación asexual**

### **2.2.6.1 Propagación por esquejes**

La propagación por esquejes son porciones de una planta madre separados con finalidad reproductiva, los cuales son capaces de originar una nueva planta, genéticamente idéntica. Para este tipo de propagación pueden cortarse fragmentos de tallo e introducirlos en sustrato para producir raíces, dando como resultado plantas enraizadas idénticas a sus progenitoras (Toogood, 2000).

### **2.2.6.2 Propagación por bulbos**

Los bulbos son órganos subterráneos con la capacidad de almacenar nutrientes, para este método de propagación se tiene que dividir un bulbo en láminas y cuando estas las sometemos a condiciones óptimas se desarrollaran pequeños bulbos sobre las láminas basales (Chimay, 2021).

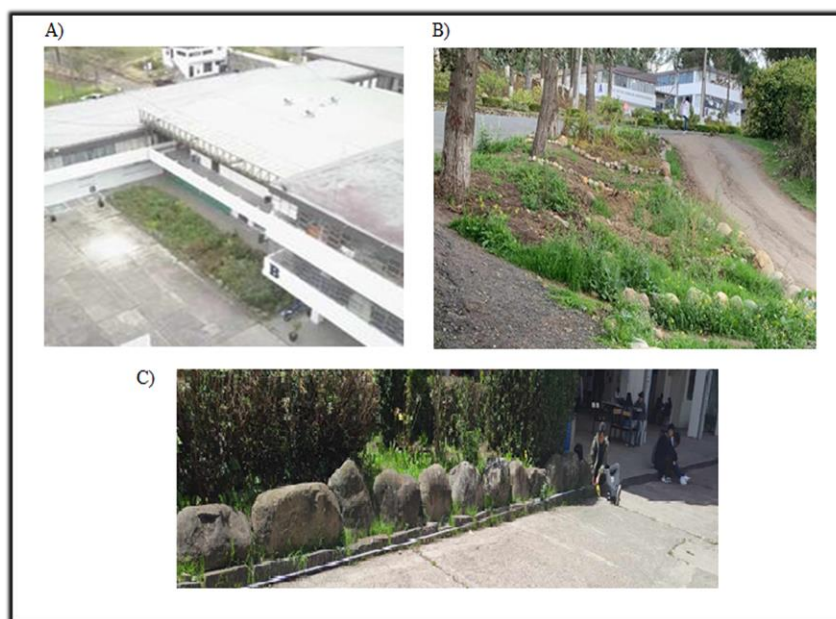
### Metodología del Proyecto

La metodología del presente proyecto se basó en cuatro objetivos que se detallan a continuación:

#### 3.1 Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 1 (Diseñar el estilo de jardín mediante el uso del software AutoCAD).

##### 3.1.1 Ubicación de los sitios asignados para la implementación de jardines

El presente proyecto técnico se desarrolló en dos jardines dentro de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca ubicada en el sector de Yanuncay en la provincia del Azuay, cantón Cuenca en las coordenadas UTM -2.9201568,-79.025173 a una altitud de 2.567 m.s.n.m. (Google Earth,2022). Para el diseño e implementación de los dos jardines (Figura 1A y 1B), se procedió a ejecutar un levantamiento topográfico planimétrico para lo cual utilizamos un flexómetro (Figura 1C), esto nos permitió conocer las dimensiones que posee el jardín, junto con ello se realizó un diseño con la ayuda del software AutoCAD en dimensiones 2D Y 3D acorde a las condiciones físico-naturales del terreno y en base a criterios del estilo Oriental (japonés).



**Figura 1:** Área de trabajo: A) Área de implementación del primer jardín ubicado al frente del bar principal de la facultad. B) Área de implementación del segundo jardín, ingreso a la facultad de Ciencias Agropecuarias. C) Levantamiento topográfico planimétrico.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.1.2 Empleo del software AutoCAD

Una vez que se ha hecho el levantamiento topográfico planimétrico en campo se empleó el software AutoCAD versión 2022 la misma que nos permitió realizar dibujos en 2D y modelados 3D para esto se siguieron los siguientes pasos:

#### 3.1.2.1 Generación de plano en 2D

Para la generación de planos 2D se emplearon diferentes comandos y técnicas básicas las cuales se describen a continuación:

- Para trazar los contornos del terreno, senderos, áreas de siembra de las diferentes plantas entre otros elementos se empleó el comando “Line”.
- Para la creación de elementos circulares, como bordes decorativos que fueron trazados en campo se utilizó el comando “Circle”.
- Para la aplicación de diferentes materiales y texturas en el plano la cual nos permitió patrones de sombreado se empleó el comando “Hatch” (Sombreado).
- Para tratar de organizar los elementos en diferentes capas y de esta manera facilitar la visualización del plano se empleó el comando “Layer” (Capa).

#### 3.1.2.2 Generación de plano en 3D

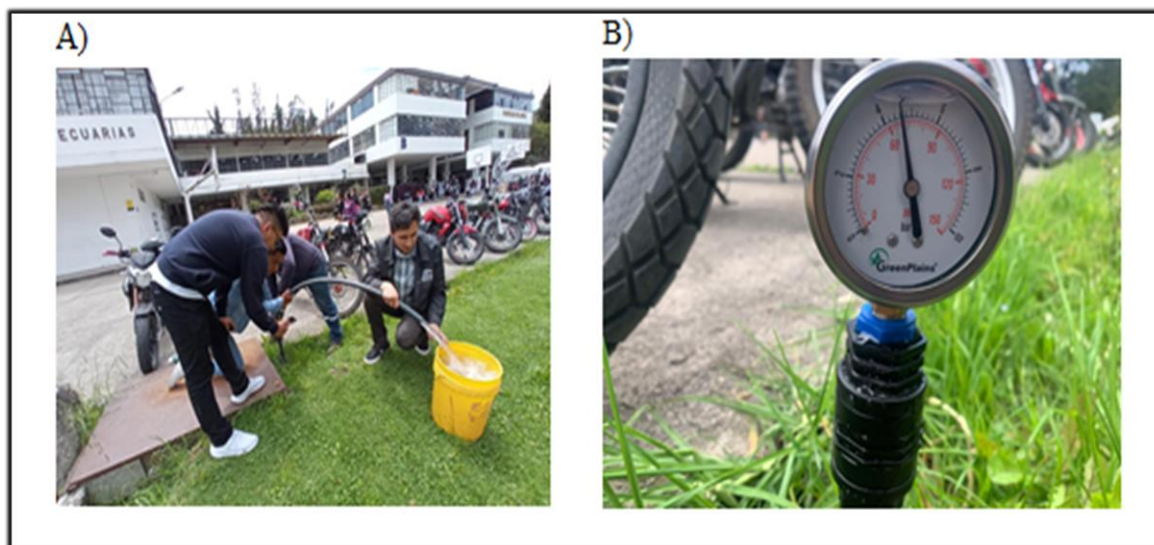
- Para la conversión de los diversos objetos 2D en plano tridimensionales se utilizó el comando “extrude” (Extrusión) esto permitió crear diversas estructuras en el jardín.
- Con el comando sweep (Barridos) nos permitió crear formas en 3D al obstruir algún objeto con un camino determinado.
- Para generar más realismo en las imágenes de diferente textura y aplicarlos en los objetos 3D se utilizó el comando “Image” (Imagen)
- De la misma manera que en la generación de planos 2D es importante trabajar por capas para esto se empleó el comando “Layer”, Obteniendo un trabajo organizado.

### 3.2 Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 2 (Implementar un sistema de riego por aspersión y goteo dentro del jardín ubicado cerca del bar principal)

Previo al diseño y construcción del sistema de riego, se realizó la toma de datos relacionados a las condiciones del medio y a los parámetros de riego que se contaban en la institución tales como: los datos climáticos, el volumen de caudal disponible y la presión de agua dentro la tubería principal con el objetivo de garantizar que la instalación del riego sea capaz de



suministrar de manera óptima las necesidades netas de riego a las diferentes especies ornamentales dentro del jardín.



**Figura 2.** Mediciones de datos para riego: A) foro volumétrico de caudal B) Presión del agua dentro de la tubería.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

- Para este proyecto se tomó los datos meteorológicos de la estación: CUENCA

Dependencia: CELEC

Código: CUE

Coord. Y: 9690652.00

Coord. X: 761509.00

Altitud: 2492

Se tomaron los datos climáticos de los últimos 5 años.

- Para conocer el caudal disponible (Figura 2A) en la tubería principal se realizó un aforo de caudal volumétrico el cual se expresó en l/s y se definió mediante la siguiente ecuación:  $Q=V/t$ , siendo Q (caudal), V (volumen) y t (tiempo) (Herrera,2018).
- En cuanto al dato de presión de agua dentro de la tubería principal, se obtuvo mediante el instrumento de medición de presión conocido como manómetro (Figura 2B).



**Tabla 1**

*Datos obtenidos sobre los parámetros de riego.*

<b>Parámetros de Riego</b>		<b>Unidad</b>
Caudal	1,6	l/s
Presión	4,6	Bar

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

Una vez recolectado los datos tanto climáticos como paramétricos de riego se realizó el diseño agronómico y posterior diseño hidráulico de riego.

### 3.2.1 Diseño agronómico

#### 3.2.1.1 Cálculo de Eto

La Eto, evapotranspiración del cultivo de referencia, se ha calculado mediante el método Penman Monteith. Se ha elegido este método por ser el más exacto de todos los que utilizan fórmulas empíricas, al proporcionar resultados bastante satisfactorios para predecir los efectos del clima sobre las necesidades de agua de los cultivos.

Se ha calculado la media mensual en mm/día. El mes con la evapotranspiración más elevada es agosto, cuyo valor es  $E_{t_0} = 3,30$  mm/día (Figura 3).

	ETo
	mm/day
January	2.8
February	2.3
March	2.7
April	2.6
May	2.6
June	2.5
July	2.9
August	3.3
September	3.2
October	3.0
November	2.9
December	2.8
Average	2.8

Figura 3. Evapotranspiración del cultivo de referencia *obtenido mediante el programa Eto Calculator.*

*Elaborado por:* Grupo de trabajo, 2023

**3.2.1.2 Cálculo de ETc (evapotranspiración del cultivo)**

La Etc evapotranspiración del cultivo, se calculó multiplicando la evapotranspiración del cultivo de referencia, Eto, por un coeficiente exclusivo de cada cultivo K<sub>c</sub> de la publicación FAO 56 (Figura 4).

Cultivo		K <sub>c,ini</sub> <sup>1</sup>	K <sub>c,med</sub>	K <sub>c,fin</sub>
<b>j. Forrajes</b>				
Alfalfa (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,95 <sup>13</sup>	0,90
	- periodos individuales de corte	0,40 <sup>14</sup>	1,20 <sup>14</sup>	1,15 <sup>14</sup>
	- para semilla	0,40	0,50	0,50
Bermuda (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,55	1,00 <sup>13</sup>	0,85
	- cultivo para semilla (primavera)	0,35	0,90	0,65
Trébol heno, Bersim	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,90 <sup>13</sup>	0,85
	- periodos individuales de corte	0,40 <sup>14</sup>	1,15 <sup>14</sup>	1,10 <sup>14</sup>
Rye Grass (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,95	1,05	1,00
Pasto del Sudán (anual)	- efecto promedio de los cortes	0,50	0,90 <sup>14</sup>	0,85
	- periodo individual de corte	0,50 <sup>14</sup>	1,15 <sup>14</sup>	1,10 <sup>14</sup>
Pastos de Pastoreo	- pastos de rotación	0,40	0,85-1,05	0,85
	- pastoreo extensivo	0,30	0,75	0,75
Pastos césped turfgrass	- época fría <sup>15</sup>	0,90	0,95	0,95

Figura 4. Coeficiente de cultivos (Kc)

*Fuente:* FAO 56

El coeficiente de cultivo K<sub>c</sub> está determinado a partir de trabajos de investigación, para nuestro proyecto seleccionamos el K<sub>c</sub> del cultivo de césped.

Para el mes de mayor  $ET_0$  que es agosto, el coeficiente de cultivo (césped) fue de  $K_c = 0,95$ .

Por tanto, la evapotranspiración del cultivo será:

$$ET_c = 3,3 \times 0,95 = 3,1 \text{ mm/día.}$$

### 3.2.1.3 Dosis neta (Dn)

Está agua almacenada en el suelo será puesta a disposición del cultivo como agua útil, se conoce como agua fácilmente aprovechable y su ecuación es la siguiente:

$$Dn = 10 * (CC - PM) * D * p$$

CC = Capacidad de campo

PM= Punto de marchitez

D= Profundidad radicular máxima

p= Fracción de agotamiento del suelo

Los datos de la profundidad radicular y la fracción de agotamiento del suelo fueron extraídos de la publicación FAO 56 (Figura 5).

Cultivo	Profundidad radicular máxima <sup>1</sup> (m)	Fracción de agotamiento <sup>2</sup> (para $ET = 5 \text{ mm día}^{-1}$ ) p
<b>j. Forrajes</b>		
Alfalfa – para heno	1,0-2,0	0,55
– para semilla	1,0-3,0	0,60
Bermuda – para heno	1,0-1,5	0,55
– cultivo de primavera para semilla	1,0-1,5	0,60
Trébol heno, Bersim	0,6-0,9	0,50
Rye Grass (heno)	0,6-1,0	0,60
Pasto Sudán, heno (anual)	1,0-1,5	0,55
Pastos de Pastoreo – pastos de rotación	0,5-1,5	0,60
– pastoreo extensivo	0,5-1,5	0,60
Pasto (turfgrass, <b>césped</b> ) – época fría <sup>3</sup>	<b>0,5</b> , 0	<b>0,40</b>

Figura 5. Datos de la profundidad radicular y la fracción de agotamiento del suelo.

Fuente: FAO 56

En cuanto a los datos de capacidad de campo y punto de marchitez se los recopiló mediante el tipo de textura de suelo del jardín (franco arcilloso) teniendo una capacidad de campo de 35% y un punto de marchitez de 26% (Ojeda et al, 2018), teniendo una dosis neta de 18 mm.

$$Dn = 10 * (35 - 26) * 0.5 * 0.40 = 18 \text{ mm}$$

### 3.2.1.4 Dosis bruta (Db)

A la dosis neta se debe aplicar una cantidad adicional para compensar las pérdidas por la aplicación de agua, denominada como eficiencia de aplicación de riego (Ea). Por lo tanto; la dosis bruta será mayor a la dosis neta.

La eficiencia de aplicación de riego varía según el tipo de sistema de riego, para riego por microaspersión la Ea = 90 % (Alocén, 2007).

La fórmula que se utilizó para obtener la dosis bruta fue la siguiente:

$$Db = Dn/Ea$$

$$Db = 18/90\% = 20 \text{ mm}$$

### 3.2.1.5 Selección del aspersor

En cuanto a los aspersores para el sistema de riego se eligió difusores finos y compactos con la opción de boquillas preinstaladas para una instalación más rápida, los difusores seleccionados fueron de la marca Hunter de tipo PS ultra modelo PSU - 06 emergente a 15 cm y con una boquilla 8A ajustable de 2,4 m el cual contaba con las siguientes características:

Sector	Presión		Radio L	Caudal		Pluv, mm/h	
	bar	kPa		m <sup>3</sup> /h	l/min	■	▲
45°	1,0	100	2,0	0,04	0,62	77	89
	1,5	150	2,2	0,04	0,72	72	83
	2,1	210	2,4	0,05	0,83	67	77
	2,5	250	2,6	0,05	0,91	63	73
	3,0	300	2,9	0,06	1,01	59	68
90°	1,0	100	2,0	0,07	1,24	77	89
	1,5	150	2,2	0,09	1,44	72	83
	2,1	210	2,4	0,10	1,65	67	77
	2,5	250	2,6	0,11	1,82	63	73
	3,0	300	2,9	0,12	2,02	59	68
120°	1,0	100	2,0	0,10	1,66	77	89
	1,5	150	2,2	0,11	1,92	72	83
	2,1	210	2,4	0,13	2,20	67	77
	2,5	250	2,6	0,15	2,43	63	73
	3,0	300	2,9	0,16	2,69	59	68
180°	1,0	100	2,0	0,15	2,49	77	89
	1,5	150	2,2	0,17	2,87	72	83
	2,1	210	2,4	0,20	3,30	67	77
	2,5	250	2,6	0,22	3,65	63	73
	3,0	300	2,9	0,24	4,03	59	68

Figura 6. Catálogo del aspersor PSU-06

Fuente: Hunter

### 3.2.1.6 Número total de aspersores (Nta)

Se calculó al dividir la superficie total de la parcela a regar (S) para el marco de riego (Ar).

$$Nta = S / Ar$$

$$Nta = 110 / 6.91 = 15,9$$

$$Nta = 16 \text{ aspersores}$$

### 3.2.1.7 Intervalo de riego (Ir)

Se conoce también como frecuencia de riego, que corresponde al número máximo de días, que una vez aplicada la dosis de riego se agota día tras día, hasta consumir toda la lámina de riego, siendo necesario volver aplicar otra dosis en el mismo lugar del riego, la fórmula usada es la siguiente:

$$Ir = Dn/Etc$$

$$Ir = 18 / 3,1 = 5,74 \text{ días}$$

El resultado del intervalo de riego (Ir) se ajusta a un número entero a la baja para mayor seguridad. A esto se denomina intervalo de riego ajustado Ira = 5 días.

### 3.2.1.8 Tiempo de riego (Tr)

La duración de riego, es el tiempo en horas que deben permanecer funcionando los aspersores en el mismo lugar. El tiempo de riego es la relación entre la dosis bruta y la pluviosidad del aspersor, siendo la pluviosidad la velocidad con la cual el agua ingresa al suelo.

La pluviosidad (Pms) responde a la siguiente fórmula:

$$Pms = qa / Ar$$

qa = Caudal del aspersor

Ar = Separación entre aspersores y laterales (marco de riego)

Tomando en cuenta las especificaciones de los microaspersores elegidos (Figura 6) tenemos un caudal promedio de 148 l/h en cada aspersor y un marco de riego de 6,91 m<sup>2</sup> con estos datos calculamos la pluviosidad.

$$Pms = 148 / 6,91 = 21,41 \text{ mm/h}$$

Con el dato de Pms se pudo calcular el tiempo de riego (Tr) obteniendo el siguiente resultado:

$$Tr = Db / Pms$$

$$Tr = 20 / 21,41 = 0,93 \text{ h equivale a } 55,8 \text{ min.}$$

### 3.2.1.9 Caudal definitivo del sistema (Qs)

El caudal definitivo del sistema resultó al multiplicar el número de aspersores por el caudal del aspersor (qa).

$$Qs = Nta * qa$$

$$Qs = 16 * 148 = 2368 \text{ l/h}$$

$$Qs = 2,36 \text{ m}^3/\text{h} \text{ ó } 0,65 \text{ l/s}$$

- El caudal del sistema en este caso es de 2,36 m<sup>3</sup>/h o 0,65 l/s. Se debe mencionar que este caudal debe ser menor al caudal disponible en la fuente (1,6 l/s).

### 3.2.2 Diseño hidráulico

**Tabla 2**

*Datos de la lateral de riego*

Material de la Tubería	Policloruro de Vinilo	Unidades
Factor C	150	
Longitud de la lateral	22	M
Sa	2.8	M
qa (caudal)	148.5	l/h
	0.04	l/s
Presión nominal	24	m.c.a.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

- C es un factor que depende del material y el desgaste de la tubería, y que no tiene unidades. Los valores que toma C para los materiales más utilizados en los sistemas son:

Tabla 28 Valores del factor C de la ecuación de Hazen-Williams.	
Material	C
PVC	150
PE (poliducto)	140
HG	100

**Figura 7.** Valores del Factor C

**Fuente:** Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA)

- La PN (Presión nominal) es la presión hidráulica máxima que un componente es capaz de resistir es casos de PVC tiene una Pn de 24 m.c.a (metros de columna de agua).

### 3.2.2.1 Condición del diseño

La condición del diseño de laterales correspondió a una lateral horizontal es decir que la pendiente del terreno es de  $Z= 0$ .

### 3.2.2.2 Selección del diámetro

**Tabla 3**

*Datos generales de riego*

Datos Generales		Unidades
Número de Aspersores	16	
Caudal Lateral (Q)	0.7	l/s
	0.0007	m3/s
Velocidad (V)	1,5	m/s

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

- Para la selección del diámetro se realizó mediante el despeje de las siguientes fórmulas.

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \left(\frac{Q}{V}\right)}{\pi}} D = 0.024 \text{ m}$$

$$D = 0.024 \text{ m}$$

- El resultado del diámetro de tubería de la lateral que se necesita es de 0,024 m, sin embargo, se debe ajustar al diámetro comercial, en este caso se utilizó un diámetro comercial de 0.020 m es decir de 1/2 pulgada con un diámetro interior de 18 mm.

### 3.2.2.3 Pérdida de carga unitaria (J)

En el diseño de sistemas de riego presurizado, es común encontrar la fórmula de *Hazen-Williams* como la más utilizada debido a la simplicidad del coeficiente de fricción (C) y a los buenos resultados en tuberías de PVC trabajando en flujo turbulento (CONAGUA, 2002).

$$h = 10,674 \cdot \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \cdot L$$

$h$  = pérdida de carga

$Q$  = Caudal

$C$  = Coeficiente de rugosidad

$D$  = Diámetro interno de la tubería

$L$  = Longitud de la tubería

Teniendo como resultado una pérdida de carga unitaria de 0.28 m

### 3.2.2.4 Pérdida de carga en la lateral (hr)

$$hr = F * J * L$$

$F$  = Factor de Christiansen

$J$  = Carga unitaria

$L$  = Longitud

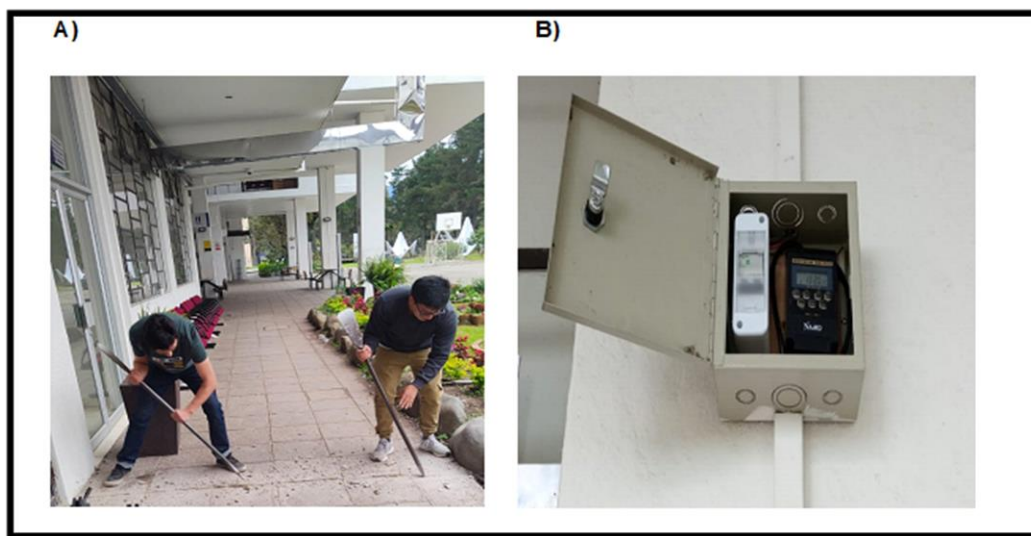
El factor de Christiansen muestra la variabilidad en la aplicación del agua en el área de evaluación, en este caso es de 0.403 teniendo como resultado:

$$hr = 0.403 * 0.28 * 22 = 2.4 \text{ m}$$



### 3.2.2.5 Instalación de la fuente de agua (punto focal)

Para la instalación del punto focal (pileta) se procedió a realizar una zanja por donde pasan los cables de corriente que necesita para suministrar energía al motor de la fuente (Figura 8A). El motor va a funcionar mediante un temporizador digital el cual se instaló conjuntamente a un braker bifásico que controla el paso de corriente y también lo interrumpe en casos de presentar algún inconveniente en la instalación (Figura 8B), el temporizador tiene la función de encender el motor de la fuente en determinados lapsos de tiempo durante el día.



**Figura 8.** Instalación de la fuente de agua: A) Excavación para la colocación del cableado, B) Instalación de cajetín y temporizador para el funcionamiento de la fuente de agua, C) Ensamblado de la fuente de agua.

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo, 2023

## 3.3 Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 3 (Propagar especies ornamentales de forma asexual dentro de los invernaderos de la facultad de Ciencias Agropecuarias).

### 3.3.1 Propagación asexual de especies ornamentales por esquejes

#### 3.3.1.1 Preparación del sustrato

Para la propagación asexual de las especies ornamentales por esquejes se utilizó un sustrato comercial de la marca Berger BM2 (Figura 9A) la cual es una mezcla de musgo de turba de grano fino, perlita y vermiculita que está diseñada para un flujo perfecto a través del sistema de llenado de bandejas.

Para su preparación se incorporó el sustrato en un recipiente y se añadió agua para proporcionar una correcta humedad y activar sus propiedades físicas y químicas (Figura 9C). Las bandejas de germinación utilizadas fueron de 162 alvéolos, las cuales se desinfectaron previamente con alcohol al 90% (Figura 9B) para después proceder a su llenado (Figura 9D).



**Figura 9.** Preparación del sustrato: A) Sustrato comercial Berger, B) Desinfección de bandejas, C) Activación del sustrato y D) Llenado de bandejas.

*Elaborado por:* Grupo de trabajo, 2023

### 3.3.1.2 Preparación del material vegetal (esquejes)

Se recolectó brotes de las diferentes especies ornamentales (Tabla 4) mediante podas a las correspondientes plantas madre en horas de la mañana, los esquejes fueron recortados a una longitud de 10 cm aproximadamente con 3 o 4 nudos y eliminando las hojas basales, una vez obtenido el material vegetal este fue colocado en un lugar fresco y a la sombra para evitar su deshidratación.

### 3.3.1.3 Preparación y aplicación del enraizador (IBA)

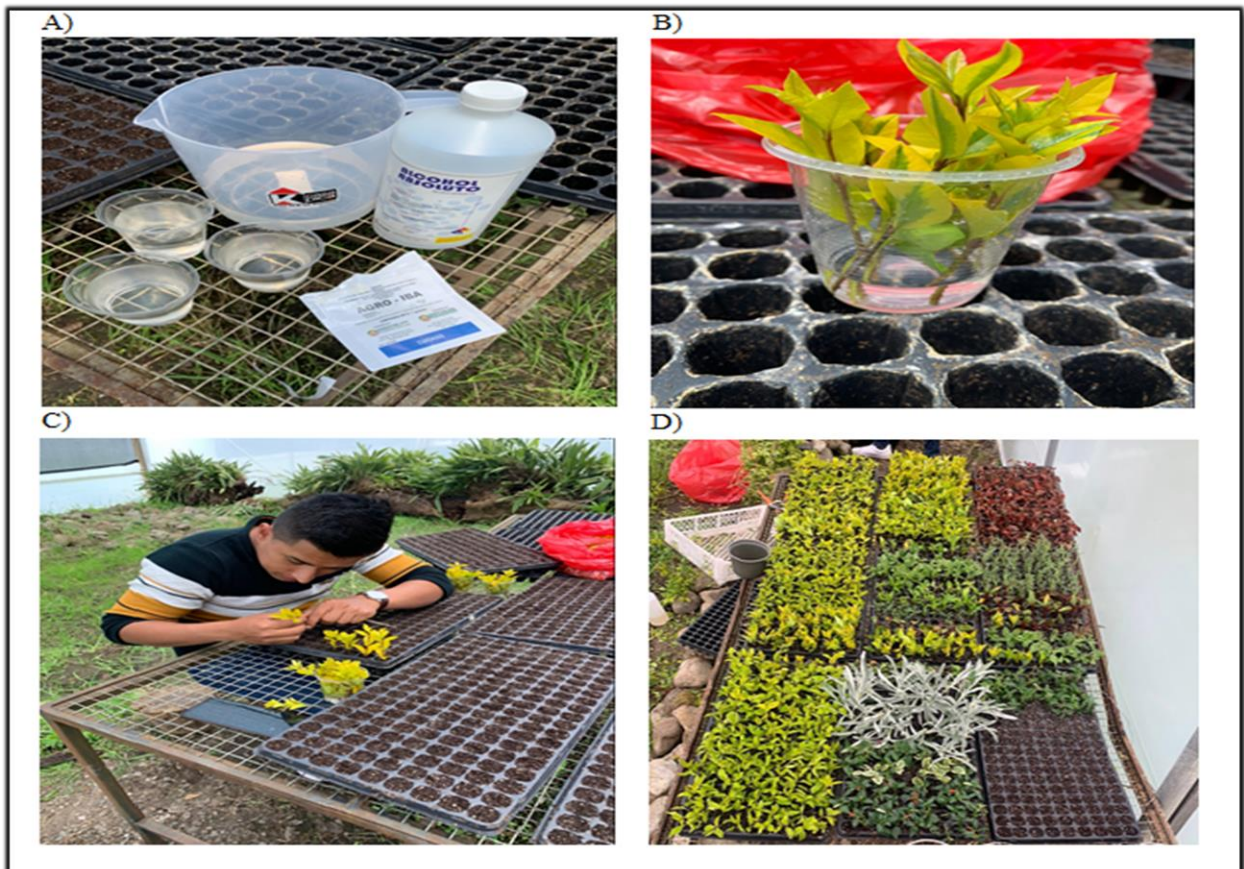
Para inducir la formación de raíces en los esquejes se utilizó una auxina sintética comercial denominada ácido indolbutírico (IBA) (Figura 10A), la preparación de la auxina se la realizó



mediante una disolución en alcohol con una dosis de 2000 ppm de IBA en 500 ml de alcohol al 96%, luego de la disolución se le agregó 500 ml de agua destilada para la obtención de 1 litro de solución (Honorio, 2015).

*Dosis: 2000 ppm \* 1 g / 1000 ppm = 2 g (IBA)*

Para la aplicación de la hormona (IBA) se realizó mediante el método de inmersión rápida para esto se procedió a sumergir en la solución preparada entre 0.5 a 1.0 cm de la porción basal del esqueje recolectado por un tiempo corto (5s) (Figura 10B), seguidamente se insertó en un medio de enraizamiento (bandejas con sustrato) (Figura 10C y 10 D).



**Figura 10.** Proceso de reproducción **asexual**: A) Preparación del enraizador, B) Inmersión de los esquejes en el enraizador, C) Siembra de esquejes y D) Ambientación de esquejes sembrados.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.3.1.4 Material vegetal propagado mediante esquejes

En la siguiente tabla se detallan las especies propagadas de forma asexual mediante esquejes.

Tabla 4

*Especies propagadas mediante reproducción asexual (esquejes)*

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<i>Begonia cucullata</i>	Begonia
<i>Duranta repens</i>	Duranta
<i>Hydrangea macrophylla</i>	Hortensia
<i>Gazania linearis</i>	Gazania
<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavanda miniatura
<i>Impatiens hawkeri</i>	Guinea
<i>Chrysanthemum morifolium</i>	Crisantemo
<i>Tagetes erecta</i>	Marigol
<i>Antirrhinum majus</i>	Boca de dragón

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.3.2 Propagación asexual de especies ornamentales por bulbos

#### 3.3.2.1 Recolección y siembra del material vegetal (bulbos)

Para la recolección y propagación asexual por medio de bulbos, se identificó que el proceso de floración de las distintas especies (tabla 5) haya finalizado, una vez cumplido con el requisito se extrajo los bulbos y se procedió a su lavado y desinfección, para luego secar a la sombra, finalmente, se depositó en fundas con sustrato rico en materia orgánica (Figura 11) para una buena germinación.

Todos los procedimientos de propagación asexual tanto por esqueje como por bulbos se realizaron en el invernadero de orquídeas para obtener una buena adaptación y desarrollo.



**Figura 11.** Propagación asexual mediante bulbos.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.3.2.2 Material vegetal propagado mediante bulbos

**Tabla 5**

*Especies propagadas mediante reproducción asexual (bulbos)*

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Cartucho
<i>Lilium candidum</i>	Lirio
<i>Dahlia pinnata</i>	Dalia

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

## 3.4 Metodología para el cumplimiento del objetivo específico 4 (Construcción de los jardines en base al diseño establecido)

### 3.4.1 Muestreo del terreno.

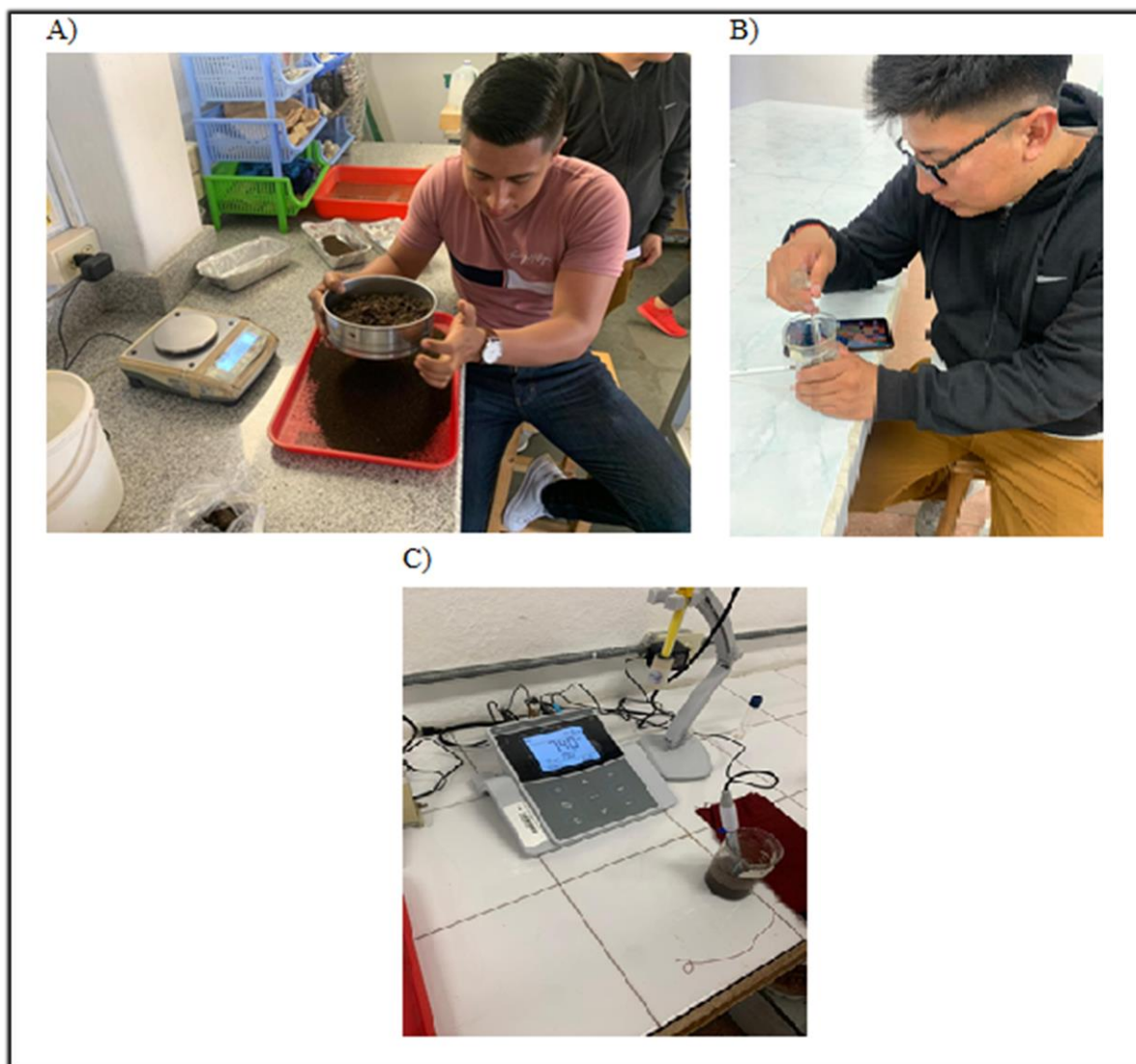
Una vez ejecutado el levantamiento topográfico planimétrico y conocido sus dimensiones se procedió a realizar un muestreo del terreno para esto se recolectó muestras de suelo de diferentes áreas del terreno para tratar de homogeneizar la muestra obteniendo 1 kg de suelo, de esta manera se conoció las diferentes propiedades químicas y biológicas del suelo tales como: pH, Conductividad eléctrica y Materia orgánica, por otra parte, con ayuda de dos cilindros de suelo se procedió a recolectar muestras para conocer la densidad aparente.

A Continuación, se muestra el procedimiento ejecutado para determinar aspectos como: Ph, conductividad eléctrica, materia orgánica y densidad aparente.



### 3.4.1.1 Ph

Para la determinación del pH del suelo se tamizo (2 mm) la muestra de 1kg mencionado anteriormente, se pesó 20 gr de suelo con la ayuda de una báscula (Figura 12A) para luego colocar dicha muestra en un vaso de precipitación en 50 ml de agua destilada (Figura 12B), con la ayuda de una varilla se agitó durante 15 min para finalmente determinar el pH de suelo con un potenciómetro (Figura 12C).



**Figura 12.** Cálculo de pH del suelo A) Tamizaje de suelo, B) Agitación de la muestra y C) Resultados.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.4.1.2 Conductividad eléctrica

Para conocer la conductividad eléctrica se toma una muestra de 10 gr de suelo tamizado, para luego colocar en un vaso de precipitación en 50 ml de agua destilada, con una varilla se agitó durante 15 min para finalmente determinar la conductividad eléctrica con la ayuda de un conductímetro (Figura 13).



**Figura 13.** Cálculo de la conductividad eléctrica

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 3.4.1.3 Materia orgánica

Para determinar la M.O. Se utilizó el método de incineración, para ello se necesitó 80g de suelo que se colocó en un horno y se le secó a una temperatura de 105 °C por 24 horas, posteriormente se pesó la muestra obtenida dentro de un crisol, se colocó en una mufla por 4 horas a 400°C y se procedió a calcular mediante la siguiente fórmula:

$$MO = \frac{\text{Peso del suelo seco} - \text{Peso del suelo incinerado}}{\text{Peso del suelo seco}} * 100$$



**Figura 14.** Cálculo de la materia orgánica

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

#### 3.4.1.4 Datos de análisis de suelo

En la siguiente tabla se detalla los diferentes valores encontrados en los análisis de laboratorio de suelos.

**Tabla 6**

*Datos del análisis de suelo.*

Tipo de Análisis de suelo	Valor	Unidad
Ph	7,40	
Conductividad eléctrica	0.5	mS/cm
Materia orgánica	2,3	%

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

Una vez recolectado y analizados las diferentes muestras de análisis de suelo en campo y laboratorio se procedió a realizar con la ayuda de herramientas agrícolas las diferentes labores culturales tales como: Limpieza del terreno, preparación del terreno, trazado del diseño del jardín, colocación del césped, trasplante de las especies ornamentales



## Presupuesto

Tabla 7

*Presupuesto empleado para el proyecto de jardines en la facultad de Ciencias Agropecuarias.*

Rubro	Costo	Unidad	Cantidad	Total
<b>Propagación Asexual de Especies</b>				
Llenado de bandejas	6,62	Und	7,00	46,35
Trasplante a macetas	0,39	und	485,00	190,18
Propagación asexual durantas	0,27	und	230,00	61,10
Propagación asexual begonias	0,40	und	150,00	60,47
Propagación asexual hortensias	1,13	und	5,00	5,65
Propagación asexual gazanias	0,36	und	25,00	9,01
Propagación asexual lavandas	0,33	und	20,00	6,60
Propagación asexual guineas	0,40	und	15,00	5,94
Propagación asexual crisantemos	0,40	und	15,00	5,94
Propagación asexual marigol	0,60	und	10,00	5,98
Propagación asexual cartuchos	2,57	und	8,00	20,58
Propagación asexual dalias	1,97	und	3,00	5,92
Propagación asexual lirios	2,57	und	4,00	10,29
<b>Preparación del Terreno</b>				
Limpieza	0,82	m2	110,00	89,76
Desbroce	0,68	m2	187,00	127,47
Abonado, homogenización y nivelación del Terreno	1,35	m2	187,00	253,26
<b>Sistema de Riego</b>				
Excavación	11,81	m3	4,44	52,45
Suministro y colocación de tubo PVC	1,36	m	37,00	50,20
Suministro y colocación de codos	0,50	und	25,00	12,52
Suministro y colocación de válvulas	1,22	und	3,00	3,66
Suministro y colocación de Tee	0,63	und	24,00	15,18
Suministro y colocación de adaptadores	2,56	und	23,00	58,94
Suministro y colocación de neeplos	0,44	und	16,00	7,05
Suministro y colocación de caballete	26,41	und	1,00	26,41
Suministro y colocación de difusores	7,80	und	16,00	124,86
Suministro y colocación de cinta de goteo	1,04	m	64,00	66,54

## Construcción de Jardines

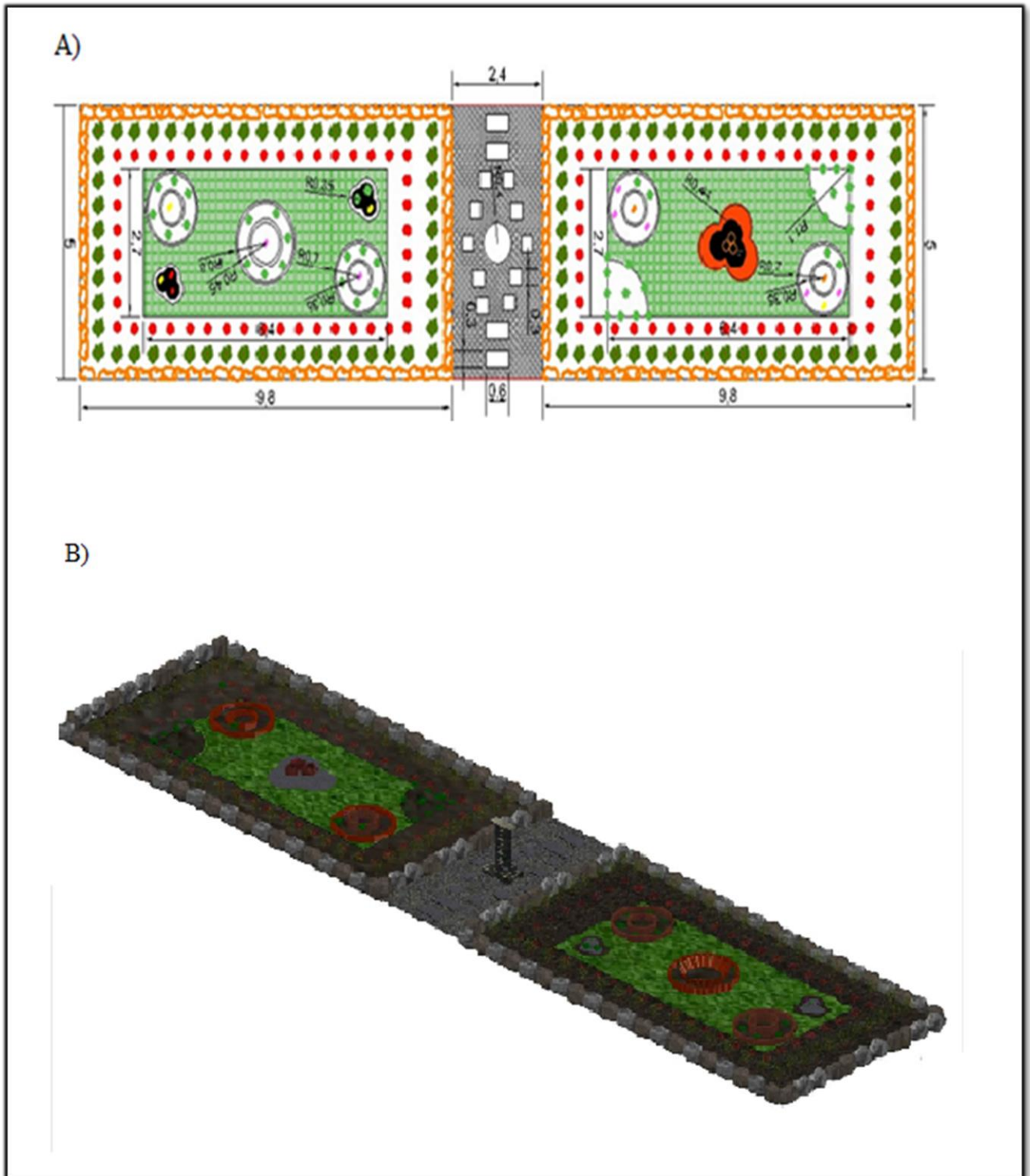
Trazado del diseño	0,04	m	64,00	2,82
Construcción del sendero	12,85	m2	14,00	179,95
Construcción de terrazas	3,31	m2	77,00	254,54
Colocación de césped	5,02	m2	28,00	140,54
Suministro y colocación de ladrillos	0,61	und	220,00	135,04
Suministro y colocación de tejas	0,69	und	90,00	62,52
Suministro y colocación de ollas de barro	10,48	und	5,00	52,39
Suministro y colocación de geo membrana	7,39	m2	10,00	73,92
Suministro y colocación de malla (sarán)	4,81	m2	10,00	48,12
Suministro y colocación de piedras decorativas	2,38	m2	20,00	47,69
Compra e instalación de pileta	396,52	und	1,00	396,52
<b>Siembra de Especies Ornamentales</b>				
Hoyado	11,81	m3	9,70	114,56
Trasplante de plantas	0,39	und	485,00	190,25
			<b>TOTAL</b>	<b>2670,01</b>

*Elaborado por:* Grupo de Trabajo, 2023

## Resultados

### **5.1 Resultados del objetivo específico 1 (Definir el diseño del jardín mediante el uso del software AutoCAD).**

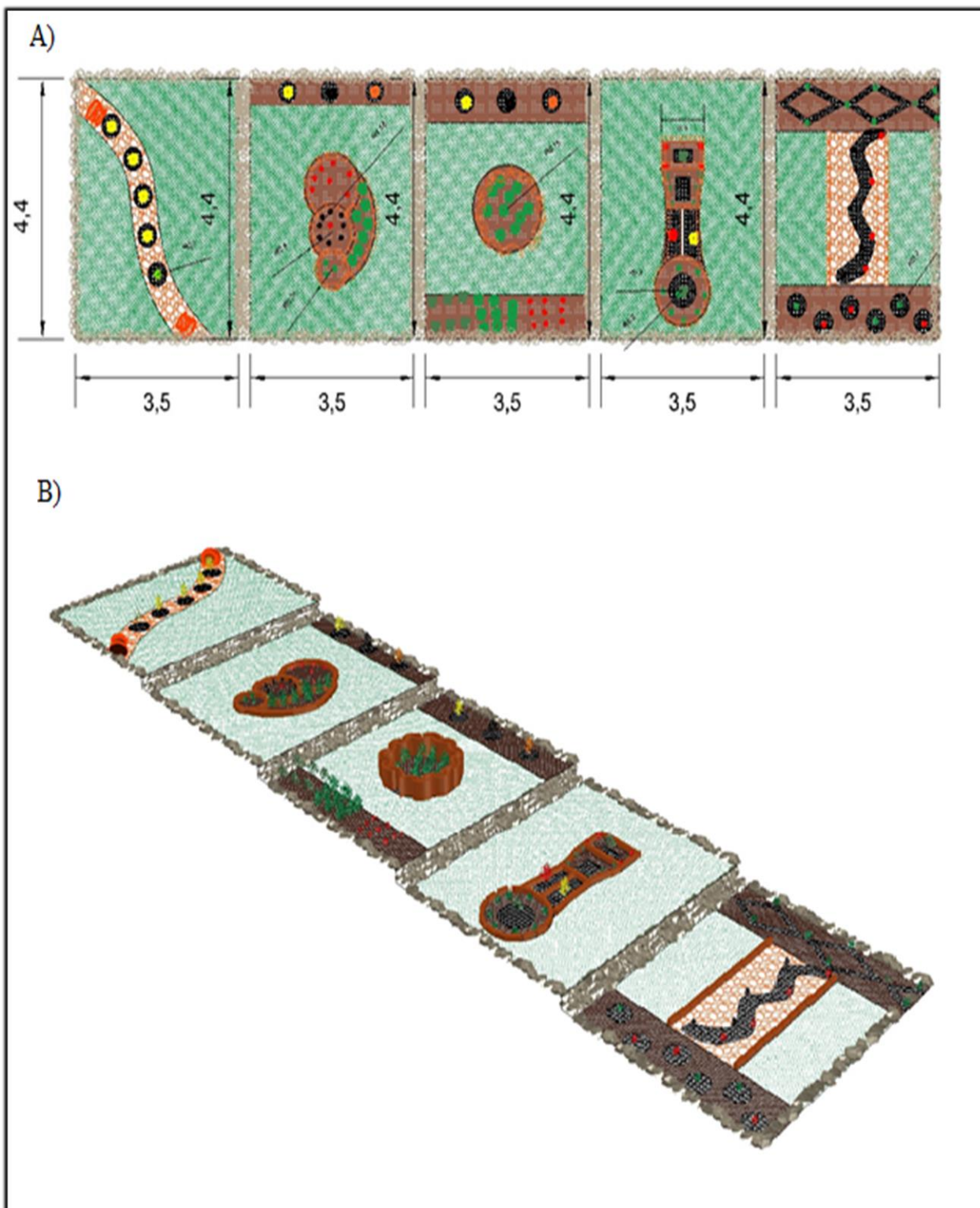
Una vez realizado el diseño de los jardines en el programa AutoCAD, podemos visualizar en las siguientes figuras los resultados del diseño tanto en planos 2D (Figura 15 y 16 A) Y 3D (Figura 15 y 16 B) respectivamente de cada uno de los jardines.



**Figura 15.** Diseño en el programa AutoCAD del Jardín ubicado frente al bar de la facultad:

A) Plano 2D y B) Plano 3D

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023



**Figura 16.** Diseño en el programa AutoCAD del Jardín ubicado en la entrada principal de la facultad: A) Plano 2D y B) Plano 3D.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023



## 5.2 Resultados del objetivo específico 2(Implementar un sistema de riego por aspersión y goteo dentro del jardín ubicado cerca del bar principal).

Una vez realizado todos los cálculos se procedió a la instalación del sistema de riego para lo cual se delimitó el riego y con la ayuda de herramientas agrícolas se hizo una excavación, la misma que permitió incorporar la manguera terciaria o lateral (20 mm), a continuación se instaló todos los accesorios del riego como: caballete, válvulas (20mm), difusores (hunter Ps-ultra 8A pop-up 360°) y tubo elevador (20mm) , de la misma manera para el riego por goteo se procedió a realizar una toma de agua de la tubería de distribución, para finalmente colocar la manguera de goteo (DRIPLINE ROD (FIT) 16 mm 36 mil C/20 2L/H) por todo el perímetro del terreno.

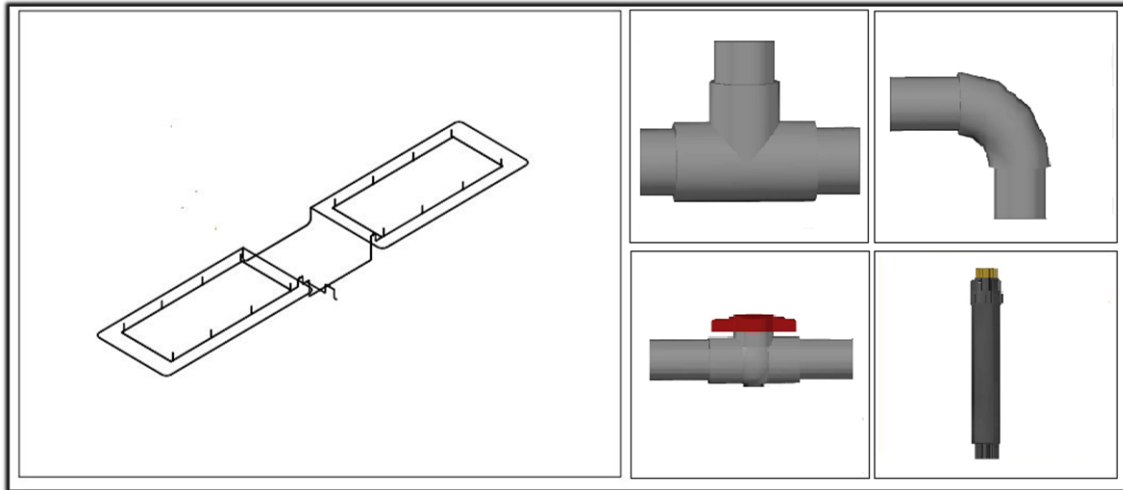
Cabe mencionar que el sistema de riego tendrá una toma de agua rápida desde la manguera primaria es decir con la ayuda de una manguera (1 in multiuso x m icoplast) se podrá trasladar el agua al sistema de riego del jardín.



**Figura 17.** Instalación de riego: Diseño en AutoCAD, Cavado de zanjas e Instalación de tuberías.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

En base al diseño establecido y los cálculos realizados tanto agronómicos como hidráulicos se ha podido establecer un sistema de riego que va a abastecer las necesidades hídricas de cada uno de los cultivos.



**Figura 18.** Diseño de sistema de riego en AutoCAD.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023



**Figura 19.** Sistema de riego por aspersión y goteo.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

De la misma forma se pudo realizar la instalación de la fuente de agua como punto focal del jardín principal.



**Figura 20.** *Instalación de la fuente de agua.*

**Elaborado por:** *Grupo de Trabajo, 2023*

### **5.3 Resultados del objetivo específico 3 (Propagar especies ornamentales de forma asexual dentro de los invernaderos de la facultad de Ciencias Agropecuarias).**

Una vez realizado el proceso de propagación asexual de especies ornamentales por medio de bulbos y esquejes, se puede visualizar en la (Figura 21) que las diversas plántulas se encontraron en un crecimiento uniforme (tamaño), sanas, vigorosas y bien formadas en su parte aérea y radicular, por tal motivo, estaban aptas para su respectivo trasplante en los dos jardines de la facultad de Ciencias Agropecuarias.





*Figura 21. Especies propagadas asexualmente.*

*Elaborado por:* Grupo de trabajo, 2023

#### **5.4 Resultados del objetivo específico 4 (Construir los jardines en base al diseño establecido).**

##### **5.4.1 Labores culturales en el área de implementación.**

###### **5.4.1.1 Limpieza del terreno.**

Para la construcción de los jardines se procedió a realizar labores de desmonte y eliminación de malezas que se encontraban dentro del terreno (Figura 22A), cabe considerar que ciertas especies ornamentales que se encontraban dentro del jardín fueron reubicadas en diferentes áreas de terreno de la facultad de Ciencias Agropecuarias (Figura 22B), por otra parte, las



plantas restantes fueron eliminadas debido a que presentaban enfermedades fúngicas (Figura 22C).



**Figura 22.** Limpieza del terreno: A) Desmonte y eliminación de malezas, B) Reubicación de especies y C) Eliminación de especies con enfermedades.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

#### 5.4.1.2 Preparación del terreno

Para obtener una buena textura de suelo se incorporó 20 sacos de materia orgánica (Figura 23A) la misma que fueron distribuidos por todo el terreno, con la ayuda de maquinaria agrícola (motocultor) se procedió a remover el suelo (figura 23B) permitiendo de esta manera que la M.O. se incorpore dentro del terreno, mejorando la capacidad de retención, almacenamiento de agua y oxigenación del suelo obteniendo un suelo franco arcilloso idóneo para jardines.



**Figura 23.** Preparación del terreno: A) Integración de abono al suelo y B) Preparación del terreno con motocultor.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 5.4.1.3 Trazado del diseño del jardín

Para realizar el trazado del jardín se niveló el terreno y se procedió a delinear las diferentes figuras decorativas de todo el jardín (Figura 24A) para finalmente colocar los ladrillos y tejas en las figuras trazadas (Figura 24B).



**Figura 24.** Trazado de diseño: A) trazado de figuras y B) Colocación de tejas y ladrillos.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023



#### 5.4.1.4 Colocación del césped

Con la ayuda de herramientas agrícolas como rastrillos y palas se nivelo el terreno para de esta manera colocar el césped en base al diseño establecido en un principio.



*Figura 25. Colocación del césped*

*Elaborado por: Grupo de trabajo, 2023.*

#### 5.4.1.5 Trasplante de las especies ornamentales

Una vez que las especies ornamentales propagadas se hayan adaptado y obtenido un desarrollo adecuado de sus raíces (Figura 26A) se procedió al trasplante de las mismas para esto se realizó hoyos de 25X25X30cm con la ayuda de herramientas agrícolas adicionalmente se incorporó materia orgánica dentro de los hoyos esto para una mejor adaptación, finalmente, se realizó la siembra de las plantas en todo el jardín (Figura 26B). Cabe señalar que en ciertas especies propagadas por medio de bulbos fueron decoradas, para esto se siguió el siguiente procedimiento; como primer paso se colocó geo membrana para delimitar los bordes y evitar que el césped ingrese (Figura 26C), luego se sembró las plantas para después colocar una malla, esto va a evitar el desarrollo de malezas, finalmente se colocó piedras decorativas (Figura 26D).



**Figura 26.** *Trasplante de las especies ornamentales: A) Especies a trasplantar, B) Trasplante de especies, C) Delimitación de bordes y D) Colocación de piedras decorativas.*

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023



## 5.4.2 Construcción del segundo jardín ubicado cerca de la entrada principal de la facultad de Ciencias Agropecuarias

### 5.4.2.1 Limpieza del jardín

Se realizaron labores de desmote, eliminación de malezas, desalojamiento de piedras y otros obstáculos que dificultan la labranza del terreno. En este jardín se diseñaron terrazas (Figura 27A) debido a la pendiente pronunciada permitiendo establecer un terreno firme e idóneo para el desarrollo de las plantas.



**Figura 27.** Limpieza de malezas del jardín ubicado en la entrada principal.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

### 5.4.2.2 Trazado del diseño del jardín y siembra de césped

Una vez realizada la limpieza del terreno se procedió a la nivelación de las diferentes terrazas para posteriormente delinear los diferentes diseños y figuras decorativas de cada terraza que consta de ladrillos y tejas que permitirá decorar el jardín. A continuación, se procedió a la siembra del césped con la ayuda de herramientas agrícolas, para esto se aplicó un riego al suelo para un trasplante efectivo (Figura 28B).



**Figura 28.** Trazado y diseño del jardín: A) Construcción de terrazas y B) Construcción del diseño de jardín.

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

#### 5.4.2.3 Trasplante de las especies ornamentales

Cabe mencionar que en este jardín tenía como iniciativa el traslado de todas las especies que serían retiradas del jardín ubicado cerca del bar principal, sin embargo, no cumplían con el requerimiento adecuado de las autoridades es decir, estas especies en su mayoría eran árboles y arbustos que dificultaban la visión de los guardias de seguridad, por tal razón, se optó en reubicar en diferentes sitios, es por esto que se sembraron diversas especies ornamentales propagadas de forma asexual (bulbos y esquejes) una vez que hayan alcanzado un crecimiento y desarrollo adecuado en sus raíces.





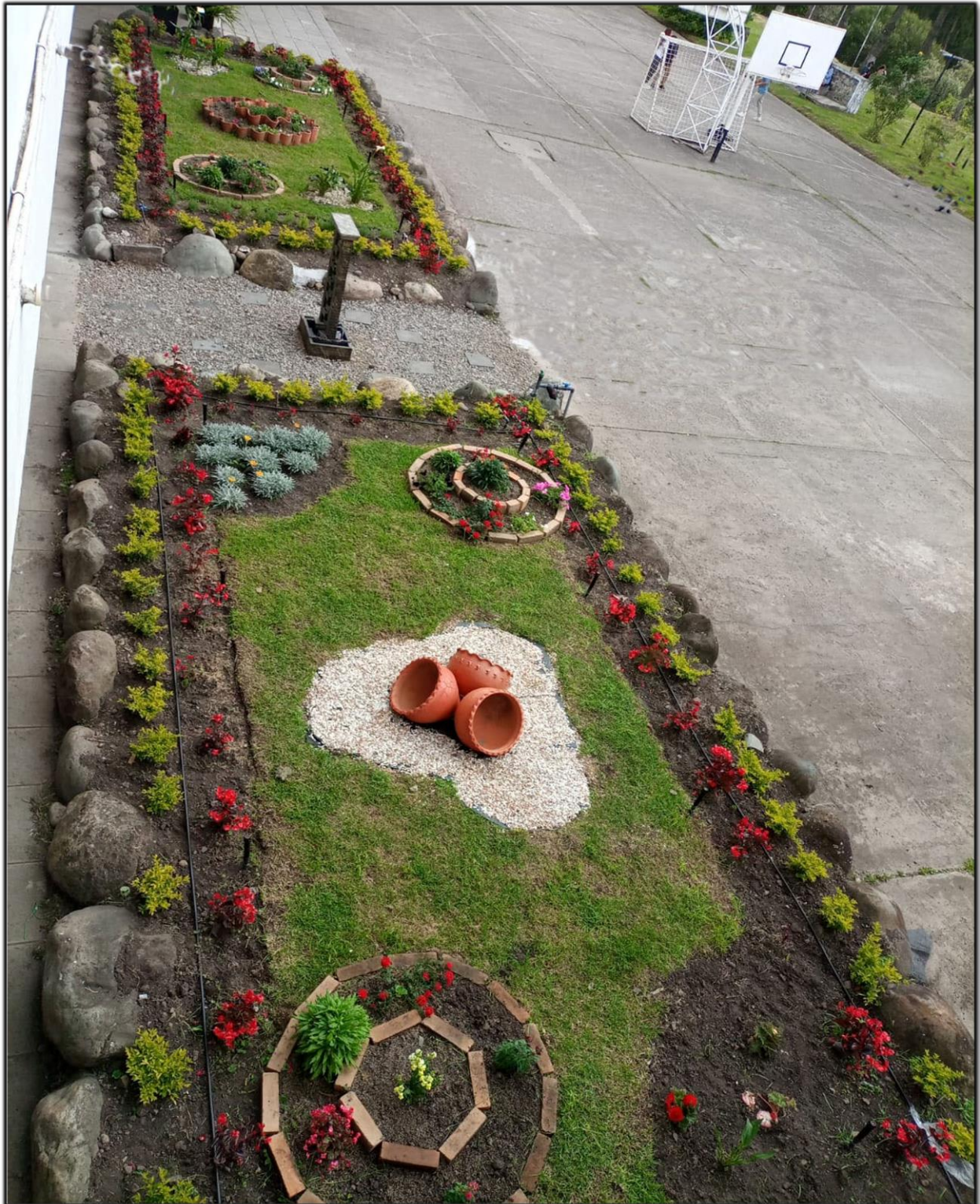
**Figura 29.** *Trasplante de especies ornamentales al jardín ubicado en la entrada principal.*

**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023

#### **5.4.3 Resultado final de la construcción de los jardines en base a los diseños establecidos**

Una vez ejecutado las actividades establecidas como el diseño, propagación y siembra de diversas especies ornamentales finalmente se ha logrado construir dos jardines (Figura 30 y Figura 31) obteniendo como resultado un ambiente colorido y armonioso con su medio en donde la institución pudo obtener un lugar tranquilo rodeado de la naturaleza a más de eso la construcción de los jardines permitió mejorar los espacios verdes de la institución generando un mejor ambiente educativo.





**Figura 30.** Construcción del jardín principal ubicado en la parte frontal del bar de la facultad.  
**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023





**Figura 31.** Construcción del jardín secundario ubicado en la entrada principal de la facultad.  
**Elaborado por:** Grupo de trabajo, 2023.

### Conclusiones

Se han implementado jardines en la facultad de Ciencias Agropecuarias siguiendo un correcto diseño, planificación y construcción. El diseño ha sido realizado en el programa AutoCAD tomando en cuenta las condiciones del tipo de jardín y según el trazado topográfico planimétrico obteniendo planos en 2D Y 3D, posteriormente se ha podido obtener un material vegetal mediante reproducción asexual (esquejes y bulbos) de las diferentes especies ornamentales que fueron trasplantadas en el jardín, para la irrigación de las especies se diseñó un sistema de riego (agronómico e hidráulico) teniendo en cuenta datos climáticos y paramétricos del lugar, al término del diseño y planificación se pudo construir los diferentes jardines.

Este proyecto permitió generar dos espacios verdes mejorando el entorno visual de la institución promoviendo un ambiente armonioso y confortable con las personas que transitan por el lugar.

## Recomendaciones

Para el cuidado y conservación del proyecto se recomienda:

- Realizar un correcto mantenimiento a los jardines cada 15 días según las condiciones climáticas con el fin de conservar su aspecto estético y funcional.
- Equipar a la institución de una bomba de agua para abastecer al sistema de riego, debido a que en la actualidad se encuentra averiada.
- Concientizar a los estudiantes para que tengan precaución y cuidado al momento de transitar por el sendero, debido a que se encuentra el punto focal (pileta).

## Referencias

- Alocén, J. C. (2007). Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego. *Programa especial para la seguridad alimentaria (PESA). Edición OCTUBRE DE.*
- Aguilera, A. (2011). Montaje Mecánico en Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Vértice ed. España. p 151.
- Ballabio, C., Borrelli, P., Spinoni, J., Meusburger, K., Michaelides, S., Beguería, S., ... Panagos, P. (2017). Mapeo de la erosividad de las precipitaciones mensuales en Europa. *Ciencia del Medio Ambiente Total*, 579, 1298-1315. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.1234>
- Boni, S. (2016). Evaluación de un sustrato orgánico para el enraizamiento de las estacas de jayapa (*Maclenia rustris*). Tesis de Ingeniería. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- CONAGUA. (2002). Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego parcelario. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Operación, Gerencia de Distritos y Unidades de Riego. México: Comisión Nacional del Agua.
- Chimay, F. (2021). *Manual de propagación de plantas para vivero*. Yucatan, Mexico: © Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C.
- Eguido, J. (2019). *Como Diseñar un jardín*. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/34800-Texto%20del%20art%C3%ADculo-99329-1-10-20190206%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/34800-Texto%20del%20art%C3%ADculo-99329-1-10-20190206%20(2).pdf)
- Fernández, J. L., Castellano, L., & Sosa, F. (2020). Contribución a la propagación asexual de especies ornamentales presentes en la jardinería cubana. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(2), 52-61.
- Véase Fariello, F. (2004). La arquitectura de los jardines. De la antigüedad al siglo XX.
- Guamán, J. (2015). Análisis de la influencia de las plantas ornamentales. Título de licenciatura. Universidad tecnológica equinoccial, Quito.

- Herrera Moreno, Jorge. (2018). Cálculo de las necesidades de agua y diseño del sistema de riego por microaspersión para el cultivo de maíz. (Ingeniería Mecánica). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Azcapotzalco, México.
- Honorio, L. (2015). *Efecto del ácido Indolbútrico (IBA) en el pie de injerto GxN 15 (Garnem) bajo diferentes dosis de aplicación y tiempos de empape en el Municipio de Sapahaqui* (No. CIDAB-T-SB359-L3e). UMSA.
- Huanca, J. (2016). "Proyecto de Factibilidad para la Implementación de una empresa productora y comercializadora de plantas ornamentales en la ciudad de Loja. Título de Ingeniería. Universidad Nacional de Loja, Loja.
- Jaramillo, D. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia, Medellín
- López, a. I. m. t. (2012). Manual de criterios de diseño en jardines urbanos (doctoral disertación, universidad de san Carlos de Guatemala).
- Machuca, G. (2011). Incidencia de la planificación y el diseño de jardines en la arquitectura residencial de la ciudad de Ambato. *Tesis de grado de Arquitectura*. Universidad técnica de Ambato, Ambato.
- Martinez, A. (2012). Manual de criterios en diseño de jardines urbanos. *Tesis de arquitectura*. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Ojeda, A., Mc Leod, C., Águila, K., & Pino, M. T. (2018). Bases para la determinación de las necesidades hídricas del cultivo del calafate in situ, para su adaptación al manejo agronómico. *Inf. INIA Kampenaike*, 79, 1-6.
- Palma Jiménez, J. M. (2005). Los jardines históricos como ámbito de investigación escolar. *Revista de Investigación en la Escuela*, 56, 77-86
- Pope, G. A. (2013). Descripción general de la geomorfología de la meteorización y los suelos. En G. A. Pope (Ed.), *Tratado sobre Geomorfología* (1a ed.). Prensa académica: Londres, Reino Unido. págs. 1–11.
- Quinapallo, T., & Velez, N. (2013). Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisoras del bosque seco del Cantón Zapotillo, Provincia de Loja. *Tesis de Ingeniería*. Universidad nacional de Loja, Loja.

- Rendon, A., & Fernández, R. (2007). Plantas con potencial uso ornamental del estado de Morelos. *Polibotánica*, 1(23), 121-165.
- Salazar, C. (octubre de 2001). *Manejo de viveros en plantas ornamentales y follaje*. Guatemala.
- Segui, J. (2014). *Biología y Biotecnología reproductiva de las plantas*. Valencia: Universidad politécnica de Valencia.
- Sierra, R.A. (2007, julio-diciembre). La estrategia pedagógica. SUS PREDICTORES DE ADECUACIÓN. Varona. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360635565004.pdf>
- Toogood, A. (2000). *Reproducción y propagación de plantas ornamentales*. Barcelona: Horticultural Society.
- Velez, I., & Herrera, M. (2013). *Jardines Ornamentales Urbanos Contemporáneos: Transnacionalización*. Medellín.
- Zabala, D., & Zambrano, N. (2010). Diseño y planificación de las áreas recreativas de las Facultades de Ciencias Médicas y Odontología de la Universidad de Cuenca. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad de Cuenca, Cuenca