

**Modernización Del Cuidado Del Huerto Urbano Tesla Mediante  
Automatización Y Monitoreo En Zona Franca - Fontibón**

Nicoll N. López, Juan P. Veloza, David L. Sarmiento

Facultad de Ingeniería, Universidad EAN

Proyecto de grado

Docente: Hamilton David Carrillo Meriño

Bogotá, Colombia

02 de Abril de 2023



## Resumen

La agricultura urbana es una práctica en auge en la ciudad de Bogotá D.C, la cual posee una gran variedad de proyectos que le acogen como lo son las huertas urbanas que benefician las diferentes zonas, contribuyendo en la agenda de Objetivos de Desarrollo Sostenible planteada por la ONU para el 2030 exactamente en el objetivo número dos “hambre cero”. Estas iniciativas van de la mano con el trabajo en equipo de las comunidades que deciden implementarlas, el desconocimiento en temas de cuidado de cultivos y las ocupaciones personales de los miembros de estas comunidades se presentan cómo un obstáculo en la continuidad de dichas iniciativas, lo cual refleja abandono y también la no supervisión de estos nuevos sistemas de agricultura que se implementan en la ciudad. Uno de los lugares afectados por esta problemática es la huerta Tesla ubicada en el barrio Zona Franca de la localidad de Fontibón, ya que no está siendo monitoreada el tiempo suficiente para hacerla óptima y sosteniblemente aprovechable en su comunidad. Por consiguiente, el desarrollo de un sistema de cuidados y monitoreo automatizado que suplan esa necesidad, son el objetivo de muchos proyectos que, mediante la implementación de elementos de electrónica básica y software de programación de uso libre, se puede lograr.

*Palabras clave: agricultura, automatización, cultivo, huerto, monitoreo, ODS, ONU, sistema.*

### **Abstract**

Urban agriculture is a booming practice in the city of Bogotá D.C, which has a wide variety of projects that welcome it, such as urban gardens that benefit different areas, contributing to the UN Sustainable Development Goals agenda. by 2030 exactly in objective number two "zero hunger". These initiatives go hand in hand with the teamwork of the communities that decide to implement them, the lack of knowledge on issues of crop care and the personal occupations of the members of these communities are presented as an obstacle in the continuity of these initiatives, which reflects abandonment and also the non-supervision of these new agricultural systems that are implemented in the city. One of the places affected by this problem is the Tesla orchard located in the Zona Franca neighborhood of the town of Fontibón, since it is not being monitored long enough to make it optimally and sustainably usable in its community. For this reason, the development of an automated service and follow-up system that covers this need is the objective of many projects that, through the implementation of basic electronic elements and free-use programming software, can be achieved.

*Key words: agriculture, automation, crop, monitoring, ODS, ONU, orchard, system.*

## Tabla de contenido

1. Introducción.....	8
2. Definición del problema. ....	9
3. Objetivos. ....	11
3.1. Objetivo General.....	11
3.2. Objetivos Específicos. ....	11
4. Justificación.....	12
5. Análisis de requerimientos o especificaciones del producto. ....	14
5.1. Análisis de requerimientos. ....	14
5.1.1. Tamaño accesible para cualquier espacio. ....	14
5.1.2. Control y automatización independiente. ....	16
5.1.3. Intuición de problemas.....	16
5.1.4. Interfaz sencilla. ....	16
5.1.5. Fácil mantenimiento del sistema.....	17
5.1.6. Autonomía y resistencia. ....	17
6. Marco de referencia. ....	18
6.1. Marco teórico. ....	18
6.1.1. Huerta urbana.....	18
6.1.2. Factores y técnicas para un crecimiento saludable.....	18
6.1.3. Tecnologías y automatización en huertos urbanos.....	19

6.1.3.1. Tarjetas de desarrollo y sus aplicaciones en huertas urbanas. ....	20
6.1.3.2. Sensores y actuadores aplicados a huertas urbanas.....	22
6.1.4. Procesamiento de imágenes en huertos urbanos.....	24
6.1.5. Software de uso libre en huertas. ....	25
6.1.6. Políticas ambientales. ....	25
7. Restricciones.....	27
7.1. Económicas. ....	27
7.1.1. Presupuesto por materiales. ....	27
7.2. Ambientales.....	27
7.2.1. Contaminación por aceros.....	27
7.3. Aplicabilidad.....	27
7.3.1. Aguas limpias. ....	27
7.3.2. Inteligencia Artificial. ....	27
8. Metodología.....	28
8.1. Enfoque.....	28
8.2. Alcance.....	28
8.3. Diseño de la investigación. ....	29
8.4. Variables. ....	29
8.4.1. Dependientes.....	29
8.4.1.1. Temperatura.....	29

8.4.1.2. Nivel de H2O. ....	29
8.4.1.3. Humedad. ....	29
8.4.1.4. Calidad de aire. ....	30
8.4.2. Independientes. ....	30
8.4.2.1. Lugar. ....	30
8.4.2.2. Clima. ....	30
8.5. Población y muestra. ....	30
8.6. Fases y cronograma del proyecto. ....	31
9. Costos. ....	40
9.1. Análisis de costos del diseño. ....	40
9.2. Análisis de nómina. ....	40
9.3. Análisis de proyección de ingresos y proyección financiera. ....	41
10. Conclusiones. ....	45

## **1. Introducción.**

La localidad de Fontibón, ubicada en la ciudad de Bogotá D.C, es uno de los lugares con alta densidad residencial y gracias a esto, algunas áreas han implementado sistemas sostenibles y uno de ellos son los huertos urbanos. Lastimosamente, no en todas las zonas este modelo ha privilegiado, ya que inicialmente la falta de supervisión de estos huertos impide su desarrollo y permite su extinción. Son bastantes los casos en donde se encuentran huertos abandonados y es a la vez un problema, porque primero muchas zonas verdes no son aprovechadas y se convierten en zonas áridas que dificultan su desarrollo biológico y segundo, porque ya no se estarían aplicando las técnicas sostenibles que mejoran la imagen de una zona urbana.

Sin embargo, el análisis de parámetros que se necesitarían para que un sistema automático funcione de manera independiente, resistente y sostenible, es una de las tareas iniciales que se debe efectuar para lograr el éxito de un modelo autónomo. También con las investigaciones de amplio panorama, estudios de modelos exitosos y la ardua experimentación por medio de los integrantes, permitirá el diseño de un nuevo sistema que automatice y controle los huertos urbanos.

Por otro lado, el diseño de esquemas que permitirán modelar mejor el sistema, la simulación de eventos, las posibles predicciones de los eventos, los prototipos que permitan perfeccionar la automatización de un huerto en vía de extinción y el progreso supervisado y ordenado, son la clave para lograr un modelo eficiente que salve los huertos abandonados, sin importar las condiciones en las que se encuentre.

## 2. Definición del problema.

La agricultura urbana es una práctica en auge en la ciudad de Bogotá con más de 4.000 huertas urbanas que son hogar de la producción de alimentos, las cuales son establecidas por sus comunidades aledañas (OAB, 2021); Y como se ha venido haciendo a lo largo de los años, los seres humanos desarrollan sus sistemas biológicos, gracias a una fuente principal de energía que denominamos nutrientes que por medio de la ‘alimentación’ la poseemos, ya que como nos lo expresa la empresa Quaker (2023), “La alimentación es el proceso por medio del cual obtenemos, preparamos e ingerimos alimentos, obteniendo los nutrientes que nuestro cuerpo necesita y que son indispensables para la plenitud de nuestra vida humana”, donde en pocas palabras, alimentarse es vital para poder vivir.

Se reconoce que gran parte de los alimentos que ingerimos son de origen vegetal y que la mayoría de estos vienen de zonas rurales y no es raro, que en Colombia no sea así, porque de hecho gran parte de los alimentos que se producen en Colombia, son desde las zonas rurales (Vanegas & Gaitan, 2020). Al día de hoy muchas ciudades han implementado esta práctica en las zonas urbanas por variados motivos y desde los aspectos positivos, es bueno ya que, en sí, los mismos ciudadanos estarían abasteciéndose a ellos mismos y a algunas zonas de la ciudad, además de otros efectos positivos que esta conlleva, al menos expertos así lo recalcan “Los espacios verdes son beneficiosos para la salud de las personas, así como para el medio ambiente y la biodiversidad. Y la producción local de alimentos también reduce las emisiones de carbono del transporte” Pradhan, J. (2023), como se citó en Álvarez, J. (2023).

De igual forma, la implementación de este sistema en las ciudades ha tenido variados problemas que en cierta parte ralentizan el avance y desarrollo de los sistemas agrícolas urbanos. El tópico que abarcaría todos los problemas es la ‘supervisión’, ya que es lógico que los ciudadanos no es posible estar siempre atentos al crecimiento de sus alimentos, además de que el ambiente

urbano es muy distinto al de uno rural y esto afecta también al desarrollo de las cosechas, de hecho, otro experto que de igual forma apoya los sistemas agrícolas urbanos, habló de este caso, “...hay que tener en cuenta una serie de factores. Por ejemplo, ¿quién se va a encargar de la jardinería? ¿Pueden ser jardineros particulares o necesitamos un modelo empresarial?...” Rybski, D. (2023), como se citó en Álvarez, J. (2023).

Finalmente, y como se resaltaba en el primer párrafo, Bogotá es una de las ciudades con alta variedad de proyectos en cuestión de huertos urbanos, pero, lastimosamente la supervisión de estos incentivos es baja y básicamente, se pierde. Uno de estos casos, se presenta en el barrio Zona Franca, ubicado en la localidad de Fontibón, donde una zona residencial posee el huerto Tesla, un huerto que actualmente está abandonado y en vía de extinción. Esto tiende a tener varios efectos negativos, como lo son el desaprovechamiento de las zonas aptas para los cultivos, deterioro de la misma zona por el abandono y el no prevalimiento de alimentos que podrían abastecer la misma zona, además de otros efectos positivos que la agricultura urbana alberga, pero que no se verán reflejadas hasta que exista la supervisión en los huertos.

### **3. Objetivos.**

#### **3.1. Objetivo General.**

- Desarrollar un sistema automatizado que mejore los cuidados y monitoree la huerta urbana Tesla en la localidad de Fontibón, Bogotá D.C.

#### **3.2. Objetivos Específicos.**

- Investigar diferentes modelos de sistemas automáticos de supervisión y control para huertos urbanos.
- Determinar las necesidades que requiere el entorno, para la modernización de la huerta Tesla.
- Diseñar un sistema automático de control para el huerto Tesla, por medio de la implementación de modelos

#### **4. Justificación.**

Al día de hoy, se reconoce que las ciudades están modernizándose y que al menos por el lado de los alimentos, empezar a implementar agricultura en zonas urbanas, son uno de los requerimientos para que una ciudad pueda ser una ciudad sostenible, no solo por el abastecimiento nivelado de los alimentos en las ciudades, si no por unos efectos secundarios como mejorar la imagen de la ciudad y mantener un equilibrio con la contaminación por la que la raza humana ha estado amenazada estos últimos años.

En pocas palabras, la implementación de los sistemas de agricultura urbana con base a las investigaciones que se han realizado tiene muchas ventajas de corto, medio y largo plazo, pero con base a la problemática del proyecto, a pesar de que de manera indirecta se abarcan todas esas buenas ventajas, la principal es el hecho de salvar el huerto que la zona residencial ha dejado abandonado, de esta manera, otros lugares de la localidad podrán seguir ese ejemplo, además de que a nivel local, implementar un sistema automático controlado y supervisado por medio de electrónica, resalta una bonita imagen verde para la misma localidad, además de que la misma área es hogar de algunas grandes industrias contaminantes y la misma implementación de este sistema, mitiga ese problema, al menos el grupo Iberdola (2023) soporta de manera resumida el argumento con lo siguiente “Los huertos urbanos son mucho más que cultivos de ciudad. Estas parcelas se han convertido en lugares para el ocio, la desconexión, la educación medioambiental y el desarrollo de terapias en entornos naturales”.

Mediante la investigación se pretende aportar una solución con el uso de tecnologías disruptivas como lo son la automatización y el procesamiento de imágenes a una problemática que podría tener un costo elevado de contratación su cuidado y mantenimiento constante, gracias a la electrónica básica y al software de programación de uso libre.

En el campo de la agricultura urbana se puede llegar a equiparar la calidad de los cultivos a la de grandes proveedores por medio de la automatización que los mantendrá sanos y frescos hasta su cosecha.

## 5. Análisis de requerimientos o especificaciones del producto.

A continuación, se exponen los requerimientos que permitirán impulsar el proyecto y además satisfacer las necesidades del huerto y de los residentes que viven en la zona afectada. (Cabe destacar que los parámetros establecidos, tienen como finalidad el mejoramiento de los sistemas automáticos de control ya existentes, ya que se desea modernizar los viejos sistemas para que sean más eficientes.) Es más, una innovación en el huerto no existe ningún sistema automatizado a mejorar.

También, no se deja de lado la misión sostenible donde se tienen como finalidad implementar una tecnología que supervise un huerto, pero que ese no tenga efectos negativos al medio que la rodea, si no, se aprovecharán los recursos que el área posea para la eficiencia del proyecto. En otras palabras, un bien mutuo.

### 5.1. Análisis de requerimientos.

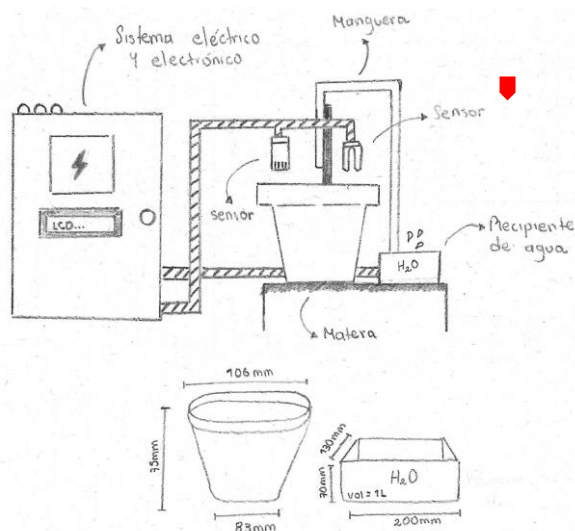
#### 5.1.1. Tamaño accesible para cualquier espacio.

Las zonas urbanas, a lo largo de los tiempos han padecido de un problema que impide el desarrollo de muchos proyectos y uno de estos acontecimientos es la falta de espacio dentro de un área urbana. Este es uno de los motivos por el cual la agricultura urbana, no crece mucho en las ciudades, por esta razón, implementar un sistema para un huerto que, si posea un espacio, empleando los materiales y las dimensiones necesarias, permite aprovechar el espacio evitando invasiones masivas, ya sea hacia otros terrenos o para la misma persona, ya que un sistema que sea minimalista no sofoca el ambiente.

La ficha técnica ajustada al prototipo es la siguiente:

<b>Ficha técnica</b>		
<i>Materiales</i>	<i>Referencia</i>	<i>Vista</i>

<i>Sensores y Actuadores</i>	
Soil Moisture Sensor Water Level Sensor LCD 16X2 Led Diode Water Bomb	YL69 Water Sensor Display LCD Led Diode
Entradas y salidas del sistema que realiza actividades. Alimentación a 5vDC.	
<i>Alimentación</i>	
Charger Module 7.5W	Charger Module
Fuente principal de energía que suministra el sistema a su totalidad. Conversión de alimentación de 110vAC a 5vDC.	
<i>Controlador</i>	
Arduino UNO	R3
Cerebro del sistema que permite el funcionamiento lógico de los componentes. Alimentación a 5vDC.	
<i>Seguridad</i>	
MH module Rele	MH Sensor Series Rele Module x1
Intermediarios para control de sensores/actuadores y seguridad en sobrecargas. Alimentación a 5v.	
"Se debe evitar el contacto directo con agua a las conexiones para evitar cortos. Además, es fundamental mantener energizado los sistemas para su correcto funcionamiento"	



La ficha técnica, es adaptada al prototipo funcional donde especifica los componentes usados y sus normativas para el correcto funcionamiento, cabe destacar que el sistema en su totalidad es modelado a 5v, ya que permite el aprovechamiento total de potencia de los componentes y además para evitar diferenciales de voltaje que acomplejarían la arquitectura del mismo sistema.

A pesar de ser un sistema que trabaja con fluidos, es vital evitar el contacto directo de líquidos con los componentes eléctricos a excepción de los indicados en la ficha técnica. De igual forma dentro del prototipo se integra un tablero eléctrico cerrado que protege los sistemas eléctricos y electrónicos.

### **5.1.2. Control y automatización independiente.**

Se reconoce el hecho de que no todas las personas en una ciudad poseen el tiempo suficiente para cuidar un huerto y que, además, estos en su mayoría de tiempo deben estar supervisados porque son más propensos a sufrir de manera constante por su vulnerabilidad. Por esa razón, para los sistemas automáticos de control, son de suma importancia implementar un modelo que sea capaz de actuar solo y en caso de problemas, en su mayoría de ocasiones, solucione los errores. Esto, permite un desarrollo de los cultivos más ágil cuando no hay supervisión por parte de la persona y crea un ambiente de confianza entre el usuario y el sistema, “lo que haremos no corregirá errores físicos”.

### **5.1.3. Intuición de problemas.**

Con base al requerimiento anterior, dentro de una automatización y control, también debe existir un modelo que sea capaz de determinar los fallos que se presenten mientras el sistema esté en funcionamiento. Hoy en día es difícil que este sea capaz de resolver un problema de manera autónoma, ya que no existe una confiabilidad total. Sin embargo, algo que si puede hacer un modelo es suspender los trabajos cuando se cruce con un problema y notificarle a una persona una especie de alerta, para primero, evitar pérdidas dentro del espacio en caso de que el sistema no suspendiese los procesos y segundo, para que el operario esté notificado de lo que pasa en el momento que suceden los problemas.

### **5.1.4. Interfaz sencilla.**

Hoy en día, la tecnología cada vez más se vuelve más completa y esto en una pequeña parte afecta a los usuarios que la usan por el simple hecho de que no entienden lo que un dispositivo les está queriendo decir, la forma de expresión de una máquina hoy en día tiende a ser más técnica que práctica. De esta manera, es importante que el diseño de una interfaz tenga como objetivo adaptarse a cualquier persona que la quiera interpretar y que sus representaciones sean lo más

simplificadas posible para una comprensión más ligera por parte de una persona y más por el hecho de que para un huerto son muchas variables las que se miden y se deben tener en cuenta.

#### **5.1.5. Fácil mantenimiento del sistema.**

Los sistemas no siempre son resistentes y es necesario que, por parte del operario, se tenga que realizar una limpieza, cambio y/o control sobre los artefactos. Por esta razón, a pesar de que el sistema automático de control es conformado por materiales básicos a tamaño comfortable, es de suma importancia facilitar el acceso por parte de las personas, a otros sistemas que requieran un mantenimiento. De no hacer este requerimiento, fácilmente este quedaría en modo de suspensión hasta que un experto pueda hacerlo y el propósito del fácil acceso es evitar ese problema.

Por otro lado, se trata de que, en su mayoría, cada elemento que conforma el sistema esté señalado y especificado para que el operario posea un mapa que permita realizar un mantenimiento más rápido y seguro.

#### **5.1.6. Autonomía y resistencia.**

Al tener en cuenta los 5 requerimientos anteriores ya mencionados y explicados, es fundamental que el sistema sea sólido y eficaz. Por un lado, que sin importar las condiciones en las que se encuentre, se mantenga estable y por el otro lado, que su trabajo compense lo consumido.

Esto se logra cuando se mantienen rígidos, todos los modelos complementarios del sistema.

## **6. Marco de referencia.**

### **6.1. Marco teórico.**

#### **6.1.1. Huerta urbana.**

A medida que más personas pueden cultivar sus propias frutas, verduras y plantas aromáticas en espacios urbanos restringidos, la jardinería urbana se está convirtiendo en una práctica más común en las ciudades. Estos huertos ofrecen ventajas tanto sociales como ambientales, tales como promover la seguridad alimentaria, reducir el efecto ambiental de la producción de alimentos y el fomento del cuidado ambiental a la comunidad.

Hay muchas ideas teóricas que respaldan el uso y crecimiento de los hábitats urbanos, incluida la agricultura urbana, la soberanía alimentaria, la agroecología y el derecho a la alimentación. Además, la literatura científica sugiere que los bosques urbanos pueden beneficiar la salud humana, el medio ambiente y la sociedad.

Para abordar los desafíos relacionados con la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y la comunidad en entornos urbanos, las granjas urbanas pueden ser una herramienta útil. Sin embargo, se requiere más investigación para comprender completamente las ventajas y los desafíos asociados con los vecindarios urbanos y cómo podrían implementarse con éxito en diversos contextos urbanos. Además, es crucial tener en cuenta la justicia social y la equidad en la implementación de proyectos de vivienda urbana para garantizar que todos los miembros de la comunidad puedan beneficiarse de ellos.

#### **6.1.2. Factores y técnicas para un crecimiento saludable.**

El cuidado de las plantas es una tarea importante para los jardineros, los agricultores y los amantes de la naturaleza en general. El crecimiento saludable de las plantas depende de una serie de factores, tales como: El clima, la luz, la humedad del suelo, la calidad del suelo y la nutrición.

Además, hay técnicas específicas para el cuidado de las plantas, como la poda, el riego, la fertilización y el control de plagas. En este marco teórico, se revisan estudios que exploran los factores y técnicas clave para el cuidado de las plantas.

Factores para el crecimiento saludable de las plantas:

- **Clima:** la temperatura, la humedad y la cantidad de luz son factores críticos para el crecimiento de las plantas. Las plantas necesitan una cierta cantidad de luz solar y agua para crecer correctamente.
- **Calidad del suelo:** la calidad del suelo es importante para el crecimiento de las plantas ya que proporciona nutrientes y agua. La textura del suelo, el pH y la capacidad de retención de agua son factores importantes para la calidad del suelo.
- **Nutrición:** las plantas necesitan una variedad de nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo y potasio, para crecer. La falta de nutrientes puede provocar una reducción en el crecimiento y la producción de frutos.

El cuidado de las plantas es una tarea importante que requiere tener en cuenta numerosos factores para garantizar un crecimiento saludable. El clima, la calidad del suelo y la nutrición son factores cruciales que deben tenerse en cuenta para el crecimiento adecuado de las plantas. Además, específicas Técnicas como la poda, el riego, la fertilización y el control de plagas son cruciales para asegurar un crecimiento sano y productivo. Como resultado, es fundamental que por parte del proyecto la inteligencia artificial entienda cada uno de estos factores para cuidar y fomentar un medio ambiente sano.

### **6.1.3. Tecnologías y automatización en huertos urbanos.**

El uso de herramientas de automatización y monitoreo es fundamental para lograr un mantenimiento de planta más preciso y efectivo en las áreas metropolitanas. La automatización

del mantenimiento de la vivienda urbana requiere el uso de tecnología de punta para regular los factores ambientales, como la temperatura, la humedad, la luz y el viento. Por otro lado, el monitoreo en tiempo real permite a los agricultores urbanos reconocer y abordar los problemas antes de que se vuelvan serios, lo que puede reducir la pérdida de cosechas y aumentar la eficiencia del cultivo.

Los sensores ambientales, los sistemas automatizados de control de disturbios, los sistemas de iluminación LED y los sistemas de monitoreo remoto se encuentran entre las tecnologías de automatización y monitoreo utilizadas en los vecindarios urbanos. La capacidad de manejar estos sistemas a través de una computadora o aplicaciones móviles permite a los agricultores urbanos monitorear y administrar su granja desde cualquier lugar.

La modernización del cuidado del huerto urbano mediante automatización y monitoreo tiene múltiples beneficios, como la mejora de la eficiencia y la calidad del cultivo, la reducción de costos y el ahorro de recursos, la prevención de enfermedades y plagas y la reducción del impacto ambiental.

#### ***6.1.3.1. Tarjetas de desarrollo y sus aplicaciones en huertas urbanas.***

Las tarjetas de desarrollo se comprenden como dispositivos que permiten el diseño de prototipos y soluciones tecnológicas, gracias a su unidad de procesamiento de información capaz de interpretar señales a través de censado de condiciones que rodean su ambiente o variables preestablecidas con el fin de ordenar a un grupo de actuadores en su locomoción o envío de otro tipo de señales en respuesta a la información censada.

Dentro de las más utilizadas en múltiples proyectos de desarrollo, se encuentran las de Arduino Uno, basadas en un microchip ATmega328P catalogadas como un microcontrolador de recurso abierto y las NodeMCU basadas en plataformas IoT(Internet of Things) “Internet de las

cosas” operando bajo un módulo con conexión Wi-Fi ESP8266Wi-Fi, lo que permite generar sistemas embebidos (sistema electrónico dentro de otro más complejo) de una manera sencilla. Por su bajo costo y fácil operabilidad, en muchas oportunidades suelen generar soluciones mediante la integración de sus sistemas ya que la multi conectividad de sensores y actuadores de las tarjetas Arduino complementan a las tarjetas NodeMCU, mientras que estas por su pequeño tamaño tienen la facilidad de acomodarse en lugares estratégicos sacando provecho de su característica principal que es la conectividad a redes mediante Wi-Fi.

Su operabilidad en huertas urbanas es bastante amplia ya que, desde el censado de condiciones atmosféricas, del suelo, entre otras, estas tarjetas procesan las señales, interpretándolas para una post ejecución de sistemas mecánicos o envío de alarmas, en respuesta a posibles alteraciones que perjudiquen la sana cosecha de los cultivos. Como se puede observar en los sistemas de riego automatizados que son capaces de humedecer las zonas de siembra sin intervención humana en horarios programados o por censado de humedad de la misma.

*Figura 1: Arduino*



*Fuente: <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>*

Figura 2: NodeMcu.



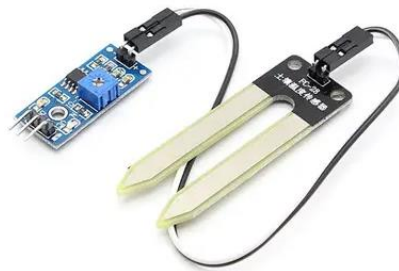
Fuente: [http://www.nodemcu.com/index\\_en.html](http://www.nodemcu.com/index_en.html)

### 6.1.3.2. Sensores y actuadores aplicados a huertas urbanas.

#### - **Sensor de humedad de suelo YL-69.**

El sensor posee la capacidad de medir el nivel de humedad del suelo en donde se realizará el proyecto, gracias a sus lecturas de resistencia que obtiene por medio de dos electrodos enterrados en el área de interés, que a mayor presencia de agua permiten la conductividad de electricidad y disminuirá las lecturas de resistencia, por el contrario, si la tierra está seca habrá una menor conductividad y las lecturas de resistencia aumentarán.

Figura 3: Sensor Humedad del suelo.

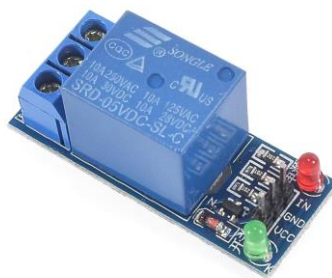


Fuente: <https://www.luisllamas.es/arduino-humedad-suelo-fc-28/>

#### - **Relé.**

Este tiene una aplicación bastante importante ya que permite el control del circuito que alimenta las bombas de agua, este circuito debe ser apartado ya que el Arduino no es capaz de entregar a la bomba la potencia necesaria para hacer fluir el caudal necesario. Magnéticamente activa el paso de corriente en el circuito de interés, separando la electrónica del Arduino y protegiéndola.

Figura 4: Módulo Relevador.



Fuente: <https://www.okybolivia.com/wp-content/uploads/2021/03/MODULO-RELE-5V.jpg>

#### - **Bomba de agua.**

Está será la encargada de suministrar el recurso hídrico a la tierra de los cultivos en los momentos que se necesite, la componen un sistema de palas rotatorias conectadas a un motor, cuando este último se activa, las palas crean un caudal de agua dirigiéndolo a un lugar de interés.

Figura 5: Bomba de agua.



Fuente: <https://laredelectronica.com/wp-content/uploads/2020/04/1-111.jpg>

#### **6.1.4. Procesamiento de imágenes en huertos urbanos.**

Una tendencia cada vez más popular en la agricultura urbana es la implementación del procesamiento de imágenes en granjas urbanas. Esto se debe a que el procesamiento de imágenes puede ayudar a mejorar el monitoreo y mantenimiento de plantas en un bosque urbano. En este marco teórico se revisan los métodos y ventajas del procesamiento de imágenes en entornos urbanos.

Existen diferentes tipos de métodos para el procesamiento de imágenes en los huertos urbanos, los cuales son los siguientes:

- **Identificación de enfermedades de las plantas:** El procesamiento de imágenes se utiliza para identificar enfermedades de las plantas, lo que permite una pronta intervención para detener la propagación de la enfermedad. Las técnicas para el procesamiento de imágenes incluyen la segmentación de imágenes y el análisis de texturas.

- Seguimiento del crecimiento de las plantas: El procesamiento de imágenes se utiliza para realizar un seguimiento del crecimiento de las plantas, lo que permite una mejor planificación del riego y la fertilización. La detección de cambios en la altura y el diámetro de las plantas es una de las técnicas de procesamiento de imágenes.

#### **6.1.5. Software de uso libre en huertas.**

En la aplicación de soluciones informáticas en campos de agricultura enfocados en huertas urbanas, hay una alta aplicabilidad de software de uso libre como lo es Arduino IDE, un entorno de desarrollo mediante el cual se puede programar las acciones que ejecutarán los actuadores tales como motores, bombas de agua, entre otros, respondiendo a las necesidades preestablecidas y censadas previamente mediante lecturas de sensores estos pueden ser de humedad, temperatura y más, “Open CV es una librería altamente optimizada con enfoque en aplicaciones en tiempo real” (OpenCV, 2023), brinda la capacidad de procesar información en un determinado espacio y determinar acciones a ejecutar o generar reportes, predicciones y correcciones. Las ventajas del este tipo de software se basan en una cultura libre en la que los códigos pueden ser usados, distribuidos y modificados, contribuyendo a la comunidad científica, en gran cantidad de aplicaciones no hay que pagar por su uso, dependiendo del canal de distribución.

#### **6.1.6. Políticas ambientales.**

Contemplando el diseño y las herramientas que serán empleadas para confrontar la problemática presentada, cabe aclarar que las mismas deben adaptarse a todo el marco normativo que rige las huertas urbanas. Ya que se debe buscar un equilibrio entre el medio ambiente, la sociedad y la economía siendo garantes de no amenazar las necesidades de futuras generaciones, por lo que se mantendrá un trabajo en constante adecuación de la ISO 14:001:2015, contemplando las diferentes opciones que contribuyen al enfoque de la Universidad Ean en temas de emprendimiento y desarrollo sostenible tales como:

- Protección del medio ambiente utilizando la prevención.
- Mitigación de los impactos ambientales.
- Mitigar los efectos secundarios según las condiciones ambientales de la huerta.
- Optimizar la huerta cumpliendo con la legislación y normas vigentes.
- Controlar la forma en la que se diseñará el sistema de cuidado y monitoreo de la

huerta y los servicios que ofrece la misma.

- Aplicar alternativas económicas y ambientales que fortalezcan el posicionamiento de la misma en la comunidad.

- Divulgar la información ambiental a las partes interesadas.

A manera de hipótesis, se plantea la

## **7. Restricciones**

### **7.1. Económicas.**

#### **7.1.1. Presupuesto por materiales.**

Para el prolongamiento de vida del prototipo, se depende del uso de componentes electrónicos sólidos y completos, sin embargo, por su moderna elaboración, su costo aumentaría.

### **7.2. Ambientales.**

#### **7.2.1. Contaminación por aceros.**

El uso adicional de tornillería en acero que permiten otorgarle rigidez al prototipo, son un delimitante por los efectos negativos que esta distribuye al medio ambiente por su oxidación.

### **7.3. Aplicabilidad.**

#### **7.3.1. Aguas limpias.**

Dentro de la implementación del modelo automatizado, el correcto funcionamiento de los demás sistemas que la componen son clave para evitar la obsolescencia del proyecto, en este caso, las redes de transporte de agua deben poseer filtros que impidan el paso de sólidos y/o desechos que enturbian y estancan las aguas.

#### **7.3.2. Inteligencia Artificial.**

La poca información y también el poco uso ‘híbrido’ de una IA (Inteligencia Artificial), es decir, en la implementación de componentes como cámaras u otros hardware que también deben ser compatibles con la IA (Inteligencia Artificial), delimita tenerla como medida de seguridad en segundo plano la supervisión y reconocimiento.

## **8. Metodología**

Para el desarrollo del contenido, se establecieron como fragmentos importantes al enfoque, alcance, diseño, variables y muestra, debido a la implementación de información específica del proceso del proyecto. Cabe destacar el uso del modelo de la investigación de Hernández, Fernández y Batipsta como fuente base para la correcta orientación de los fragmentos de la metodología.

### **8.1. Enfoque.**

La metodología inicia en desarrollar un sistema funcional que cumpla el estado del arte actual de la agricultura urbana desde una connotación social, económica y ambiental. Para esto, el método se designa bajo un enfoque mixto.

Desde el lado cuantitativo, por medio de la electrónica experimental, es posible medir variables que permiten demostrar por números y gráficos el estado del huerto en tiempo real. (OxfordLanguages, 2022)

Por otro lado, del lado cualitativo gracias a la información conferida por la comunidad que cuida el huerto, es posible resaltar los puntos más importantes que se deben tener en cuenta para justificar el propósito del proyecto, de esta manera son los detalles los que se deben considerar para evitar obtener espacios vacíos al momento de construir el prototipo.

### **8.2. Alcance.**

Al establecer de manera precisa los enfoques del proyecto y entender las intenciones que cada uno posee, se implanta como alcance la fabricación física de un sistema capaz de automatizar el riego de un huerto, además de poseer seguridades que le permitan al mismo sistema entender lo que está sucediendo en tiempo real, de esta manera es el usuario el que debe supervisar que el sistema funcione de manera correcta y de igual forma, recibir constantemente información por medio del sistema, acerca del desarrollo de sus cosechas.

El prototipo se rige de los estándares establecidos en los requerimientos del proyecto, que principalmente se ajusta desde el contexto descriptivo investigado desde fuentes confiables que resaltan los márgenes más necesarios e importantes y también desde el público por medio de sus necesidades.

### **8.3. Diseño de la investigación.**

El proyecto, a pesar de poseer enfoques investigativos y descriptivos, es el alcance quien resalta la obtención de un producto físico, lo cual el diseño de la investigación está definido desde un contexto experimental.

### **8.4. Variables.**

#### **8.4.1. Dependientes.**

Dentro del marco de variables dependientes que son modelo central de atención para el proyecto, ya que se miden y son cambiantes por su dependencia a las condiciones independientes, se consideran las siguientes.

##### **8.4.1.1. *Temperatura.***

Resalta las condiciones exteriores del lugar, por medio de esta línea se crean las posibles predicciones del estado del huerto.

##### **8.4.1.2. *Nivel de H<sub>2</sub>O.***

Detecta la presencia de H<sub>2</sub>O que posee el cultivo, es de esta manera que se identifica junto con la humedad, la necesidad de inyectar o no H<sub>2</sub>O, además de determinar de manera indirecta la cantidad y consumo de agua que posee el cultivo.

##### **8.4.1.3. *Humedad.***

Resalta el porcentaje de humedad que posee el cultivo, es de esta manera que se identifica junto con el nivel de H<sub>2</sub>O, la necesidad de inyectar o no H<sub>2</sub>O.

#### **8.4.1.4. Calidad de aire.**

Resalta las condiciones de aire del huerto, inicialmente para identificar si la presencia de gases nocivos son factor directo en el no desarrollo de los cultivos, además también para identificar por medio de la fotosíntesis, su influencia en el aire.

#### **8.4.2. Independientes.**

Dentro del marco de variables independientes que son modelo intencional por parte de la influencia de las condiciones dependientes, al ser la causa directa de sus continuos cambios, se consideran las siguientes.

##### **8.4.2.1. Lugar.**

El proyecto se lleva a cabo en un lugar optado por el equipo del proyecto, donde las condiciones dependientes son directamente influenciadas.

##### **8.4.2.2. Clima.**

El proyecto se lleva a cabo en un lugar optado por el equipo del proyecto, donde las características climáticas influyen directamente las condiciones dependientes.

#### **8.5. Población y muestra.**

El grupo por el cual el proyecto está orientado, la cual denominamos población base por la amplia gama de interés por parte de las personas y nacimiento de nuevos posibles proyectos, es la población centralizada en los huertos urbanos. Por un lado, la necesidad básica para el ser humano de alimentarse genera interés en la creación de más métodos que logren abastecer los mercados de alimentos. Por el otro lado, las formas de lograr aplicar las nuevas tecnologías sostenibles son posibles e inicialmente mitigan los problemas de calidad de los alimentos.

Por el lado de la muestra, este se radica en el huerto tesla, ubicado en la localidad de Fontibón donde principalmente se sufre de un aislamiento por parte de la comunidad por razones

entendibles, la falta de inversión de tiempo en la supervisión por hacer otras labores es solo alguna de las causas principales del por qué los huertos terminan extintos.

### 8.6. Fases y cronograma del proyecto.

Las fases a seguir para lograr el éxito del proyecto son las siguientes:

- *Fase 1*: Periodo de recolección de datos y análisis.
- *Fase 2*: Periodo de selección y diseño.
- *Fase 3*: Periodo de construcción y pruebas.
- *Fase 4*: Periodo de stand-by.
- *Fase 5*: Periodo de análisis de conclusiones y entrega.

Cada fase está distribuida por una serie de actividades que la representan, la cual en la siguiente tabla se pueden evidenciar de manera organizada y entendible:

<i>Tabla 1: Fases del proyecto.</i>		
<i>Fase</i>	<i>Ítem</i>	<i>Actividad</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	Recolección e investigación de la información
	<i>2</i>	Identificación de variables (entradas y salidas)
<i>2</i>	<i>3</i>	Especificación de la arquitectura del prototipo (recursos), división de los sistemas
	<i>4</i>	Diseño-borrador de los sistemas (mecánicos, electrónicos, eléctricos)
<i>3</i>	<i>5</i>	Diseño y ensamblaje físico de los sistemas

	<b>6</b>	Simulación de eventos de los sistemas
<b>4</b>	<b>7</b>	Análisis del funcionamiento autónomo de los sistemas
<b>5</b>	<b>8</b>	Juicios del prototipo y entrega final.

Como se logra ver en la tabla 1, las actividades a seguir para el cumplimiento de las fases son las necesarias para lograr el éxito del mismo, primeramente, la investigación y establecimiento de entradas/salidas que han sido detalladas a lo largo del informe, son la base vital en la construcción del prototipo, ya que genera un propósito a las ideas.

Luego de entender el contexto, seleccionar los recursos que pueden poner en marcha las ideas, son el paso esencial para lograr justificar la teoría. Esto se logra con investigación y reseña de proyectos similares. *(ver figura 6)*

*Figura 6: Selección de materiales.*

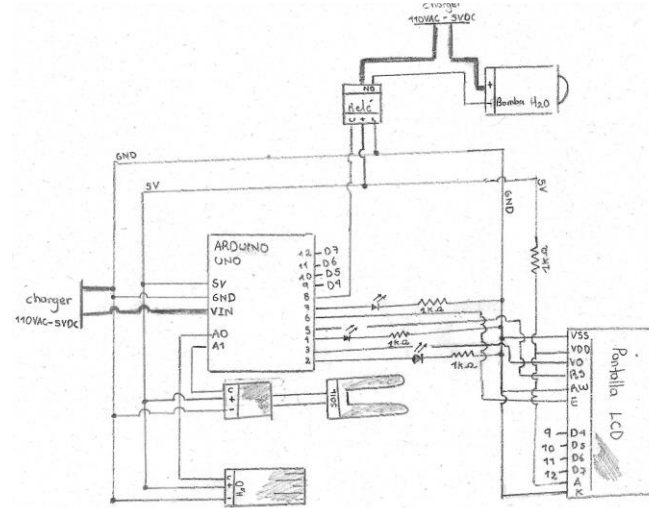


*Nota: Figura que evidencia la selección de materiales.*

De igual forma, la esquematización de los sistemas también permite tanto para el interesado como para el cliente, entender la interacción interna entre componentes por parte de fuerza

(energía) y comunicación (señal). Ya que en pocas palabras los esquemas de sistemas evidencian el “¿cómo?” funciona. (Ver figura 7)

Figura 7: Diseño de esquema eléctrico y electrónico.



Nota: Figura que evidencia el diseño de los sistemas eléctricos y electrónicos.

El diseño y ensamblaje en este caso son un poco subjetivos ya que un proyecto de este tipo no requiere de un diseño en específico ya que trabaja al aire libre. Para entender un poco más el argumento, ver la figura 8.

*Figura 8: Desarrollo de prototipo.*



*Nota: Figura que evidencia existencia del prototipo.*

Son sensores los que representan todo el prototipo, al igual que los sistemas eléctricos y electrónicos complementarios que permiten el funcionamiento del sistema. Ver la figura 9 para evidenciar los primeros avances.

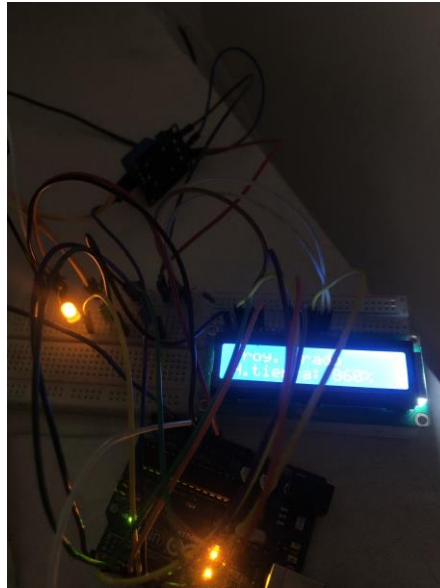


*Nota: Figura que evidencia los primeros desarrollos del prototipo.*

Sin embargo, el diseño propuesto para el prototipo se centra más en la seguridad de los sistemas que por la estética. Se puede evidenciar mejor en la ficha técnica.

Finalmente, el estudio del sistema es fundamental para calificar el desempeño del prototipo en su funcionamiento autónomo, (ya que ese es su objetivo). En resumidas cuentas, los desfases entre variables son mínimas y no afectan otros parámetros en el funcionamiento de los sistemas. Ver la figura 10 para evidenciar el huerto con ausencia de agua.

*Figura 10: Sistema de detección de ausencia de agua.*



*Nota: Figura que evidencia funcionamiento del sistema con ausencia de agua.*

Cabe destacar que, la lectura de los sensores al ser “análogos”, por los principios de los circuitos digitales, sus mediciones varían entre 0 y 1023, lo cual, dependiendo lo que se mida, sus valores jugarán entre ese rango. De esta manera, otra meta imprevista en el desarrollo de los sistemas del prototipo, es acomodar los valores sensados a la realidad, de esta manera las mediciones que se encontrarán a continuación, son seleccionadas con base al comportamiento del sistema, esos rangos se eligen dependiendo la necesidad.

Como se logra ver en la imagen 10, un led de color amarillo es el que indica la ausencia de agua, por parte del display LCD, refleja la variable medida por el sensor enterrado en la maceta. Cuando el sensor de humedad mide variables entre 850% y 1023%, enciende la motobomba para humedecer la tierra. Por otro lado, ver la figura 11 para evidenciar el huerto en estado neutro.

*Figura 11: Sistema de detección de humedad.*



*Nota: Figura que evidencia funcionamiento del sistema con presencia de humedad.*

Como se aprecia en la imagen 11, un led verde indica un estado regular-aceptable en la humedad de la tierra, cuando el sensor de humedad detecta variables entre 450% y 749%. Como última parte, ver la figura 12 para evidenciar el huerto con presencia de agua.

*Figura 12: Sistema de detección de presencia de agua.*

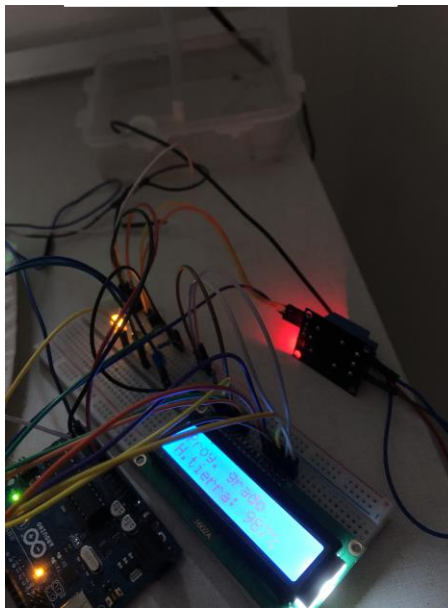


*Nota: Figura que evidencia funcionamiento del sistema con presencia de agua.*

Es en esta etapa donde un led azul indica la humedad de la tierra y además, apaga la motobomba. Desde esta etapa, el ciclo se repite nuevamente, esperando que la tierra se seque para indicar el abastecimiento de agua otra vez, de esta manera la hortaliza o planta nunca padecerá por ausencia de agua.

Cabe destacar el estudio de los sistemas de manera individual previa al ensamblaje total del prototipo, en la figura 13 se puede evidenciar el prototipo completo trabajando de manera autónoma. Además, para visualizar el código que permite el funcionamiento de los sistemas, por medio de un link vía GitHub se podrá encontrar, con la opción pública para la accesibilidad de clonar el repositorio y trabajar sobre el código. Este link se encuentra después de la figura 15.

*Figura 13: Sistema de riego activo.*



*Nota: Figura que evidencia el funcionamiento del sistema de riego.*

En la figura 13, se resalta cómo un relé se enciende ya que, por medio de las mediciones del sensor de humedad, detecta la ausencia de agua en la tierra. Además, por medio del led amarillo

se puede justificar el proceso. Por otro lado, en la figura 14 se evidencia cómo después de detectar agua en la tierra, el relé se apaga y evita el bombeo de agua. Gracias al led azul, se puede justificar.

*Figura 14: Sistema de riego suspendido.*



*Nota: Figura que evidencia el funcionamiento del sistema de riego.*

Es de esta manera que se concluye el trabajo del sistema de riego inteligente. Cabe destacar que el bombeo de agua dependerá de las condiciones climáticas, en este caso, al menos cada 5 se surge un ciclo. (ver figura 15)

Figura 15: Prototipo completo.



Nota: Figura que evidencia el sistema de riego completo.

URL GITHUB: [https://github.com/JPably/c\\_codes](https://github.com/JPably/c_codes)

Por otro lado, la creación de un cronograma permite ubicar los procesos de las fases del proyecto para resaltar el tiempo total que llevará a cabo ejecutar una idea. De esta manera, la distribución de los ítems para lograr el éxito del proyecto se evidencia en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Cronograma del proyecto.**

<b>Fase</b>	<b>Ítem</b>	<b>s1</b>	<b>s2</b>	<b>s3</b>	<b>s4</b>	<b>s5</b>	<b>s6</b>	<b>s7</b>	<b>s8</b>	<b>s9</b>	<b>s10</b>	<b>s11</b>	<b>s12</b>	<b>s13</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	x												
	<b>2</b>		x											
<b>2</b>	<b>3</b>			x										
	<b>4</b>				x									
<b>3</b>	<b>5</b>					x	x	x	x	x				
	<b>6</b>					x	x	x	x	x				
<b>4</b>	<b>7</b>										x	x	x	
<b>5</b>	<b>8</b>													x

Como se logra ver en la tabla 2, el proyecto se ajusta a un periodo de 13 semanas (*3 meses aproximadamente a partir de Marzo 06, hasta Junio 02*), en donde se dividen las etapas con el cumplimiento de las metas (*ítems*) establecidas.

## 9. Costos.

### 9.1. Análisis de costos del diseño.

En la figura 14, se analiza la tabla detallada en la cual se realiza una suma total de cada uno de los materiales utilizados en el prototipo. Es una información importante dado que proporciona una visión completa de los recursos necesarios en la construcción del prototipo y permite conocer un estimado del costo de una huerta urbana automatizada.

*Figura 14: Tabla del costo total de la huerta.*

<b>Costo de la huerta urbana</b>		
Sensor de humedad	6.000	8%
Sensor contacto agua	5.000	7%
Sensor temperatura	10.000	14%
Diodos led	1.200	2%
Bomba de agua	10.000	14%
Arduino nano	40.000	55%
<b>TOTAL</b>	<b>72.200</b>	

*Nota: Tabla que demuestra el valor de los materiales del prototipo.*

Es una información importante dado que nos proporciona una visión completa de los recursos necesarios en la construcción del prototipo y permite conocer un estimado del costo de una huerta urbana automatizada.

### 9.2. Análisis de nómina.

En la siguiente imagen se evidencia la nómina donde se incluyen a los tres integrantes del grupo, con un salario de medio tiempo. Está remuneración se divide de la siguiente manera:

Primero un 30% se destina a administración y segundo, el 70% restante se destina proporcionalmente por cada huerta urbana vendida. (ver figura 15)

Figura 15: Tabla de interacción de nómina.

NOMINA				
Salario	-	580.000	580.000	580.000
Aux Transp	-	140.606	140.606	140.606
Cesantias	-	60.026	60.026	60.026
Primas	-	60.026	60.026	60.026
Int. Cesantias	-	7.203	7.203	7.203
Vacaciones	-	24.186	24.186	24.186
ARL	-	3.028	3.028	3.028
Pensiones	-	46.400	46.400	46.400
CCF	-	23.200	23.200	23.200
	-	<b>224.070</b>	<b>224.070</b>	<b>224.070</b>
<b>Mensual</b>	-	<b>18.672</b>	<b>18.672</b>	<b>18.672</b>
<b>TOTAL ADMIN</b>	<b>16.805</b>	30%		
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>39.212</b>	70%		
<b>SALARIOS ADMIN</b>	<b>648.545</b>	30%		
<b>SALARIOS COSTOS</b>	<b>1.513.273</b>	70%		

Nota: Tabla que demuestra la nómina de los interesados.

Además, en la nómina incluyen las prestaciones legales obligatorias las cuales se establecen en la legislación laboral vigente del 2023. Entre estas prestaciones legales se encuentran el auxilio de transporte, las cesantías, las primas, las pensiones, el ARL, entre otros.

### 9.3. Análisis de proyección de ingresos y proyección financiera.

En las siguientes imágenes se puede evidenciar la proyección del proyecto a través de seis meses, centrándose en el costo de venta de la huerta urbana. En la proyección se incluyen los materiales utilizados para la creación, así como un porcentaje estimado de ganancias. Sin embargo, se debe destacar el primer periodo donde se observan las pérdidas iniciales. (ver figura 16).

Figura 16: Tabla de proyección de ingresos con pérdidas.

		ENE			FEB		
CANAL	VENTA	1 Semana	2 Semana	Total Mes	1 Semana	2 Semana	Total Mes
Costos de la huerta urbana	129.960						
<b>Ingresos</b>							
	Huerta urbana	2	5	7	8	20	28
	\$ Total	259.920	649.800	909.720	1.039.680	2.599.200	3.638.880
	<b>Total Ingresos</b>	259.920	649.800	<b>909.720</b>	1.039.680	2.599.200	<b>3.638.880</b>
<b>Costos</b>							
	Huerta urbana	2	5	7	8	20	28
	\$ Total	144.400	361.000	505.400	577.600	1.444.000	2.021.600
	<b>Total Ingresos</b>	144.400	361.000	<b>505.400</b>	577.600	1.444.000	<b>2.021.600</b>

Nota: Tabla que resalta la proyección de ingresos los 2 primeros meses.

En los siguientes dos meses se observa la venta de los productos semanalmente, así como las ganancias obtenidas. A partir de esta información se aprecia que, en el tercer mes, marzo, se genera una ganancia que para el proyecto es significativa por que impacta positivamente en los siguientes meses, impulsando las ventas de una manera exponencial. (ver figura 17)

Figura 17: Tabla de proyección de ingresos con ganancias.

Proyeccion de Ingresos										
MAR					ABR					
1 Semana	2 Semana	3 Semana	4 Semana	Total Mes	1 Semana	2 Semana	3 Semana	4 Semana	Total Mes	
15	20	30	20	85	20	15	20	25	80	
1.949.400	2.599.200	3.898.800	2.599.200	11.046.600	2.599.200	1.949.400	2.599.200	3.249.000	10.396.800	
1.949.400	2.599.200	3.898.800	2.599.200	<b>11.046.600</b>	2.599.200	1.949.400	2.599.200	3.249.000	<b>10.396.800</b>	
15	20	30	20	85	20	15	20	25	80	
1.083.000	1.444.000	2.166.000	1.444.000	6.137.000	1.444.000	1.083.000	1.444.000	1.805.000	5.776.000	
1.083.000	1.444.000	2.166.000	1.444.000	<b>6.137.000</b>	1.444.000	1.083.000	1.444.000	1.805.000	<b>5.776.000</b>	

Nota: Tabla que resalta la proyección de ingresos luego de las pérdidas.

Este crecimiento en las ventas a través de los meses demuestra el potencial y la rentabilidad del proyecto. La estrategia implementada durante estos meses permite captar la atención de los clientes y así aumentar la demanda del producto. A medida que avanza el tiempo, se espera que esta tendencia exponencial sea constante para que se mantenga y consolide. (ver figura 18)

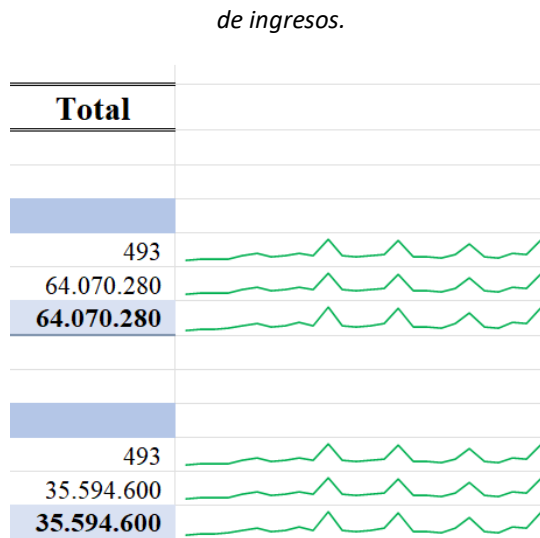
Figura 18: Tabla de proyección de ingresos de 4 meses.

MAY					JUN				
1 Semana	2 Semana	3 Semana	4 Semana	Total Mes	1 Semana	2 Semana	3 Semana	4 Semana	Total Mes
15	15	10	25	65	15	10	30	25	80
1.949.400	1.949.400	1.299.600	3.249.000	8.447.400	1.949.400	1.299.600	3.898.800	3.249.000	10.396.800
1.949.400	1.949.400	1.299.600	3.249.000	8.447.400	1.949.400	1.299.600	3.898.800	3.249.000	10.396.800
15	15	10	25	65	15	10	30	25	80
1.083.000	1.083.000	722.000	1.805.000	4.693.000	1.083.000	722.000	2.166.000	1.805.000	5.776.000
1.083.000	1.083.000	722.000	1.805.000	4.693.000	1.083.000	722.000	2.166.000	1.805.000	5.776.000
JUL					AGO				
1 Semana	2 Semana	3 Semana	4 Semana	Total Mes	1 Semana	2 Semana	3 Semana	4 Semana	Total Mes
15	25	15	20	75	30	20	20	10	80
1.949.400	3.249.000	1.949.400	2.599.200	9.747.000	3.898.800	2.599.200	2.599.200	1.299.600	10.396.800
1.949.400	3.249.000	1.949.400	2.599.200	9.747.000	3.898.800	2.599.200	2.599.200	1.299.600	10.396.800
15	25	15	20	75	30	20	20	10	80
1.083.000	1.805.000	1.083.000	1.444.000	5.415.000	2.166.000	1.444.000	1.444.000	722.000	5.776.000
1.083.000	1.805.000	1.083.000	1.444.000	5.415.000	2.166.000	1.444.000	1.444.000	722.000	5.776.000

Nota: Tabla que demuestra la solidez de los ingresos.

En resumidas cuentas, otra manera de ver la proyección, es visualizando la figura 19.

Figura 19: Gráfica de proyección de ingresos.

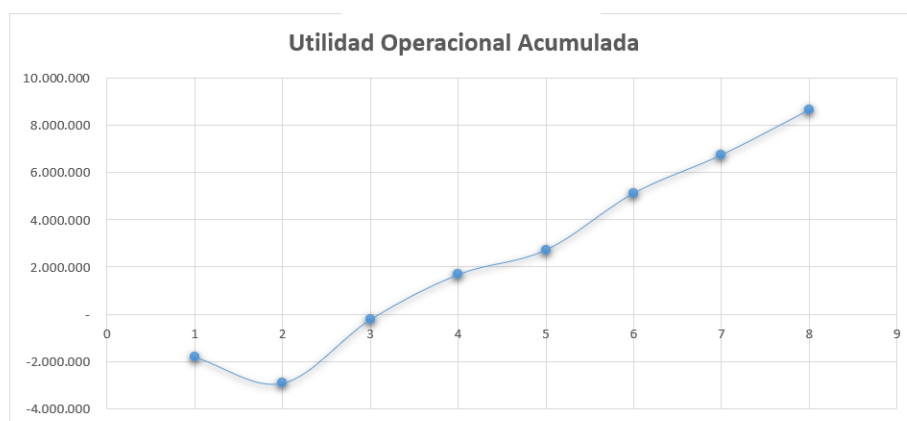


Nota: Gráfica que resalta el crecimiento de los ingresos.

La proyección financiera se realiza desde el mes de enero del 2024 y es a ocho meses, dónde se tiene proyectado cada una de las ventas por semana, dando en total por mes por los ocho meses 493 ventas de huertas urbana.

La utilidad operacional del proyecto se puede ver en la figura 20, donde los primeros dos meses hay una pérdida de aproximadamente tres millones. No obstante, a medida que avanza en el tiempo se puede observar una proyección más favorable, donde la utilidad se vuelve positiva y crece de una manera constante con el transcurso del tiempo.

*Figura 20: Gráfica de U.O.A.*



*Nota: Gráfica que demuestra la U.O.A.*

El cambio positivo en la utilidad ayuda a reflejar el éxito de las estrategias implementadas a través del tiempo y el crecimiento de las ventas a lo largo de los meses posteriores. Se observa una mejora significativa en la rentabilidad del proyecto. Esto nos permite tener una toma de decisiones y realizar de ser necesarios cambios en las estrategias de ventas del producto.

## **10. Conclusiones.**

En conclusión, el desarrollo de un sistema automatizado para mejorar la supervisión y monitoreo de la huerta urbana en el barrio de Fontibón, Bogotá, DC, es una propuesta clave para abordar los desafíos de supervisión y mantenimiento que enfrentan estos espacios en áreas metropolitanas. Las ventajas de implementar la agricultura urbana incluyen la distribución local de alimentos frescos, la mejora del medio ambiente y la promoción de espacios verdes en las ciudades.

Sin embargo, se han identificado desafíos importantes, entre ellos, la falta de supervisión y la consiguiente erradicación de las arboledas abandonadas. Para superar estos obstáculos, es necesario investigar varios modelos de sistemas automáticos de supervisión y control, así como conocer las condiciones del entorno, necesidades específicas y diseñar un sistema automatizado que se adapte a las características de la huerta urbana.

La implementación de este sistema no solo permitirá salvar edificios abandonados como el huerto Tesla en Fontibón, sino que también sentará las bases para la creación de futuros huertos urbanos automatizados en la zona y otras áreas urbanas. además, ayudara a fomentar la sustentabilidad, la producción regional de alimentos y el desarrollo de espacios verdes en la ciudad.

El diseño y desarrollo de un sistema automatizado para el mantenimiento y monitoreo de bosques urbanos es una solución innovadora y sostenible a los desafíos de supervisión en áreas urbanas. El enfoque aumentará la eficiencia de la silvicultura urbana, maximizará los recursos disponibles y promoverá un entorno urbano más saludable y verde.

## REFERENCIAS

Agroecología. (2022). Recuperado de <https://agroecologia.net/huertos-urbanos/>

Álvarez, J. (2023, Marzo 03). Potencial de la agricultura urbana en grandes ciudades: el 82% de la demanda de hortalizas de Berlín podría producirse dentro de la ciudad, <https://smart-lighting.es/potencialagricultura-urbana-grandes-ciudades-berlin/>

Bhagat, R., Naz, F. & Magda, R. (2022, Junio 09). Artificial intelligence solutions enabling sustainable agriculture: A bibliometric analysis, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0268989>

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACIÓN Y DE LA NUTRICIÓN?. (2023). Recuperado de <https://quaker.lat/pe/articulos/cual-es-la-importancia-de-la-alimentacion-y-de-la-nutricion/>

Descripción de la norma ISO. (s/f). ISO 14001:2015 [archivo PDF]. Recuperado de <https://www.nuevaiso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf>

García, G., Jaén, S., Escarabajal, D., Molina, J. & Hernández, J. (2014, Abril 15). Segmentación automática de imágenes de cultivos: estudio comparativo de modelos de color, <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/122034-Segmentacion-automatica-de-imagenes-decultivos-estudio-comparativo-de-modelos-de-color.html>

Gómez, J., Jaramillo, H. & Guerrero, G. (2021, Octubre 30). Técnicas de procesamiento digital de imágenes para detección de plagas y enfermedades en cultivos: una revisión, <https://doi.org/10.25100/iyc.v24i1.10973>

Gonzales, V. (2022). SISTEMA DE IOT DE DETECCIÓN DE CAÍDAS APLICADO A PERSONAS DE LA TERCERA EDAD EN COLOMBIA [archivo PDF], <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/12218/GonzalezValentina2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

He, L., Fu, L., Fang, W., Sun, X., Suo, R., Li, G., Zhao, G., Yang, R & Li, R. (2022). IoT-based urban agriculture container farm design and implementation for localized produce supply. Computers and Electronics in Agriculture. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169922007530>

Huertas Urbanas: ¿Qué son y cuántas hay en Bogotá?. (2022, Mayo 23). Recuperado de <https://oab.ambientebogota.gov.co/huertas-urbanas-que-son-y-cuantas-hay-en-bogota/>

Inteligencia artificial para huertos urbanos. (2022, Agosto 28). Recuperado de <https://unamglobal.unam.mx/inteligencia-artificial-para-huertos-urbanos/>

Kamilaris, A. & Prenafeta, F. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture* (p. 70 – 90). Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169917308803>

Kumar, S. & Raghavendra, B. (2019). Diseases Detection of Various Plant Leaf Using Image Processing Techniques: A Review. DOI: 10.1109/ICACCS.2019.8728325

Lakshmi, K. & Gayathri, S. (2017). Implementation of IoT with Image processing in plant growth monitoring system [archivo PDF]. Recuperado de [http://www.jsirjournal.com/Vol6\\_Issue2\\_08.pdf](http://www.jsirjournal.com/Vol6_Issue2_08.pdf)

Minimum Status of Series-Reduced Trees with Given Parameters 2022, Bulletin of the Brazilian Mathematical Society

Normativas para el huerto urbano. (2022, Agosto 18). Recuperado de <https://albogarden.com/normativaspara-el-huerto-urbano/>

OBP. (2023). Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/>

Padrón, C. (2016). Procesamiento digital de imágenes: Determinación del tamaño de frutos durante el crecimiento y de semillas pequeñas. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/312607163\\_Procesamiento\\_digital\\_de\\_imagenes\\_Determinacion\\_del\\_tamano\\_de\\_frutos\\_durante\\_el\\_crecimiento\\_y\\_de\\_semillas\\_pequenas](https://www.researchgate.net/publication/312607163_Procesamiento_digital_de_imagenes_Determinacion_del_tamano_de_frutos_durante_el_crecimiento_y_de_semillas_pequenas)

Plantitas/Plantitos Preference Analysis on Succulents Attributes and Its Market Segmentation: Integrating Conjoint Analysis and K-means Clustering for Gardening Marketing Strategy 2022, Sustainability (Switzerland)

Principales criterios en la planificación de un huerto urbano (I). (2021, Febrero 24). Recuperado de <https://www.ntjdejardinaria.org/principales-criterios-en-la-planificacion-de-un-huerto-urbano-i/>

QUÉ ES UN HUERTO URBANO. (2023). Recuperado de <https://www.iberdrola.com/compromisosocial/que-es-un-huerto-urbano>

Rivas, A. (2023, marzo 06). Normas APA: La guía definitiva para presentar trabajos escritos. Guía Normas APA, <https://normasapa.in/>

Shirahatti, J., Patil, R. & Akulwar, P. (2018). A Survey Paper on Plant Disease Identification Using Machine Learning Approach. DOI: 10.1109/CESYS.2018.8723881

Vanegas, O. & Gaitán, A. (2020, Noviembre 23). Los problemas del sector agrícola colombiano, <https://razonpublica.com/los-problemas-del-sector-agricola-colombiano/>

Ventajas del riego por goteo automático y cómo instalarlo, (2016, Diciembre 04). Recuperado de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/12/04/ventajas-del-riego-por-goteo-automatico-y-comoinstalarlo/>

Zamudio, N. (2022). DISEÑO PROTOTIPO DE CANECA DE BASURA INTELIGENTES CAPAZ DE CLASIFICAR LOS RESIDUOS DE FORMA ADECUADA AUTOMÁTICAMENTE Y SEA ADMINISTRADA POR MEDIO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL [archivo PDF], <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/11830/ZamudioNatalia2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

(2017). Guía de citación y referenciación de la universidad EAN bajo el estándar APA [Libro, Universidad EAN]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/9035>