

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

<http://dx.doi.org/10.35381/i.p.v4i7.1880>

## **Propuesta de una máquina automatizada cortadora de tallos de flores**

### **Proposal for an automated flower stem cutting machine**

Eduardo Francisco García-Cabezas

[egarcia@esPOCH.edu.ec](mailto:egarcia@esPOCH.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de Investigación & vinculación  
"AUTOPRO", Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-3547-472X>

Wilson Roman Ulcuango-Guajan

[wilopo1@hotmail.com](mailto:wilopo1@hotmail.com)

Red de Investigación Koinonía, Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-4274-1969>

Julio César Moyano-Alulema

[j\\_moyano@esPOCH.edu.ec](mailto:j_moyano@esPOCH.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de Investigación & vinculación  
"AUTOPRO", Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-6672-9409>

Juan Carlos Cayán-Martínez

[jcayan@esPOCH.edu.ec](mailto:jcayan@esPOCH.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de Investigación & vinculación  
"AUTOPRO", Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-9573-3706>

Recibido: 01 de marzo 2022

Revisado: 10 de abril 2022

Aprobado: 15 de junio 2022

Publicado: 01 de julio 2022

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar una máquina automatizada cortadora de tallos de flores. Metodológica y procedimentalmente se procede con la selección de la sierra de corte en función del material, en este caso los tallos de rosa como madera húmeda, para continuar con la potencia requerida. Para la selección del software de programación del sistema se realiza una ponderación de las mejores características al dimensionamiento del proyecto para continuar con el proceso de construcción de la estructura, montaje y conexión eléctrica de sus componentes. Una vez realizada la construcción, montaje y conexión eléctrica, se procede a la integración del sistema de potencia con el sistema de visión artificial a través del uso del software Python el cual muestra una velocidad de procesamiento de las imágenes de 30 frames por segundo ocasionando que el sistema muestre una fluidez constante sin interrupciones; la cámara web cumple con el funcionamiento adecuado.

**Descriptores:** Automatización; proceso; maquinaria; programación; software. (Tesauro UNESCO).

## ABSTRACT

The objective of this research was to design an automated machine for cutting flower stems. Methodologically and procedurally, we proceed with the selection of the cutting saw according to the material, in this case rose stems as wet wood, to continue with the required power. For the selection of the programming software of the system, a weighting of the best characteristics to the dimensioning of the project is made to continue with the process of construction of the structure, assembly and electrical connection of its components. Once the construction, assembly and electrical connection is done, we proceed to the integration of the power system with the artificial vision system through the use of Python software which shows an image processing speed of 30 frames per second causing the system to show a constant fluidity without interruptions; the webcam complies with the proper operation.

**Descriptors:** Automation; process; machinery; programming; software. (UNESCO Thesaurus).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la mayor producción y exportación de flores se da dentro del cantón Cayambe, varias de las empresas florícolas emplean entre 11 y 14 personas por hectárea, aunque en ocasiones especiales contratan a más personal (LA HORA, 2020). Para consolidar esta economía en crecimiento y sostenible, es necesario generar condiciones estructurales propias y locales, que permitan niveles óptimos de producción y empleo y que, además, tengan en cuenta la sostenibilidad fiscal, externa, monetaria y biofísica. Es decir, actuar con la finalidad de mantener, de manera estable, tanto el nivel de precios y salarios, tasas de interés, niveles de inversión e ingresos locales, como la política fiscal y financiera, para permitir el crecimiento económico, una mejor redistribución del ingreso y la reducción de desigualdades (Plan Nacional de Desarrollo, 2021).

Actividades que suceden desde el corte o cosecha de las flores en el cultivo hasta que el producto floral es entregado al cliente final. Comprende los procesos de transporte del campo hasta el almacenamiento, tratamiento de la flor, enfriamiento y mantenimiento de la cadena de frío, hidratación, clasificación, control de calidad, armado de ramos, empaque, distribución y consumo. La postcosecha está determinada por factores característicos de las especies florales, aspectos de fisiología vegetal, las condiciones ambientales en la producción y en el área donde se procesa la flor, así como por las variables del mercado.

La presente investigación, contribuye con el sector florícola ecuatoriano en la etapa de postcosecha, presentando una opción para la automatización de maquinaria, en este caso específico aplicada a una cortadora de tallos de rosas al generar los ramos en la empresa Lovely Flowers, el texto representa la secuencia de ejecución del proyecto partiendo de una introducción, definición de objetivos, el estudio del arte reflejado en el marco teórico, y la posterior determinación de la metodología aplicada para el diseño e

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

implementación del sistema, para finalmente establecer resultados en base a pruebas de funcionalidad de la máquina.

La floricultura como medio de expresión y desarrollo ha sido sin lugar a duda una de las más exitosas que ha progresado económicamente en el país. Ecuador según datos del 2020, exportó sus flores a más de 100 países, entre los cuales se encuentran los tres destinos más importantes: Estados Unidos, la Unión Europea y Rusia, a donde se dirige más del 70% de exportaciones de flores del país. Las principales especies de exportación son las rosas, con el 70% del valor total de la exportación, que llegan a más de 70 destinos en el mundo, destacándose Estados Unidos, Holanda e Italia (Chavarro, 2021). La flor ecuatoriana está consolidándose como un producto de exportación de primera calidad a nivel mundial, por esta razón se debe tomar en cuenta aspectos como la innovación, el posicionamiento, tecnificación en relación a las flores con el fin de que el producto sea reconocido por sus cualidades únicas.

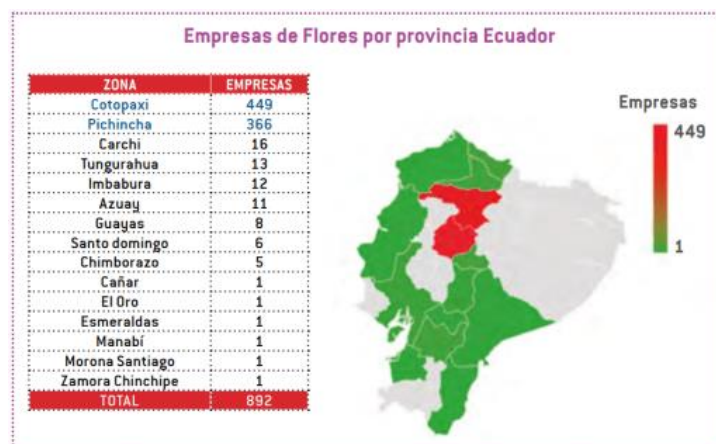
La empresa Lovely Flowers es una empresa joven en un mercado competitivo que se ve exigida a cada día mejorar sus procesos productivos y ser un ente competitivo, siendo que está posicionada en la provincia de Pichincha en la zona geográfica conocida como región interandina o sierra, más específicamente en la zona de Cayambe, donde se encuentran alrededor del 41% de las empresas productoras de flores. (Chavarro, 2021). La inserción de máquinas y servicios automatizados permiten la optimización de los tiempos y grandes esfuerzos incrementando la productividad y generación de valor agregado creando incentivos diferenciados al sector productivo, para satisfacer la demanda interna, y diversificar la oferta exportable de manera estratégica (Plan Nacional de Desarrollo, 2021). De esta manera se evidencia la importancia de la tecnificación del proceso de corte de tallos de las rosas al generar los ramos para su comercialización por medio de una máquina automatizada que integre recursos tecnológicos.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
 Juan Carlos Cayán-Martínez

## Sector Florícola en Ecuador

Desde hace mucho tiempo las flores en el país tienen una buena tasa de aceptación a nivel mundial. El Ecuador es un país muy rico en recursos naturales suena con una excelente zona geográfica y también una buena exposición solar. (infoAgro, 2021). El 97% de las empresas productoras de flores en Ecuador se encuentran situadas en las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Carchi, Tungurahua, Imbabura y Azuay (Chavarro, 2021).

La provincia del Cotopaxi tiene el 50% de las empresas en su área; su capital es la ciudad de Latacunga, donde se cultivan flores para exportación, especialmente en las zonas templadas. En la provincia de Pichincha están alrededor del 41% de las empresas productoras de flores; se encuentran ubicadas en el centro norte del país, en la zona geográfica conocida como región interandina o sierra, más específicamente en la zona de Cayambe. En las provincias de Carchi está el 1,8% de las empresas productoras y en Tungurahua el 1,5%, aunque también se encuentran en Imbabura, Azuay, y otras provincias del país como se puede observar en la figura 1 (Chavarro, 2021).



**Figura 1.** Empresas florícolas en el Ecuador distribuidas por provincias.  
**Fuente:** Chavarro (2021).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

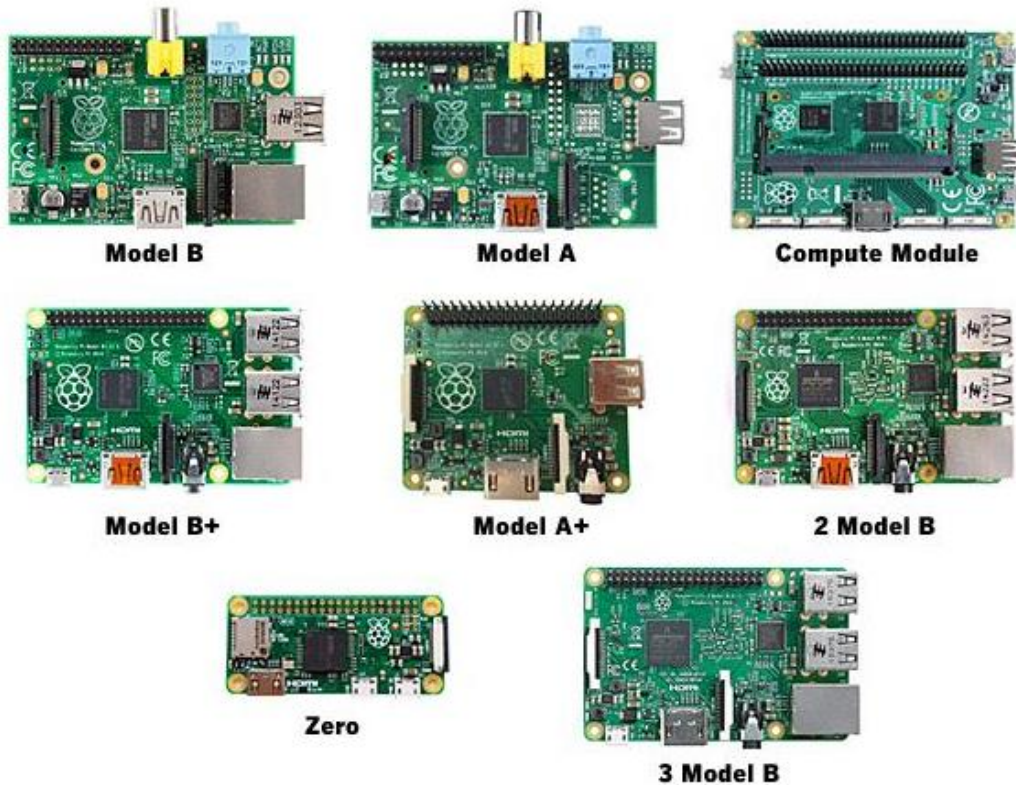
Las rosas ecuatorianas marcan la diferencia por el grosor del botón y los tallos. Las rosas ecuatorianas duran hasta 20 días después de la cosecha. Esto se hace más atractivo en el mercado internacional siendo los principales destinos de exportación Rusia, Estados Unidos y la Unión Europea a donde se dirige el 70% de exportación. Las principales flores exportadas son las rosas llegando a 70 destinos como: Estados Unidos, Holanda e Italia. En el 2020 se produjeron 3,800 millones de tallos correspondiendo el 68% a rosas exportando 827\$ millones en flores cortadas (Chavarro, 2021).

### **Tarjetas de desarrollo**

Son una herramienta para diseño y prototipado rápido de sistemas digitales a analógicos, contienen un microcontrolador que ejecuta una serie de instrucciones de acuerdo a las necesidades requeridas por el programa. Actualmente se han desarrollado un sin número de tarjetas entre las más utilizadas se muestran en la figura 2

Tarjeta Raspberry. Es un mini ordenador de gran capacidad, es factible conectar mouse, pantalla, teclado entre otros dispositivos. La gama de modelos que presenta Raspberry pi depende básicamente del número de entradas y salidas, características y módulos. El software principal en Raspbian de la versión Debian, también soportan sistemas operativos como GNU/Linux, inclusive la versión de Windows 10. En la figura 5-2 se puede observar la amplia gama de tarjetas Raspberry que expone sus características físicas. La Raspberry Pi es una serie de ordenadores de placa reducida, ordenadores de placa única u ordenadores de placa simple (SBC) de bajo costo desarrollado en el Reino Unido por la Raspberry Pi Foundation, con el objetivo de poner en manos de las personas de todo el mundo el poder de la informática y la creación digital. Si bien el modelo original buscaba la promoción de la enseñanza de informática en las escuelas, este acabó siendo más popular de lo que se esperaba, hasta incluso vendiéndose fuera del mercado objetivo para usos como robótica. No incluye periféricos (como teclado y ratón) o carcasa (Cellan, 2011), (Price, 2011), (Bush, 2011), (Raspberry, 2011).

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez



**Figura 2.** Modelos de Raspberry.  
**Fuente:** <https://n9.cl/8q9yi>

### Tarjeta Arduino

Es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. Las placas de Arduino son capaces de interactuar con sensores para luego convertir sus señales y manejar actuadores o realizar otro tipo de acciones como enviar los datos después de procesarlos. Su uso está basado en el lenguaje de programación de Arduino (C++) y su plataforma es de código abierto. El Arduino IDE5 es multiplataforma, es decir, se ejecuta en Windows, Macintosh OS X y Linux, del mismo se hablará más adelante. Su entorno de programación es de fácil uso, tanto para

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

principiantes como para usuarios más avanzados. En la figura 3 se aprecia la tarjeta Arduino UNO que es la más popular en el mercado (Fernández, 2019).



**Figura 3.** Modelos de tarjetas Arduino.

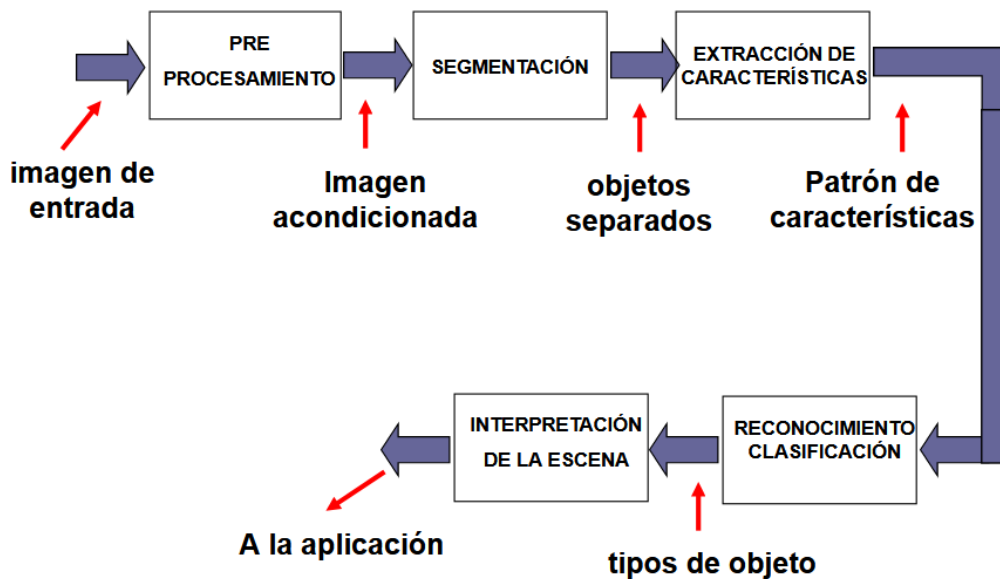
**Fuente:** <https://n9.cl/6bmss>

### **Sistemas de detección de objetos con uso de visión artificial**

Los sistemas de visión artificial son capaces de procesar cantidades de datos mucho mayores y en menos tiempo si se trata de tareas repetitivas. La infalibilidad de la precisión matemática permite un estudio y análisis mucho más detallado y extenso por parte de un sistema basado en la visión artificial. Todo sistema de visión artificial parte de la escena tridimensional y se termina con la aplicación de interés. Para poder realizar ese proceso, es imprescindible la presencia de un sensor óptico para captar la imagen: una cámara digital, un escáner, entre otros, uniéndole un conversor analógico-digital cuando sea preciso y un computador que almacene las imágenes y que ejecute los algoritmos de preprocesado, segmentación y reconocimiento de la misma (Loaiza & Manzano, 2012). En la visión por computador, la escena tridimensional es vista por una o más cámaras para producir imágenes monocromáticas o en color, que luego serán procesadas para obtener información relevante.



Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez



**Figura 4.** Proceso de visión artificial.

**Fuente:** Loaiza & Manzano (2012).

De la figura 4 se puede manifestar que el ciclo del proceso de visión artificial conlleva una secuencia de pasos, los mismos que se los conceptualiza brevemente a continuación:

**Captación:** Es el proceso a través del cual se obtiene la imagen visual.

**Preprocesamiento:** Incluye técnicas tales como la reducción del ruido y realce de detalles.

**Segmentación:** Es el proceso que divide a una imagen en objetos o zonas de interés.

**Extracción de características:** Es el proceso mediante el cual se obtienen características convenientes para diferenciar un tipo de objeto del otro, por ejemplo, tamaño y forma.






**Reconocimiento y clasificación:** Es el proceso que asocia un significado de un conjunto de objetos reconocidos

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
 Juan Carlos Cayán-Martínez


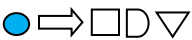
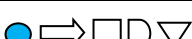


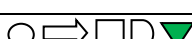
## MATERIALES Y METODOS

El procedimiento de la investigación enfocado específicamente en el proceso de corte de tallos de los bonches de flores; a continuación, en la tabla 1 se presenta el diagrama del proceso de postcosecha de la empresa Lovely Flowers.

**Tabla 1.**  
 Diagrama general del proceso de postcosecha de la empresa Lovely Flowers.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS									
<b>Empresa:</b> Lovely Flowers	<b>Operación:</b> Empaquetado y corte de tallos			<b>Estudio N°</b>			<b>Hoja N°1</b> de 1		
<b>Departamento:</b> Producción	<b>Operario:</b> Mariela Catucuamba		<b>Analista:</b> Ulcuango Wilson		<b>Método:</b> Actual			<b>Fecha:</b> 01/01/2022	
<b>Plano N°1</b>	<b>Empieza:</b> 01/01/2022				<b>Equivalencias:</b>				
<b>Pieza N°1</b>	<b>Termina:</b> 01/01/2022								
<b>SIMBOLOS</b>	<b>Nº</b>	<b>Dist. (m)</b>	<b>TIEMPO TIPO (min)</b>					<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	
			<b>Operación</b>	<b>Trans.</b>	<b>Insp.</b>	<b>Demo</b>	<b>Almac.</b>		
	1							Naves de cultivo de rosas	
	1		14					Corte de rosas	
	1	3200		30				Transportar rosas al área de poscosecha a tanques de agua	
	2		1.5					Fumigación	

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
 Juan Carlos Cayán-Martínez

	2	4.2		1				Transporte al área de empaque
	3		3					Colocación de rosas en soporte
	4		2.25					Empaquetado de rosas (bonches 25 rosas)
	3	1.2		0.5				Transporte al área de corte
	5		2.02					Corte de tallos
	4	4.8		1.3				Transporte al área de almacenamiento
	2							Almacenamiento de rosas
$\Sigma$		3210.2	22.77	32.8				

**Elaboración:** Los autores.

Del análisis del diagrama de procesos de la tabla 1 se puede manifestar que dentro de la actividad que desarrolla la empresa la etapa que demanda mayor tiempo es la del transporte de las flores desde las naves de cultivo hasta el lugar de tratamiento postcosecha. Para el caso de estudio se menciona que, de la etapa de empaquetado de flores, se entregan bonches de 25 flores - rosas al proceso de corte de tallos, esta última etapa demanda un tiempo de 2.02 minutos realizando la aclaración de que este proceso se lo realiza de forma manual.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

## RESULTADOS

### Consolidación general del prototipo

La figura 5 muestra la consolidación general del prototipo donde se puede apreciar el modo de funcionamiento esperado del sistema.

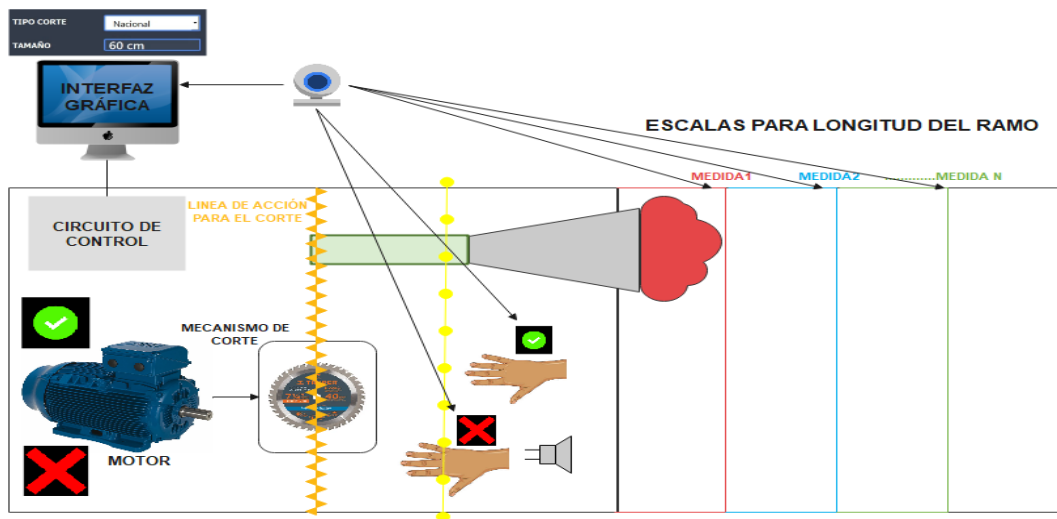
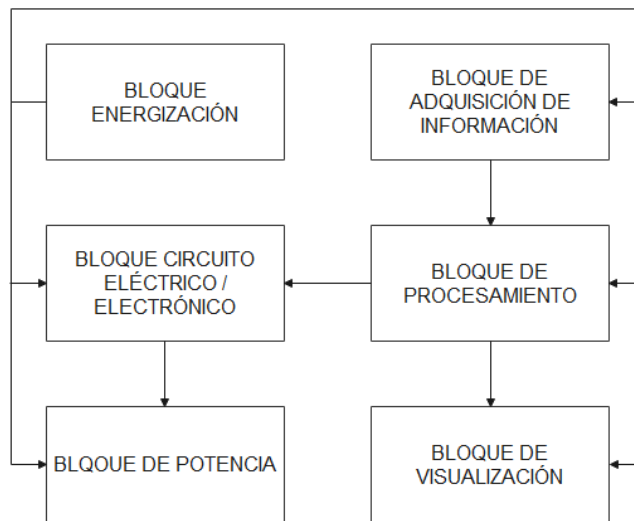


Figura 5. Consolidación general del prototipo.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

### Arquitectura general del prototipo

Se define un conjunto de seis bloques como la representación de la arquitectura de la máquina automática cortadora de tallos como se puede apreciar en la figura 6.



**Figura 6.** Diagrama de bloques de la arquitectura del prototipo.

### Hardware para la construcción de la máquina

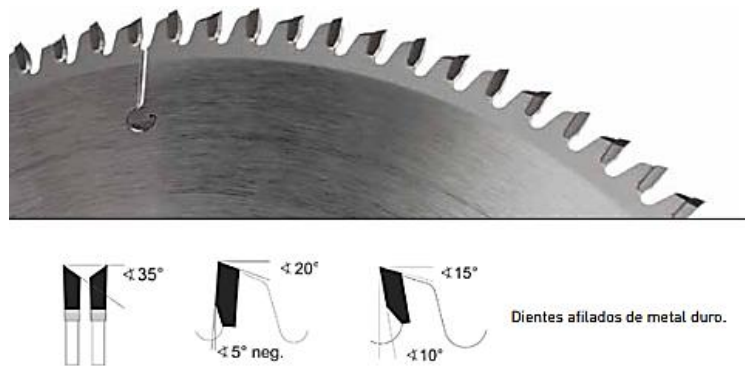
Una vez establecidos los requerimientos para la construcción de la máquina y establecida la arquitectura que fundamenta su funcionamiento se procede con la determinación del hardware para conseguir el funcionamiento esperado.

### Sierra Redonda

En el mercado se encuentra diversas variedades de sierras circulares de calidad diseñadas para los diferentes tipos de materiales, lo que varía entre modelos, es el número de dientes, el tipo de diente y las revoluciones del motor. Para establecer el número de dientes se define una regla general de mayor cantidad de dientes para

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

materiales blandos y menor cantidad de dientes para materiales duros, por ello de la importancia de conocer el material a ser cortado que en este caso es madera húmeda.



**Figura 8.** Sierra circular – tipo de diente.

### Microcontrolador plataforma Arduino Nano

Arduino Nano es una placa de desarrollo de tamaño compacto, completa y compatible con protoboards, basada en el microcontrolador ATmega328P. Se consideró su uso porque cuenta con los recursos básicos requeridos para la aplicación, tales como proporcionar la posibilidad de actuar como pasarela de comunicación entre el ordenador y la máquina cortadora y su número de pines satisface a la necesidad de señales a manejarse.

### CONCLUSIONES

Se analizó los riesgos presentes durante el proceso de corte de manera manual en la cual se identificó riesgos como posturas forzadas, riesgos de corte de mano como riesgos moderados los cuales requieren de medidas preventivas los cuales fueron reducidos con la implementación de la máquina cortadora de tallos con visión artificial, reduciendo los

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

riesgos iniciales. Se determinaron los requerimientos tanto a nivel de seguridad como productivos para el diseño de la máquina de corte de tallo de flores, los cuales fueron solventados con el diseño de la estructura a nivel ergonómico, así como la reducción de riesgos de corte, amputaciones con la implementación de visión artificial como sistema de seguridad para los trabajadores.

Se codifico el sistema de visión artificial como medida de seguridad con la identificación de manos a través de la cámara. La cámara transmite los datos los cuales son transformados en el lenguaje de programación de python, quien procesa la información dentro de los límites establecidos para la manipulación manual de las flores sobre el plano de trabajo, tomando medidas preventivas de forma automática ya sea advirtiendo al trabajador de forma visual, auditiva o con la parada de emergencia total de la máquina.

Una vez construida la máquina se realizó las pruebas correspondientes de funcionamiento en la cual se configuro los tiempos para la transmisión de datos y evitar errores de programación y de funcionamiento de la máquina. Con el diseño de la estructura permite la comodidad del trabajador evitando posturas forzadas, adicional en el plano móvil se diseñó en base a las medidas de los tallos requeridos lo que permite mayor fluidez al momento de corte reduciendo así los tiempos y generando mayor cantidad de corte en el producto final.

De acuerdo con las pruebas realizadas la cámara web cumple con el funcionamiento adecuado de visión en base a las zonas de trabajo y zonas de medición de tallos en la bandeja de desplazamiento identificadas en la máquina de corte.

## **FINANCIAMIENTO**

No monetario.

Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, principalmente a la escuela de Ingeniería, a los profesores y a los trabajadores por el apoyo brindado.

## REFERENCIAS CONSULTADAS

Bush, Steve (25 de mayo de 2011). «Dongle computer lets kids discover programming on a TV». Electronics Weekly. <https://n9.cl/201oi>

Cellan-Jones, Rory (5 de mayo de 2011). «A £15 computer to inspire young programmers». BBC News. «*blog with video*». <https://n9.cl/aq1mnb>

Chavarro, J. (2021). Evolución y desafíos de la Floricultura Ecuatoriana en el Futuro próximo. [Evolution and challenges of Ecuadorian Floriculture in the near future]. <https://n9.cl/62yuh>

Fernández, Y. (2019). Que es Arduino, como funciona y que puedes hacer con uno. [What is Arduino, how it works and what you can do with one]. <https://n9.cl/9fcag>

INFOAGRO (2021). [ INFOAGRO].<https://n9.cl/0xc1>

Loaiza, A., Manzano, D. y Muñera, L. (2021). El Hombre y la Máquina. [The Man and the Machine]. <https://n9.cl/2fr3n>

Modelos de Raspberry. [ Raspberry models]. <https://n9.cl/8q9yi>

Modelos de tarjetas Arduino. [Arduino board models]. <https://n9.cl/6bmss>

Plan Nacional de Desarrollo (2021). Toda una vida de Ecuador. [ A whole life of Ecuador]. <https://n9.cl/y44y9>

Price, P. (2011). «Can a £15 computer solve the programming gap?». BBC Click. <https://n9.cl/0gcqm>

Reid, M. (2009). Postcosecha de las Flores cortadas Manejo y recomendaciones. [Postharvest of Cut Flowers Management and Recommendations]. <https://n9.cl/ivyes>



Eduardo Francisco García-Cabezas; Wilson Roman Ulcuango-Guajan; Julio César Moyano-Alulema  
Juan Carlos Cayán-Martínez

«Ten millionth Raspberry Pi, and a new kit». *Raspberry Pi* (en inglés británico).  
<https://n9.cl/s538w>

©2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia  
Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).