

PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA LA CLASIFICACIÓN DE CAFÉ (COFFEA) SEGÚN SU ESTADO DE MADUREZ, TECNOACADEMIA ITINERANTE NARIÑO

Jeison Danilo Botina¹, Claudia Vivian Zambrano².

^{1 2} TecnoAcademia Itinerante Nariño, Grupo de investigación RAMSSOFT

Resumen

Esta propuesta tiene como objetivo diseñar e implementar un prototipo de máquina automatizada de bajo costo para la selección de granos de café dependiendo de su estado de madurez. Para lo cual se determinará en primera instancia el color del estado de madurez óptimo que debe tener el café de alta calidad, posteriormente se realizará el diseño y una implementación previa del prototipo con el sensor de color, el cual será ensayado y calibrado para probar su perfecto funcionamiento. Luego se hace el diseño de sus piezas en un software CAD y se las cortara e implementara en acrílico, para finalmente, hacer pruebas y calibraciones teniendo en cuenta el color de la cereza de café en óptimo estado de madurez.

Palabras claves: Automatización, café (Coffee), estado de madurez, sensor de color.

JUSTIFICACIÓN

Colombia en su mayoría es un país agrícola, y el café es uno de sus productos más importantes, este representa según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [1] el 5,3 % del PIB total y 23,4 % del PIB agropecuario con una actividad productiva que ocupa 1,15 millones de hectáreas. A su vez, la industria alrededor de este producto genera más o menos 730 000 empleos directos.

En los procesos para producir cafés que tengan un valor agregado y de mejor calidad (cafés especiales), es necesario hacer un proceso donde se clasifique la cereza del café en frutos maduros, dejando de lado los frutos verdes y sobre madurados. Esto debido a que la cereza de café, en estos estados de maduración, es la que permite obtener estos denominados cafés especiales [2]. Sin embargo, la realización de este proceso resulta extenso y complicado para los productores, por la gran cantidad de frutos de café que deben ser clasificados.

Adicionalmente, en la agenda firmada por el gobierno nacional y la federación nacional de cafeteros 2020-2030 [3], se plantean “promover el uso de nuevas tecnologías en el sector cafetero”, esto con el fin de aumentar la producción y la calidad del café en Colombia. En el punto dos de esta misma agenda se plantea el fortalecimiento de prácticas ambientales, en el que se habla de adaptar tecnologías que contribuyan a la reducción de agua en los procesos de clasificación de café.

Por lo anterior, en este documento se plantea el diseño y la implementación de una máquina automatizada capaz de separar las cerezas de café maduras de las sobre maduras y las verdes o dañadas. De esta manera, los pequeños y medianos caficultores del departamento de Nariño puedan optimizar el proceso de clasificación de café y por consiguiente reducir los costos de producción y aumentar la calidad del producto final.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el departamento de Nariño, el 63 % de los municipios son productores de café, la mayor representación se encuentra en la zona norte con aproximadamente el 66,63 % de predios dedicados a este cultivo, mientras que en el sur occidente se encuentra el 33,37 % restante. Se registran, 54772 fincas, con un estimado de, 39423 productores que representan el 7,1 % de los productores del país, en un área de 38850 has que equivalen a 3,96 % del área total cultivada en Colombia [4].

En la mayor parte de municipios el manejo del cultivo y del grano de café postcosecha se realiza generalmente de forma artesanal, con escasa infraestructura, equipos y maquinaria, lo cual conlleva a que el proceso para obtener cafés especiales resulte más largo y tedioso para los caficultores. Para obtener café de mayor calidad, se deben escoger los frutos que estén en mejores condiciones, por medio de un proceso de clasificación del fruto del café [5]. Surgiendo aquí una gran problemática, ya que, en la actualidad, la mejor opción sería hacer esta clasificación desde el proceso de cosecha (recolección), lo cual representaría mayor costo en mano de obra y por consiguiente mayor costo del producto final.

Por otra parte, en algunas fincas cafeteras existe una problemática ambiental en el proceso de clasificación de café, ya que se está utilizando un método llamado “método de flote”, el cual consiste en llenar un tanque de agua y de cerezas de café. Los granos que están en óptimas condiciones, es decir, los granos maduros se quedan en el fondo y el resto flotan. Los granos que flotan se recolectan y se secan para ser vendidos como pasilla. Sin embargo, este método exige un consumo elevado de agua que no puede ser reutilizada debido a que ya queda contaminada con las sustancias tóxicas que bota la cereza del café. El agua usada no se puede ser destinada para otro uso, por lo tanto, debe ser desechada [6].

Actualmente, existen en el mercado equipos para la clasificación de café dependiendo del estado de madurez, sin embargo, estos equipos son de elevado costo, lo que los hace inaccesibles para los pequeños y medianos productores.

Con la problemática anteriormente identificada,

lo que se plantea en esta propuesta, es desarrollar un prototipo de bajo costo que permita clasificar la cereza del café dependiendo de su estado de madurez, de tal manera que identifique los frutos que están en óptimas condiciones y los separe del resto. Este prototipo a futuro puede implementarse en fincas de medianos y pequeños productores, haciendo que sus procesos para obtener cafés especiales sean más eficientes, lo cual les permita ser más competitivos en el mercado. De esta manera en esta propuesta se plantea resolver la pregunta de investigación.

¿Cómo desarrollar un prototipo automatizado de bajo costo que clasifique la cereza de café según su estado de madurez?

REFERENTE TEÓRICO

A continuación, se describen algunos conceptos fundamentales para abordar el tema del café y su selección por estado de madurez para obtener alta calidad, así como también conceptos de automatización y control.

Agricultura industrial. La agricultura industrial se refiere más que todo a un tipo de producción agropecuaria industrializada y más moderna de ganado, aves, peces y cultivos. Este tipo de agricultura emplea métodos técnico-científicos, políticos y económicos tales como, innovación en maquinaria, métodos en la producción agropecuaria y búsqueda de mercado internacional. Estas metodologías son generalizadas en países desarrollados y cada vez más comunes en todo el mundo.15

El café (*Coffea*). El café pertenece a una familia de plantas llamadas Rubiáceas, teniendo más de 600 géneros y cerca de 10.000 especies. La palabra café surge del término “Kagua” un genérico que era utilizado para los vinos, esto debido a que así se trataba en esta época, como un vino, tiempo después se difundió con la palabra turca “kagüe”, que al final ya termino adaptándose a los diferentes idiomas, pero conservando su raíz.

El café procede del norte de Etiopía, probablemente de la provincia de Kaffa, esto hablando de la variedad “arábica” la cual representa el 60 % de la producción mundial y es la que más se produce actualmente en Colombia, la cual es caracterizada por su suavidad. Por otra parte, está la variedad “robusta” que proviene de

Uganda la cual tiene un mayor porcentaje de cafeína, y representa el 35 % de la producción mundial.

Actualmente, se consumen casi 10.000 toneladas de café al año en todo el mundo, casi el doble que hace 35 años. Los mayores consumidores de café son, curiosamente, países nórdicos, con Finlandia en cabeza con 12 kg al año por habitante. Le sigue Noruega, Suecia y Holanda. España aparece en la 19 posición en el ranking mundial de consumo, con 4,5 kg por persona y año, justo por encima de Estados Unidos.

Automatización: La automatización consiste en usar la tecnología para realizar tareas con muy poca intervención humana. Se puede implementar en cualquier sector en el que se lleven a cabo tareas repetitivas. Sin embargo, es más común en aquellos relacionados con la fabricación, la robótica y los automóviles, así como en el mundo de la tecnología: en el software para la toma de decisiones empresariales y los sistemas de TI.:

Objetivos

Sensor de color RGB: Un sensor de color es un tipo de “sensor fotoeléctrico” que emite luz desde un transmisor y luego, con un receptor, detecta la luz que se refleja desde el objeto de detección.

Un sensor de color puede detectar la intensidad de luz recibida de los colores rojo, azul y verde, respectivamente, lo cual permite determinar el color del objeto de destino.

Existen dos tipos de sensores de color. Uno ilumina el objeto con luz de longitud de onda amplia y distingue los tres tipos de colores en el receptor. El otro tipo ilumina el objeto con los tres tipos de luz (roja, azul y verde) de forma independiente. En ambos casos, se detecta la intensidad de luz recibida del rojo, el azul y el verde y se calcula la relación de la luz recibida.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo automatizado para la clasificación de café según su estado de madurez

Objetivos específicos:

Definir los requerimientos del prototipo para la clasificación automatizada de la cereza de café según su estado de madurez.

Implementar el sistema automatizado para la clasificación de las cerezas de café según su estado de madurez.

Validar el correcto funcionamiento del prototipo implementado.

METODOLOGÍA

Esta investigación se realiza desde un enfoque cuantitativo y corresponde a un tipo de investigación aplicada. Con el propósito de lograr los objetivos propuestos se plantea una metodología compuesta por 4 etapas que son: Revisión bibliográfica y compilación de información, diseño del prototipo, implementación y validación del prototipo.

Revisión bibliográfica y compilación de la información: en esta etapa se hará la recopilación y el análisis de la información bibliográfica referente a: Tipos de café cultivados en el departamento de Nariño, estado de madurez óptimo de la cereza de café, métodos tradicionales y automatizados aplicados para la clasificación de café según su estado de madurez. Esta información será utilizada posteriormente para hacer el prototipo.

Diseño del prototipo: Para desarrollar esta etapa se debe tener en cuenta la información analizada en la etapa anterior. Esto con el fin de conocer cuál es el estado óptimo de madurez de los cafés cultivados en la región, posteriormente se hará la selección de los dispositivos electrónicos que se emplearán en el prototipo, así como también se definirá la estructura y materiales en los cuales se hará el montaje del sistema. En esta etapa se debe definir el tamaño, teniendo en cuenta que el prototipo en su primera etapa será demostrativo. En cuanto a los dispositivos electrónicos, se instalará un sensor de color, el cual será capaz de identificar el color del estado de madurez óptimo para cada variedad de café. También contará con una tarjeta Arduino en la que se hará toda la programación de selección y finalmente se instalarán servomotores los cuales direccionarán las cerezas de café dependiendo de su estado de madurez.

Implementación: Para la parte de la implementación en primera instancia se hará su diseño en el software CAD Inventor, posteriormente se hará el corte de sus

piezas en acrílico por medio de una cortadora láser y se hará su ensamblaje, en esta etapa se acoplarán todos los dispositivos electrónicos mencionados anteriormente.

Una vez realizado el montaje en su base estructural se harán pruebas con algunos objetos de colores, para comprobar el correcto funcionamiento de todos los dispositivos electrónicos y del prototipo como tal.

Validación: En esta etapa se hará primeramente una validación con diferentes objetos de colores, posteriormente se buscará una finca productora de café, y se analizará la variedad que esta produce, ya que, dependiendo de la variedad de café, el color de su estado de madurez es diferente. Una vez identificada la finca y la variedad de café que esta produce, se tomarán varias muestras del café que tenga un óptimo estado de madurez, dichas muestras serán probadas en el prototipo para así obtener un rango de frecuencias en las que se encuentra este color y así programar la separación correcta del café maduro. Finalmente, se tomará la muestra de una cosecha de café en un día y se obtendrán los porcentajes de eficiencia de clasificación que tendrá el prototipo.

RESULTADOS

Se espera obtener un prototipo funcional automatizado para la selección de café según su estado de madurez, dicho prototipo será instalado y validado en una finca productora de café del departamento de Nariño. Cuando se realice el análisis del funcionamiento y resultados, se espera obtener un producto final a menor costo y con una mejora considerable en su calidad, lo cual les permita a los caficultores tener una gran competitividad en el mercado y de esta manera mejorar su ingreso.

IMPACTOS

Con el diseño y la implementación del prototipo automatizado para la selección de café de acuerdo a su estado de madurez se espera tener los siguientes impactos en el departamento de Nariño.

Mejora de la productividad de café en el departamento de Nariño.

Mejora de la calidad de cafés especiales en el departamento

Obtener un producto de alta calidad a más bajo costo
Transferencia de conocimiento a los aprendices de la Tecnoacademia Itinerante del departamento de Nariño, en cuanto al manejo de nuevas tecnologías de automatización de procesos.

BIBLIOGRAFÍA

[1] F. N. d. C. d. Colombia, «Federación Nacional de Cafeteros de Colombia,» 18 diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://federaciondecafeteros.org/wp/listado-noticias/gobierno-nacional-y-federacion-nacional-de-cafeteros-firman-agenda-2030-para-el-sector-cafetero/>.

[2] R. G. M. G. N. J. F. H. C. O. S. Paula, «Aplicación de una metodología estructurada para el diseño de un sistema de cosecha selectiva de café,» *Scientia et Technica Año XX, Vol. 20, No. 1, 2015.*

[3] F. N. d. c. d. Colombia, «Gobierno Nacional y Federación Nacional de Cafeteros firman agenda 2030 para el sector cafetero,» 18 diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://federaciondecafeteros.org/wp/listado-noticias/gobierno-nacional-y-federacion-nacional-de-cafeteros-firman-agenda-2030-para-el-sector-cafetero/>.

[4] L. B. H. C. E. J. G. A. Tulio, «EL CULTIVO DEL CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN NARIÑO,» *Universidad de Nariño, Pasto, 2019.*

[5] M. L. J. A. E. M. Sandra, «Relación entre el estado de madurez del fruto del café y las características de beneficio, rendimiento y calidad de la bebida,» *Chinchiná, caldas, Colombia, 2003.*

[6] C. C. J. C. F. Johhan, «Prototipo funcional de un sistema de clasificación para las cerezas de café castillo, en función de su etapa de maduración.,» *Bogotá, 2021.*