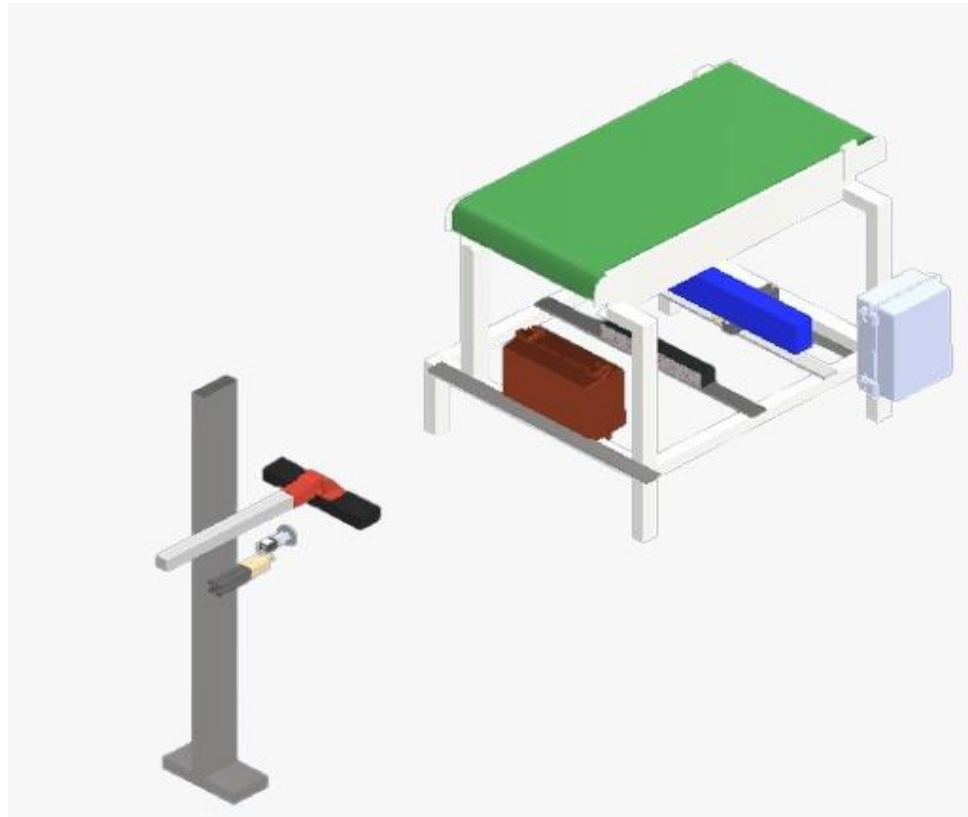


Sistema de inspección automatizada de granos de cacao mediante visión por computador y YOLO

PROBLEMA

Ecuador es líder mundial en cacao fino de aroma, pero el proceso de clasificación manual presenta errores por cansancio humano, subjetividad y baja capacidad de procesamiento, lo que genera pérdidas económicas y limita la competitividad internacional. Por ello, se requiere un sistema automatizado que garantice uniformidad, eficiencia y confiabilidad en la selección de granos.



Diseño 3D para el prototipo de inspección automatizada



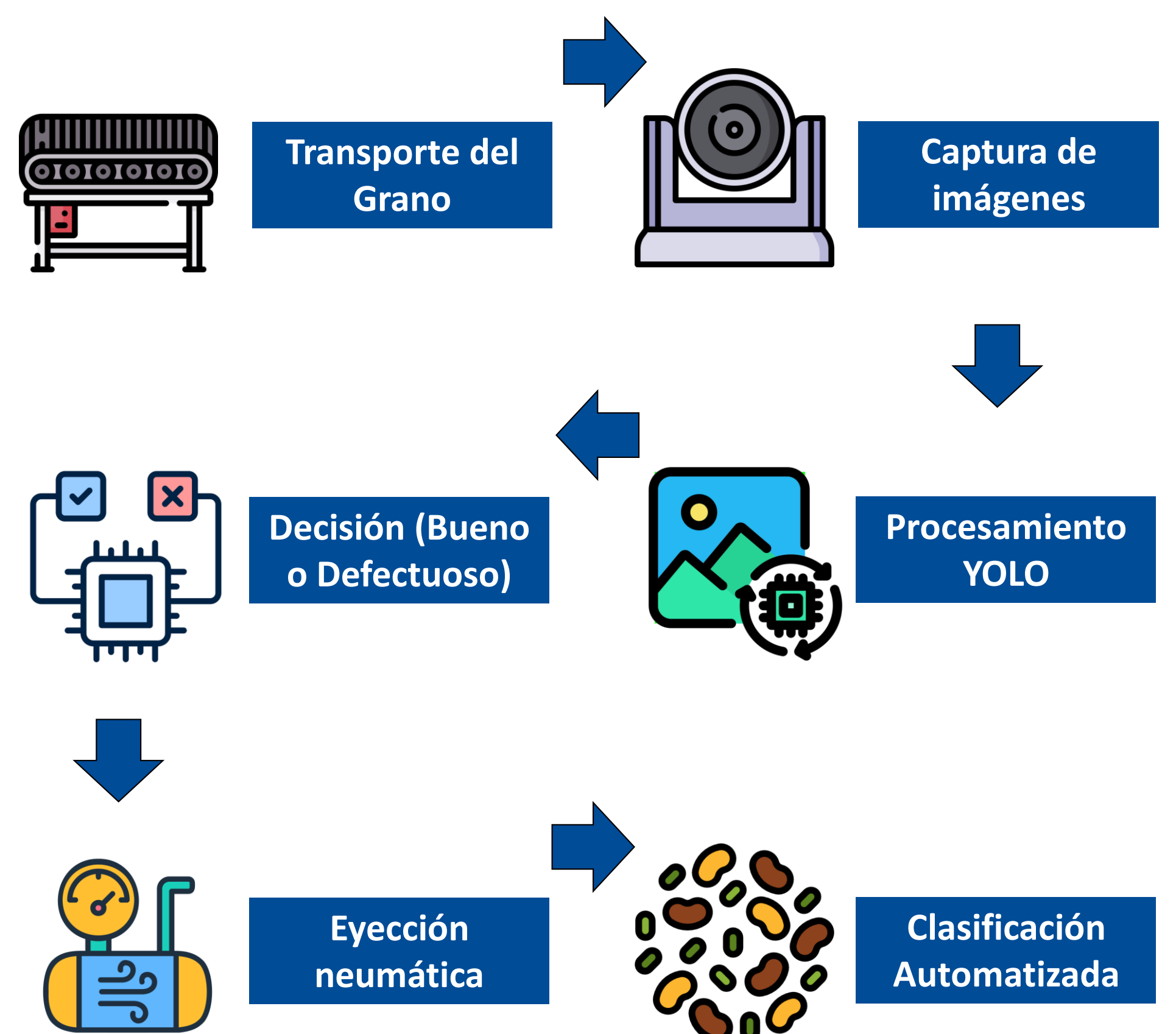
OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un prototipo funcional de inspección automatizada basado en visión por computador y algoritmos YOLO, incorporando Edge Computing para detectar defectos físicos en granos de cacao y optimizar el proceso de clasificación postcosecha.

PROPUESTA

La propuesta plantea un sistema de inspección automatizada que utiliza una cámara de área con iluminación controlada para capturar imágenes de los granos, procesadas en tiempo real mediante un modelo YOLO entrenado con dataset propio. El uso de edge computing permite que la clasificación se ejecute localmente, garantizando rapidez y confiabilidad en la detección de defectos físicos.

El control del proceso se realiza a través de un microcontrolador ESP32 que coordina válvulas neumáticas de alta velocidad para expulsar selectivamente los granos defectuosos. El diseño fue desarrollado en CAD y validado en laboratorio, concebido como una solución modular, escalable y replicable para optimizar la competitividad del sector agroindustrial.



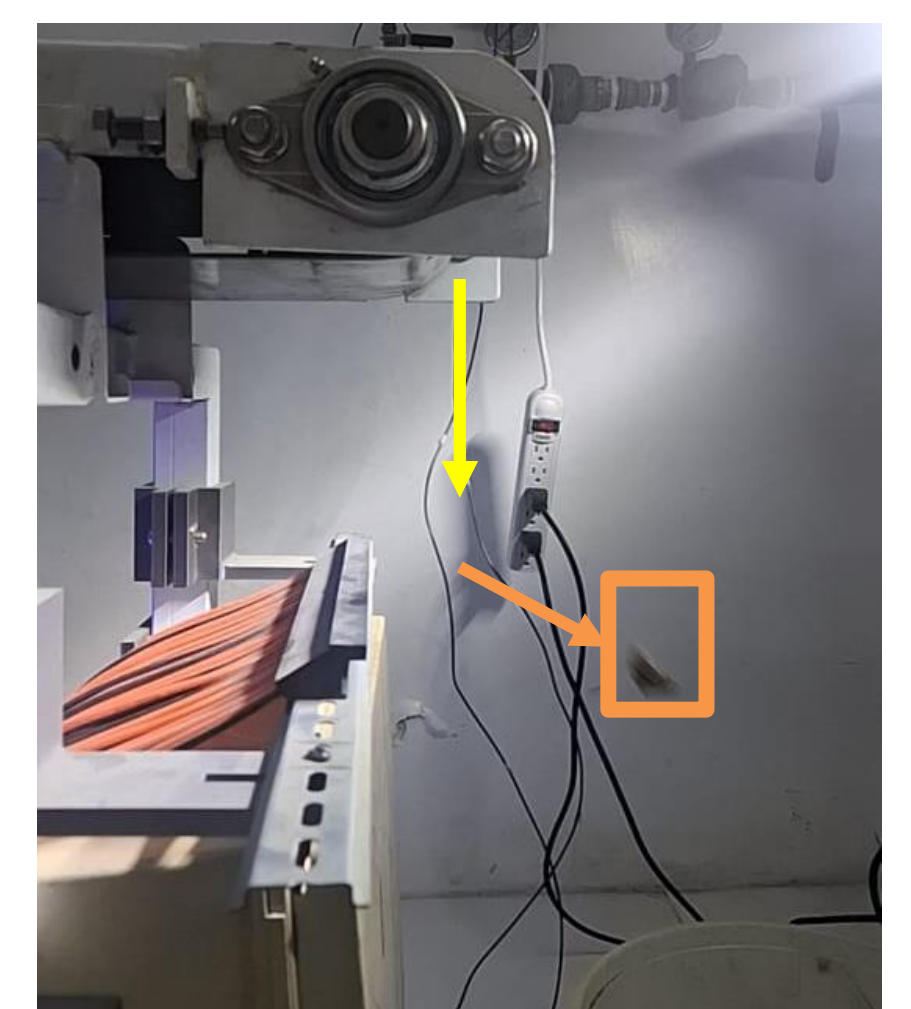
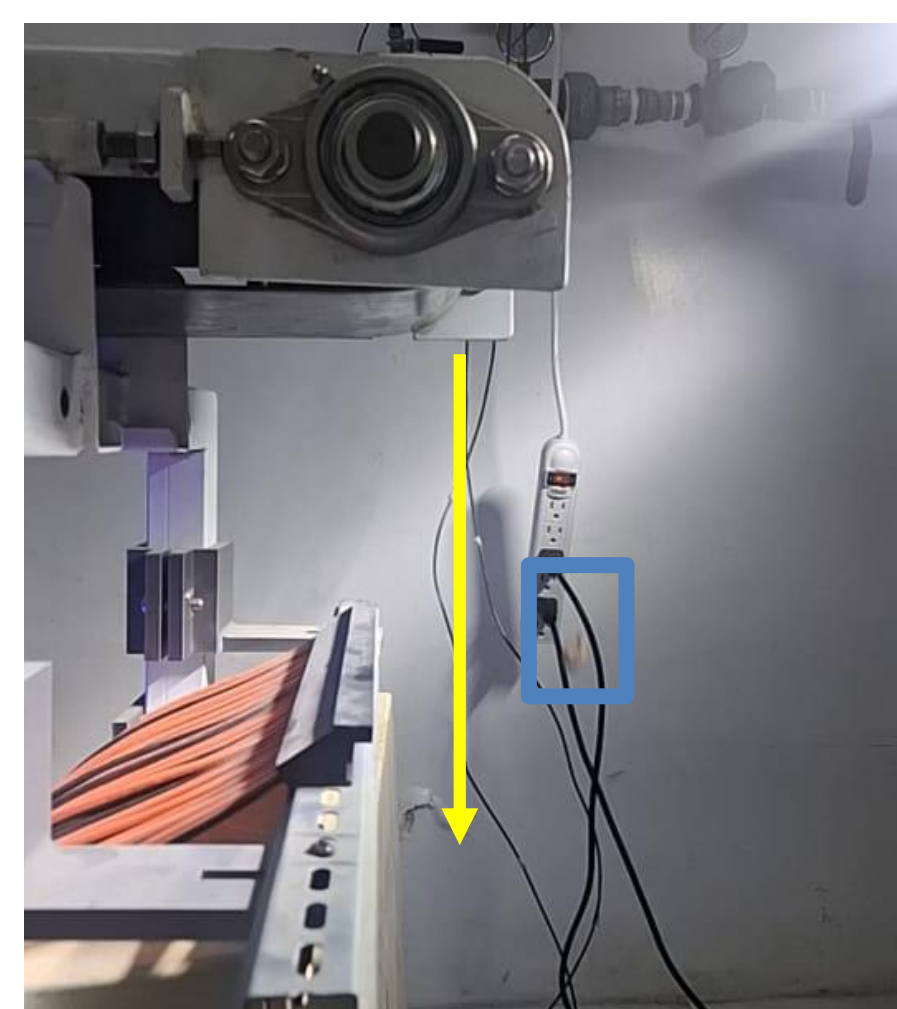
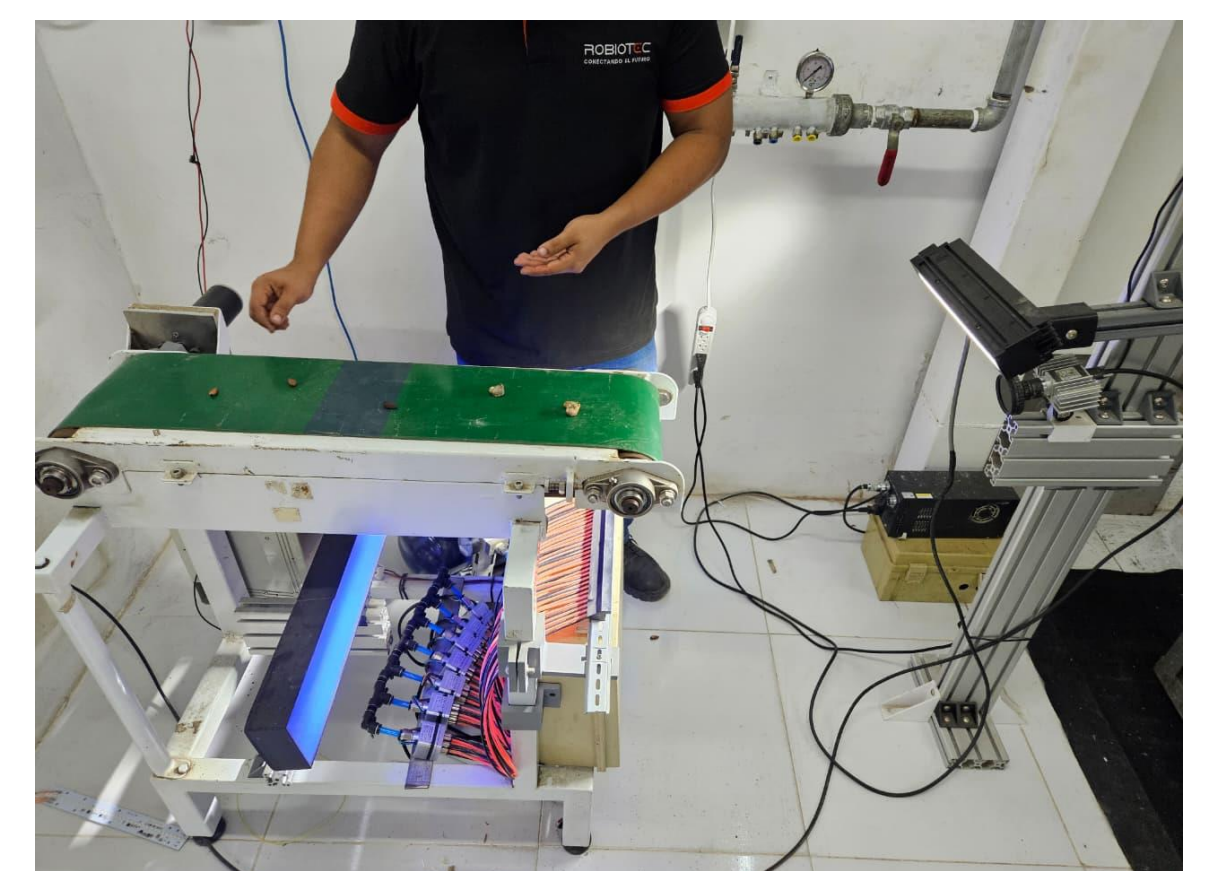
RESULTADOS

- La banda garantizó un movimiento estable y continuo, con velocidad regulable para sincronizar captura y eyección.
- La combinación de fondo RGB y luz LED blanca proporcionó un campo homogéneo y reproducible, mejorando contraste y textura de los granos.
- La cámara de área, ajustada con ROI reducido, exposición corta y 300 FPS, entregó imágenes nítidas y sin distorsiones.
- La coordinación entre transporte, visión y eyección permitió una operación confiable en tiempo real, confirmando la viabilidad técnica del prototipo.



Ejemplo de clasificación en cacaos

Prototipo Funcional de inspección automatizada



Funcionamiento del sistema de eyección

CONCLUSIONES

- El prototipo automatizado reduce errores asociados a la inspección manual y mejora la uniformidad en la clasificación de granos de cacao.
- La integración de visión por computador y algoritmos YOLO demostró detección rápida y confiable en tiempo real bajo condiciones de laboratorio.
- El sistema de eyección neumática validó su eficacia como la alternativa más veloz y precisa frente a opciones mecánicas o eléctricas.
- Su implementación fortalece la competitividad del cacao ecuatoriano al cumplir con estándares de calidad más exigentes en mercados internacionales.