Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE FRESAS (Fragaria × ananassa) MEDIANTE OPENCV-PYTHON

Gonzalez Cruz Ashley Jeovanna[1], Romero Ramírez Juan Manuel[1], Marcos J. Villaseñor-Aguilar[1], Gerardo Trejo-Caballero[1] y Mario A. Juarez-Balderas[2]

[1]División de Ingeniería Mecatrónica, TecNM/ITS Irapuato, Irapuato 36821, México., LIS21110001@irapuato.tecnm.mx,LIS21111283@irapuato.tecnm.mx.,marcos.va@irapuato.tecnm.mx, gerardo.tc@irapuato.tecnm.mx. [2]División de Ingeniería en Electrónica, TecNM/ITS Irapuato, Irapuato 36821, México., adolfo.ln@irapuato.tecnm.mx.

RESUMEN

Este trabajo presenta una propuesta de un sistema de clasificación de fresas en tiempo real empleando visión por computadora. Se utiliza la biblioteca OpenCV de Python para capturar imágenes desde una cámara y procesarlas mediante técnicas de segmentación, ajuste de elipse y análisis morfológico. A partir de la relación de aspecto, solidez y dimensiones en centímetros de cada fruta, se determina su forma y tamaño. Los resultados se muestran visualmente en pantalla, permitiendo una inspección rápida y automatizada, útil en aplicaciones agrícolas o industriales. Este trabajo se enfoca principalmente en la detección de la forma circular, alargada y de corazón de las fresas.

Palabras clave: *clasificador, fresa, forma, procesamiento de imágenes*

ABSTRACT

This paper presents a proposal for a real-time strawberry classification system using computer vision. The OpenCV library for Python is used to capture images from a camera and process them using segmentation, ellipse fitting, and morphological analysis techniques. Based on the aspect ratio, solidity, and dimensions in centimeters of each fruit, its shape and size are determined. The results are displayed visually on screen, allowing for rapid and automated inspection, useful in agricultural or industrial applications. This work focuses primarily on detecting the circular, elongated, and heart-shaped forms of strawberries.

Keywords: *classifier, strawberry, shape, image processing*

INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los frutos producidos en la región Laja-Bajío es la fresa, la cual ha tomado importancia por su característica combinación de sabor dulce y ácido. La fresa pertenece a la familia *Rosaceae* y al género *Fragaria*. Este fruto es ampliamente consumido en diversas presentaciones como aguas frescas, jugos

naturales, néctares, smoothies, licuados, bebidas fermentadas, gelatina, yogurt, helado, mermelada, conservas, dulces cristalizados y gomitas (Yin, 2025). Cabe destacar que esta baya es considerada un alimento nutracéutico por su aporte nutricional, debido a su contenido de compuestos bioactivos como vitamina C, folato y compuestos fenólicos. Además, se le atribuyen beneficios a la salud como cardioprotección, prevención del cáncer, regulación metabólica, actividad antimicrobiana y antiinflamatoria (Giampieri et al., 2012). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en 2024 la producción mundial de fresa alcanzó aproximadamente 436,067 hectáreas, con una producción estimada de 10.7 millones de toneladas (FAO, 2026). En este sentido, México ocupó el cuarto lugar después de China, Estados Unidos y Egipto. Asimismo, datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) señalan que Guanajuato contribuyó con el 15% de la producción nacional, logrando alrededor de 100,000 toneladas en 3,500 hectáreas. Sin embargo, muchos de los métodos empleados para determinar la calidad de los cultivos se basan en evaluaciones visuales realizadas por operadores humanos, lo cual introduce variabilidad y subjetividad en los resultados. La aplicación de visión computacional en tareas de inspección contribuye significativamente a eliminar estas subjetividades, mediante el uso de características cuantificables como forma, color y textura. En este sentido, la forma constituye uno de los parámetros de calidad más utilizados en la evaluación de frutos, ya que refleja directamente su desarrollo fisiológico y posibles defectos estructurales. Estudios recientes han destacado que las características morfológicas, como la simetría y la deformación del fruto, son indicadores clave en la clasificación y aceptación comercial de productos hortofrutícolas, además de que su análisis automatizado permite mejorar la precisión y eficiencia en los sistemas de control de calidad (Jiang et al., 2025; Villaseñor-Aguilar et al., 2020). Bajo este enfoque, se presenta una propuesta metodológica para el diseño de un sistema de visión enfocado en la determinación de la calidad del fruto, empleando cámaras comerciales de bajo costo y software libre.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Figura 1 se muestra la metodología empleada para el desarrollo del colorímetro inteligente, el cual se caracteriza por estar conformado por tres sistemas: el mecánico **de aislamiento**, el **de medición** y el de control, además de una interfaz de operación.

z

Figura 1. Diagrama de general del sistema de visión propuesto

El sistema de clasificación de fresas fue desarrollado en Python utilizando la biblioteca OpenCV para realizar procesamiento de imágenes en tiempo real. La metodología general se compone de cuatro etapas principales: captura de imagen, preprocesamiento, segmentación, extracción de características y clasificación.

1. Captura de imagen Se empleó una cámara comercial de bajo costo conectada al sistema mediante la función cv2.VideoCapture(). Esta permite obtener imágenes en tiempo real para su análisis.
2. Conversión a escala de grises y preprocesamiento Las imágenes capturadas se transformaron a escala de grises (cv2.cvtColor) para reducir la complejidad computacional. Posteriormente, se aplicó un desenfoque Gaussiano (cv2.GaussianBlur) con el fin de eliminar ruido y mejorar la calidad de la segmentación.
3. Segmentación adaptativa Se utilizó la técnica de umbralización de Otsu (cv2.threshold) para separar la fresa del fondo. Dependiendo de la intensidad de la imagen, se aplicó umbral binario normal o invertido, lo que permitió mayor robustez ante variaciones de iluminación.
4. Operaciones morfológicas Se aplicaron operaciones de apertura y cierre para eliminar ruido y rellenar huecos en las regiones detectadas, mejorando la definición de los contornos.

Extracción de características: a) Se ajustó una elipse al contorno de cada fresa (cv2.fitEllipse), obteniendo los ejes mayor y menor b) Se calculó la relación de aspecto (indicador de forma) y la solidez (medida de convexidad); c) Estas métricas permitieron diferenciar fresas circulares, alargadas y con forma de corazón.

5. Clasificación por tamaño El eje mayor en píxeles se convirtió a centímetros mediante una constante de calibración. Con ello se establecieron categorías de tamaño (pequeña, mediana, grande, extra grande).

El agoritmo propuesto es el siguiente: import cv2

```
# Inicialización de la cámara
cap = cv2.VideoCapture(1)

while True:
    ret, frame = cap.read()
    if not ret:
        break

    # Conversión a escala de grises y desenfoque
    gris = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    desenfoque = cv2.GaussianBlur(gris, (5, 5), 0)

    # Segmentación adaptativa con Otsu
    _, binaria = cv2.threshold(desenfoque, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY + cv2.THRESH_OTSU)

    # Detección de contornos
```

```
    contornos, _ = cv2.findContours(binaria, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

    for cnt in contornos:
        if len(cnt) >= 5:
            ellipse = cv2.fitEllipse(cnt)
            (center, axes, orientation) = ellipse
            eje_mayor = max(axes)
            eje_menor = min(axes)
            relacion_aspecto = eje_mayor / eje_menor

            hull = cv2.convexHull(cnt)
            area_hull = cv2.contourArea(hull)
                                                area_cnt = cv2.contourArea(cnt)
            solidez = float(area_cnt) / area_hull

            # Clasificación por forma
            if 0.85 <= relacion_aspecto <= 1.10 and 0.88 <= solidez < 0.94:
                forma = "De Corazón"
            elif 0.90 <= relacion_aspecto <= 1.10 and solidez >= 0.94:
                forma = "Circular"
            else:
                forma = "Alargada"

            print(f"Forma detectada: {forma}")

    cv2.imshow("Clasificación de fresas", frame)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

RESULTADO Y DISCUSIÓN

El sistema de procesamiento de imágenes permitió clasificar las fresas en tiempo real de acuerdo con su forma y tamaño. Los parámetros principales utilizados fueron la relación de aspecto y la solidez, obtenidos a partir del ajuste de elipse y el análisis del contorno.

En la Figura 2 se observa una fresa con relación de aspecto cercana a 1.02 y solidez de 0.97. Estos valores indican que los ejes mayor y menor son casi iguales y que el contorno es compacto y bien definido. La clasificación corresponde a “Circular” y el tamaño se determinó como “Extra Grande”.

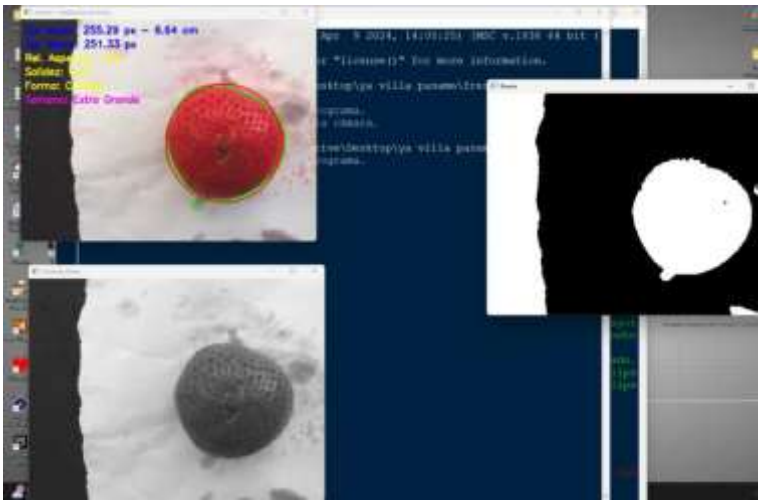

Figura 2. Fresas con forma circular en tiempo real.

En la Figura 3 se muestra una fresa con relación de aspecto de 1.28 y solidez de 0.93. La diferencia entre los ejes mayor y menor confirma la forma “Alargada”. Aunque la solidez es ligeramente menor que en la fresa circular, sigue indicando buena integridad estructural. El tamaño también se clasificó como “Extra Grande”.

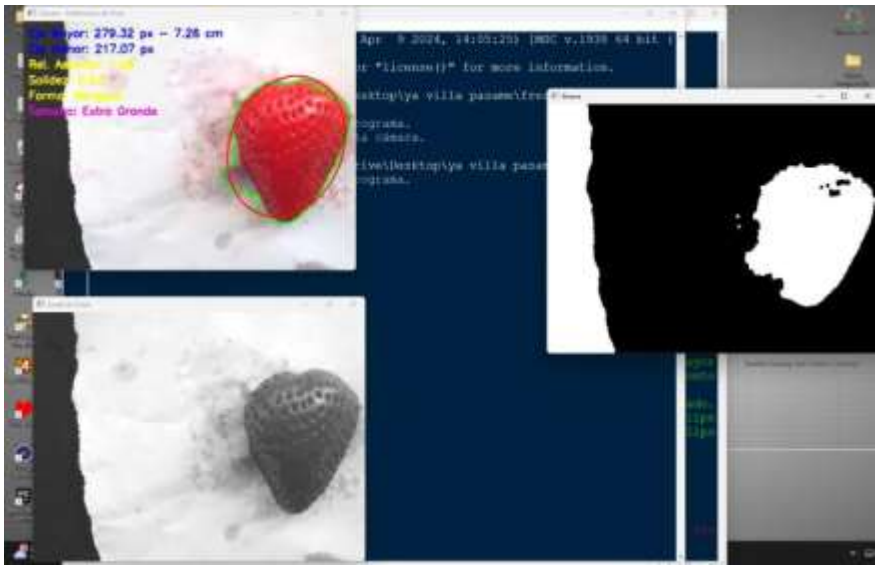

Figura 3: Fresas con forma alargada en tiempo real.

En la Figura 4 se presenta una fresa con relación de aspecto de 1.62 y solidez de 0.90, la más baja de las tres muestras. Estos valores reflejan una mayor irregularidad en el contorno, característica de la forma “De Corazón”. Al igual que las anteriores, se clasificó como “Extra Grande”.

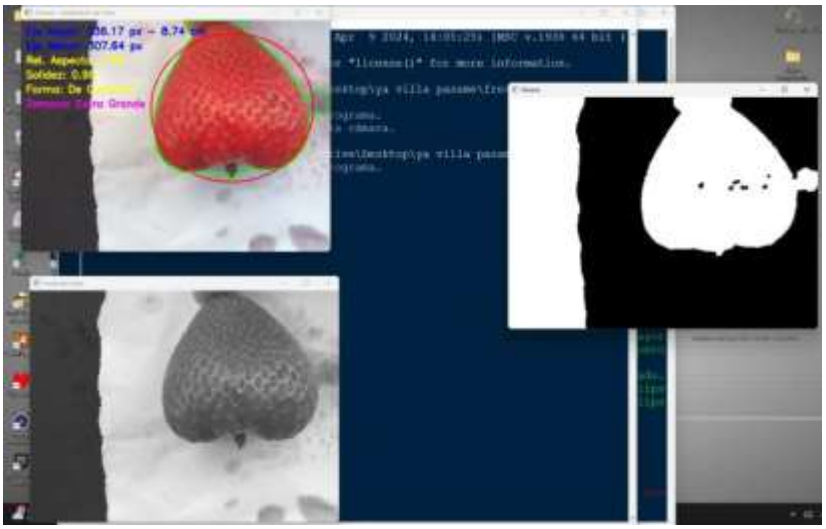

Figura 3: Fresas con forma de corazón en tiempo real.

En todos los casos, la clasificación computarizada coincidió con la inspección visual, validando la precisión del algoritmo. La segmentación binaria permitió aislar correctamente los frutos, y las métricas morfológicas demostraron ser indicadores robustos para diferenciar formas y tamaños.

CONCLUSIONES

El sistema de procesamiento de imágenes desarrollado demostró la capacidad de extraer métricas clave como el eje mayor, el eje menor, la relación de aspecto y la solidez de las fresas. Estas métricas se utilizaron eficazmente para clasificar los frutos por su forma (circular, alargada y de corazón) y tamaño (extra grande en los casos analizados). La coincidencia entre la clasificación computarizada y la inspección visual valida la precisión y confiabilidad del algoritmo propuesto.

Los resultados sugieren que este enfoque es una alternativa prometedora para la automatización de la clasificación de productos agrícolas basada en características morfológicas, reduciendo la subjetividad asociada a evaluaciones humanas. Asimismo, el sistema puede integrarse en procesos de empaque y control de calidad de la agroindustria, ofreciendo una herramienta objetiva, reproducible y de bajo costo que contribuye a la modernización de las prácticas agrícolas e industriales.

AGRADECIMIENTOS

Al TECNM por el apoyo al proyecto M00-PR-03R01 Proyecto (25529), al ITESI, PRODEP, SECIHTI y SNI .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arévalo Orellana, I. M. (2010). Alternativas de producción de derivados de fresa con diseño experimental de los Productos: néctar, syrup y producto fermentado (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (s.f.). FAOSTAT: Datos de producción agrícola. Recuperado el 6 de mayo de 2026, de https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL

Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M. (2012). The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. Nutrition, 28(1), 9-19.

Jiang, L., Wang, Y., Yan, H., Yin, Y., & Wu, C. (2025). Strawberry fruit deformity detection and symmetry quantification using deep learning and geometric feature analysis. *Horticulturae, 11*(652). https://doi.org/10.3390/horticulturae11060652

Villaseñor-Aguilar, M. J., Bravo-Sánchez, M. G., Padilla-Medina, J. A., Vázquez-Vera, J. L., Guevara-González, R. G., García-Rodríguez, F. J., & Barranco-Gutiérrez, A. I. (2020). A maturity estimation of bell pepper (Capsicum annuum L.) by artificial vision system for quality control. *Applied Sciences, 10*(15), 5097. https://doi.org/10.3390/app10155097

Yin, I., Chen, Z., Sun, R., Liu, X., & Wang, Y. (2025). Analysis of the quality stability of strawberry juice fermented with water kefir grains during refrigeration. Science and Technology of Food Industry, 46(2), 301-307.