



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Sistema de Conteo de Unidades Formadoras de Colonias en Placas Petri Mediante  
Visión Artificial**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Autores:**

**José Antonio Araujo Vázquez  
Andrea Jacqueline Flores Maldonado**

**Director:**

**Ing. Jaime Sebastián Burbano Villavicencio, Mgt.**

**CUENCA, ECUADOR**

**2024**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos un profundo agradecimiento a todas las personas que contribuyeron a la realización de esta tesis. A nuestro director, el Ing. Jaime Burbano, que siempre nos apoyó sin importar la distancia. Al laboratorio de biotecnología de la Universidad del Azuay, en especial al Dr. Rodrigo Caroca y al Ing. Diego Montero, quienes siempre estuvieron ahí para responder nuestras preguntas y nos brindaron acceso a todas las instalaciones y muestras que necesitamos.

Finalmente, queremos agradecer al IERSE, en especial al Ing. Carlos Zeas, por darnos el espacio para trabajar y culminar este proyecto.

# SISTEMA DE CONTEO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS EN PLACAS PETRI MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

La microbiología investiga la estructura, función, reproducción y genética de microorganismos; entre ellos, ciertas bacterias, hongos y algas forman colonias circulares visibles en medios de cultivo. Comúnmente, se analiza el número de colonias en una placa Petri, variando factores específicos en un entorno controlado. Esto permite evaluar la efectividad de medicamentos, modificaciones genéticas y la influencia de condiciones ambientales o artificiales sobre los microorganismos. Tradicionalmente, las colonias se cuentan manualmente, un proceso monótono y propenso al error humano. En respuesta, el presente trabajo introduce un sistema de conteo de colonias, basado en visión artificial e integrado en una incubadora, que utiliza una máquina CNC para el monitoreo simultáneo de seis placas Petri. Este sistema incluye múltiples métodos para mejorar la imagen adquirida y además, se implementan cinco metodologías de segmentación de agrupaciones de colonias, disminuyendo el problema de la variabilidad en el conteo hasta en un 83.52%.

**Palabras clave:** Unidades Formadoras de Colonias (CFU), Conteo de colonias, Segmentación de colonias, Visión Artificial, Robot Cartesiano

## COLONY FORMING UNIT COUNTING SYSTEM IN PETRI DISHES USING ARTIFICIAL VISION

Microbiology investigates the structure, function, reproduction, and genetics of microorganisms; among them, certain bacteria, fungi, and algae form visible circular colonies in culture media. Commonly, the number of colonies on a Petri dish is analyzed, varying specific factors in a controlled environment. This allows for evaluating the effectiveness of medications, genetic modifications, and the influence of environmental or artificial conditions on microorganisms. Traditionally, colonies are manually counted a monotonous process prone to human error. In response, this study introduces a colony counting system based on artificial vision, integrated into an incubator, which uses a CNC machine for simultaneous monitoring of six Petri dishes. The system includes multiple methods to enhance the acquired image, and it implements five segmentation methodologies for colony clusters, reducing variability in counting by up to 83.52%.

**Keywords:** Colony Forming Units (CFU), Colony Counting, Colony Segmentation, Artificial Vision, Cartesian Robot