



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

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

**Reconstrucción de un entorno 3D con un sensor LiDAR y una cámara a color para el proceso de germinación de semillas.**

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

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Autores:**

**Vicente Antonio Idrovo González**

**Pablo César Ortega Ochoa**

**Director:**

**Ing. Hugo Torres Salamea, Ph.D.**

**CUENCA, ECUADOR**

**2024**

## **DEDICATORIA**

Yo, Vicente Antonio Idrovo González, dedico este trabajo de manera especial a Dios, a mis padres y a mis hermanas. A lo largo de mi vida, ellos me han inculcado valores fundamentales y siempre han confiado en mí y en mis aspiraciones de superación. En cada desafío que enfrenté, depositaron en mí una confianza absoluta, sin dudar un instante de mi capacidad. Gracias a su apoyo incondicional, soy quien soy hoy. Los amo con todo mi ser.

Yo, Pablo César Ortega Ochoa, dedico a mi familia, por su amor incondicional y su apoyo constante en cada etapa de mi vida. A mis profesores, por sus enseñanzas, por guiarme con sabiduría y paciencia a lo largo de mi formación académica. Y, especialmente, a mis padres, cuya fe en mí ha sido una fuente inagotable de inspiración y fortaleza para poder llegar a finalizar un logro mas en mi proceso académico.

## AGRADECIMIENTOS

Yo, Vicente Antonio Idrovo Gonzalez, en primer lugar, deseo expresar mi sincero agradecimiento a Dios por haberme guiado en el día a día hasta el momento presente, brindándome fortaleza y dirección en cada paso de este camino académico. En segundo lugar, quiero extender mi profunda gratitud a cada miembro de mi familia: padres, abuelos y hermanas, cuyo amor incondicional y constante apoyo han sido fundamentales en mi vida y en la culminación de este logro. Además, quiero reconocer y agradecer al Ing. Hugo Torres Salamea, Ph.D, mi director de tesis, por su invaluable orientación y respaldo, que han sido pilares fundamentales para completar este camino académico con éxito.

Yo, Pablo César Ortega Ochoa, primero y ante todo, quiero expresar mi más sincera gratitud a Dios, por darme la fuerza y la perseverancia necesarias para completar esta tesis y alcanzar mis metas académicas. A mis padres, por su apoyo incondicional y por creer en mí en cada paso de este camino. Su amor, sacrificio y confianza han sido el pilar fundamental que me ha permitido llegar hasta aquí. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación. Y principalmente a mi director de tesis, el Ing. Hugo Torres Salamea, Ph.D, por su guía, paciencia y sabiduría. Sus consejos y conocimientos han sido vitales para la realización de este trabajo.

A todos ustedes, muchas gracias. Esta tesis es tanto mía como de ustedes.

# RECONSTRUCCIÓN DE UN ENTORNO 3D CON UN SENSOR LiDAR Y UNA CÁMARA A COLOR PARA EL PROCESO DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS.

## RESUMEN

En este trabajo, se investigó el proceso de recrear el entorno de cultivo de un semillero en tres dimensiones a través de la obtención de coordenadas presentadas a través de nubes de puntos utilizando un sensor LiDAR y una cámara a color. El proceso se destaca por la versatilidad de movimiento proporcionada por un robot cartesiano, el cual se distribuye en los ejes X y Y. Para la adquisición y el procesamiento de datos, se desarrolló un software en Python y las imágenes capturadas se fusionaron con un archivo PLY que se pueden visualizar en Open3D en Python. El análisis del resultado final de las reconstrucciones muestra la importancia de integrar tecnologías para obtener información detallada sobre el semillero. Mediante múltiples pruebas se analizó el efecto de la iluminación y las condiciones del terreno en la calidad de los datos principalmente de altura recopilados durante el análisis. Este enfoque innovador es capaz de optimizar el proceso de plantación y promover el crecimiento saludable de las plantas en un ambiente controlado.

**Palabras clave:** Reconstrucción 3D; Sensor LiDAR; Germinación de semillas; Iluminación, Acondicionamiento del terreno.

# **RECONSTRUCTION OF A 3D ENVIRONMENT WITH A LiDAR SENSOR AND A COLOR CAMERA FOR THE SEED GERMINATION PROCESS.**

## **ABSTRACT**

In this work, the process of recreating the cultivation environment of a seedbed in three dimensions was investigated by obtaining coordinates presented through point clouds using a LiDAR sensor and a color camera. The process stands out for the versatility of movement provided by a Cartesian robot, which is distributed in the X and Y axes. For data acquisition and processing, software was developed in Python and the captured images were merged with a file PLY that can be displayed in Open3D in Python. The analysis of the final result of the reconstructions shows the importance of integrating technologies to obtain detailed information about the seedbed. Through multiple tests, the effect of lighting and terrain conditions on the quality of the mainly height data collected during the analysis was analyzed. This innovative approach is able to optimize the planting process and promote healthy plant growth in a controlled environment.

**Keywords:** 3D reconstruction; LiDAR sensor; Seed germination; Lighting, Land conditioning.