



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO EN
INSTRUMENTACIÓN**

**TEMA: “DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA
REGISTRADOR DE CRECIMIENTO MEDIANTE EL USO DE
TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA CLASIFICACIÓN
DEL CULTIVO DE ROSAS FREEDOM EN EL INVERNADERO
DE LA FLORÍCOLA HIGH CONECTION FLOWERS DE LA
PARROQUIA MULALÓ – PROVINCIA DE COTOPAXI”**

**AUTORES: EDDY FABIÁN CORRALES BASTIDAS
EDISON XAVIER SUÁREZ PARRA**

DIRECTOR: ING. DAVID RIVAS

LATACUNGA

2017



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA REGISTRADOR DE CRECIMIENTO MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA CLASIFICACIÓN DEL CULTIVO DE ROSAS FREEDOM EN EL INVERNADERO DE LA FLORÍCOLA HIGH CONECTION FLOWERS DE LA PARROQUIA MULALÓ – PROVINCIA DE COTOPAXI”** realizado por los señores **EDDY FABIÁN CORRALES BASTIDAS, EDISON XAVIER SUÁREZ PARRA**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditar y autorizar a los señores **EDDY FABIÁN CORRALES BASTIDAS, EDISON XAVIER SUÁREZ PARRA** para que lo sustenten públicamente.

Una firma manuscrita en tinta azul, que parece ser la del Ing. David Rivas, escrita sobre un fondo blanco.

Latacunga, 13 de febrero del 2017

**Ing. David Rivas
TUTOR**



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **EDDY FABIÁN CORRALES BASTIDAS, EDISON XAVIER SUÁREZ PARRA**, con cédula de identidad N°0503253734, 0502775075 respectivamente, declaramos que este trabajo de titulación “**DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA REGISTRADOR DE CRECIMIENTO MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA CLASIFICACIÓN DEL CULTIVO DE ROSAS FREEDOM EN EL INVERNADERO DE LA FLORÍCOLA HIGH CONECTION FLOWERS DE LA PARROQUIA MULALÓ – PROVINCIA DE COTOPAXI**”, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaramos que este trabajo es de nuestra autoría, en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 13 de febrero del 2017

Eddy Fabián Corrales Bastidas
C.C.: 0503253734

Edison Xavier Suárez Parra
C.C.: 0502775075



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **EDDY FABIÁN CORRALES BASTIDAS, EDISON XAVIER SUÁREZ PARRA**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA REGISTRADOR DE CRECIMIENTO MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA CLASIFICACIÓN DEL CULTIVO DE ROSAS FREEDOM EN EL INVERNADERO DE LA FLORÍCOLA HIGH CONECTION FLOWERS DE LA PARROQUIA MULALÓ – PROVINCIA DE COTOPAXI**” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría respetando autoría de terceros.

Latacunga, 13 de febrero del 2016

Eddy Fabián Corrales Bastidas
C.C.: 0503253734

Edison Xavier Suárez Parra
C.C.: 0502775075

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia quiénes han sido la base fundamental para poder llegar a la meta que juntos nos hemos propuesto.

A mi madre Gladys, por ser mi primera maestra, quién con sus muestras de cariño, enseñanzas y consejos ha desarrollado en mi persona valores de responsabilidad y humildad.

A mi padre Carlos, por haber confiado plenamente en que lo lograría, además de sus constantes muestras de apoyo a lo largo de mi vida.

A mi hermano Juan, quién se encargó de dar el puntapié inicial para que muchos que lo rodeamos incursionemos en el mundo de la Electrónica, además de compartir sus conocimientos con mi persona y demostrarme que con humildad se puede lograr muchas cosas.

A mi hermano Paúl, quién siempre ha estado pendiente de mi desempeño y por brindarme sus conocimientos cuando los necesitaba; además por compartir grandes momentos desde mi niñez.

A mis amigos que conocí en esta etapa universitaria por todo su apoyo, y sobre todo a mis amigos de mi Barrio “Nueva Vida”, con quiénes semana a semana compartimos momentos inolvidables.

A cada uno de ustedes muchísimas gracias, en especial a mi familia por demostrarnos una vez más que “We will never walk alone” (Nunca caminaremos solos).

Eddy

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de manera especial a mi abuelita Josefina y mi tío Nelson, quienes me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de mi vida al estar a mi lado a pesar de los buenos y malos momentos, quienes supieron guiarme por el buen camino y con su amor infinito hicieron de mí una persona perseverante y con valores; a mi madre Jackeline quien puso cada granito de arena a pesar de las adversidades para concluir con este objetivo y mi hermana Eugenia quien fue mi compañera de infancia, mi joven luchadora que me demostró que nunca debemos derrumbarnos a pesar de los problemas y que supieron estar de una u otra manera a mi lado brindándome su cariño, apoyo y confianza en todo este tiempo.

A mis tíos/as Xavier, Patricio y Elva quienes compartieron instantes de su vida junto a mí, que guiaron mis pasos desde pequeño y que en todo momento me brindaron su amor incondicional y mis primos José, Bryan, David, Dayanna y Paola con quienes he compartido momentos especiales.

A mis abuelita Isolina quien me ha brindado su amor a pesar del poco tiempo que hemos compartido y mi abuelito Salomón quien hoy me mira desde el cielo por nunca dejar de creer y confiar en mí y porque juntos me brindaron su cariño, aprecio y confianza en todo momento.

A Janeth, Samir, Mónica, Geovanny, Sebastián, Rosita, Estefanía, Cate, Belén, Andreita, Lili, Vicky, Lis, Jacke, Sol, Lizethy y Pame quienes estuvieron en unos momentos difíciles de mi vida brindándome su apoyo y confianza, y sobre todo que me levantaron con cada palabra de aliento, a Raúl y Pilar quienes me dieron su confianza para emprender una etapa en mi vida.

A mis compañeros Eddy, Kevin, Jonathan, Roberto y Andre con quienes compartí grandes experiencias y enseñanzas en esta etapa universitaria y mis grandes amigos Álvaro, David, Gonzalo y Jairo con los que he compartido momentos amenos.

Xavier

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer principalmente a Dios por darme la sabiduría necesaria para poder llegar a cumplir el objetivo que me propuse desde un inicio.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga por su excelente nivel académico que ofertan, de igual forma a cada uno de los docentes que de una u otra forma aportaron con sus sabias enseñanzas durante esta etapa universitaria.

A la Florícola High Connection Flowers, de forma especial al personal Administrativo, por facilitarnos sus instalaciones para poder llevar a cabo la realización del presente proyecto.

A mi compañero Xavier por confiar en mi persona y brindarme su apoyo constante en que lo lograríamos.

Finalmente quiero agradecer de manera muy especial al Ing. David Rivas Director del Proyecto, quién a través de sus tutorías ha facilitado de gran manera el lograr culminar el proyecto de forma satisfactoria.

Eddy

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a toda mi familia quienes me inculcaron sus buenos valores, respeto y educación ante cualquier momento y etapa de mi vida, sobre todo quienes me brindaron su amor y cariño e hicieron de mí una persona perseverante ante cualquier adversidad y a Dios por guiarme en cada paso y decisión que he tomado.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga por haberme permitido formar parte de ella y abierto las puertas, a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante en el día a día.

A mi Asesor de Tesis el Ing. David Rivas por haberme dado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, además de brindarme su amistad el haberme tenido la paciencia para guiarme durante el desarrollo de la este trabajo.

A mi compañero Eddy quien demostró en el transcurso de este tiempo que nunca debemos rendirnos a pesar de las adversidades y sobre todo quién puso su voto de confianza en mi persona.

Mi agradecimiento también va dirigido a la Gerente Propietaria de la Empresa “High Connection Flowers” la Ing. Paulina Mayorga y su esposo el Ing. Aníbal Paredes quienes me permitieron realizar nuestra Tesis en su prestigiosa empresa y todos quienes conforman esta gran institución.

Finalmente, también agradezco a todos quienes fueron mis compañeros de clase durante cada uno de los niveles de Universidad que pase ya que gracias a su amistad y apoyo moral han aportado con sus pensamientos e ideas a crecer como ser humano y motivado a seguir adelante en mi carrera profesional.

Xavier

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1 Planteamiento del problema	- 1 -
1.1.1 Formulación del problema.....	- 2 -
1.2 Antecedentes.....	- 3 -
1.3 Justificación	- 5 -
1.4 Importancia.....	- 6 -
1.5 Objetivos.....	- 7 -
1.5.1 Objetivo General	- 7 -
1.5.2 Objetivos Específicos.....	- 7 -

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	- 8 -
-------------------------------	--------------

2.1	Antecedentes Investigativos	- 8 -
2.2	Fundamentación Teórica	- 10 -
2.2.1	Producción Florícola del Ecuador	- 10 -
2.2.2	Variedades de Rosas.....	- 14 -
2.2.3	Software Aplicativo	- 20 -
2.2.4	Visión Artificial	- 24 -
2.2.5	Procesamiento Digital de Imágenes.....	- 27 -
2.2.6	Cámaras Digitales.....	- 30 -
2.2.7	Protocolo de Captura de Imágenes.....	- 33 -
2.2.8	Medición de Distancias.	- 34 -
2.2.9	Comunicaciones	- 40 -
2.2.10	Base de Datos	- 43 -
2.3	Fundamentación Conceptual	- 45 -
2.3.1	Bases Teóricas	- 45 -
2.4	Fundamentación Legal.....	- 45 -
2.5	Sistema de Variables	- 46 -
2.6	Hipótesis.....	- 46 -

CAPÍTULO III

3.	DISEÑO DEL SISTEMA	- 47 -
3.1	Etapa de adquisición.....	- 47 -
3.2	Etapa de comunicación.....	- 50 -
3.3	Etapa de aplicación.....	- 51 -
3.4	Etapa de visualización	- 51 -

CAPÍTULO IV

4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	- 56 -
-----------	---	---------------

4.1	Lectura de imágenes con Matlab.	- 56 -
4.1.1	Función para lectura de imágenes.	- 57 -
4.1.2	Función para visualización de imágenes.	- 58 -
4.2	Adquisición de imágenes en tiempo real mediante cámara.	- 58 -
4.2.1	Configuración de la cámara IP.	- 59 -
4.2.2	Comandos CGI.	- 59 -
4.3	Controles básicos para el manejo de la cámara IP.	- 60 -
4.3.1	Inicialización de la cámara.	- 60 -
4.3.2	Lectura de la cámara en tiempo real.	- 61 -
4.3.3	Captura de imágenes.	- 62 -
4.3.4	Movimientos de la cámara.	- 62 -
4.3.5	Parada de la cámara.	- 64 -
4.3.6	Zoom de la cámara.	- 64 -
4.3.7	Almacenamiento y dirección a puntos en la cámara.	- 65 -
4.4	Diseño del sistema registrador de crecimiento.	- 66 -
4.5	Desarrollo de Algoritmos.	- 68 -
4.5.1	Medición de Distancias.	- 68 -
4.5.2	Conteo de Objetos.	- 73 -
4.6	Base de Datos MySQL.	- 79 -
4.6.1	Plataformas de trabajo.	- 79 -
4.6.2	Creación de base de datos.	- 81 -
4.6.3	Inicialización de base datos.	- 82 -
4.6.4	Ingreso de información en MySQL.	- 82 -
4.6.5	Despliegue de base de datos.	- 83 -
4.6.6	Acceso a la base de datos de MySQL desde Matlab.	- 84 -
4.7	Diseño de la Interfaz de Usuario (HMI.	- 86 -
4.7.1	Creación de la ventana de trabajo.	- 86 -

4.7.2	Manejo de etiquetas.....	- 93 -
4.7.3	Desarrollo de la interfaz de usuario.....	- 96 -

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS DEL SISTEMA - 98 -

5.1	Integración del sistema registrador de crecimiento.	- 98 -
5.2	Pruebas de funcionamiento del sistema registrador.....	- 99 -
5.2.1	Pruebas con objetos comunes.....	- 102 -
5.2.2	Pruebas con objetos de fácil crecimiento.....	- 105 -
5.2.3	Pruebas de conteo con objetos.....	- 111 -
5.3	Pruebas experimentales en el invernadero.....	- 111 -
5.4	Análisis de resultados.....	- 123 -
5.5	Comprobación de la hipótesis.....	- 146 -
5.6	Alcances y limitaciones.....	- 150 -
5.6.1	Alcances.....	- 150 -
5.6.2	Limitaciones.....	- 150 -

CONCLUSIONES..... - 151 -

RECOMENDACIONES..... - 153 -

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... - 154 -

ANEXOS - 160 -

ANEXO A: CONFIGURACIÓN DEL REPETIDOR BL – 732RE

ANEXO B: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CÁMARA

ANEXO C: CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA

ANEXO D: CONFIGURACIÓN MYSQL Y MATLAB

ANEXO E: DIAGRAMA ELÉCTRICO

ANEXO F: RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO G: TABLA DISTRIBUCIÓN CHI-CUADRADO

ANEXO H: INSTALACIONES DE LA FLORICOLA

ANEXO I: CERTIFICADO FLORICOLA

ANEXO J: PROGRAMA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Provincia con mayor superficie de cultivos en el Ecuador	- 11 -
Figura 2. Exportaciones Ecuatorianas de Flores de Verano	- 12 -
Figura 3. Destinos de Exportaciones Ecuatorianas en Verano.	- 12 -
Figura 4. Exportaciones Ecuatorianas por Variedad	- 13 -
Figura 5. Tipos de Rosas: a) Rosa Blanca, b) Hibiscus rosa-sinensis, c) Rosas Odorata, d) Rosas Bourbon, e) Rosa Freedom, f) Rosa Damascena, g) Rosa Gallica, h) Rosal Eglanteria.....	- 15 -
Figura 6. Rosa freedom	- 16 -
Figura 7. Distribución de los tallos y yemas de un Rosal	- 19 -
Figura 8. Etapas para la solución de un problema	- 21 -
Figura 9. Etapas para la ejecución de un algoritmo	- 22 -
Figura 10. Diagrama de Bloques del Principio de la Visión Artificial.....	- 26 -
Figura 11. Fases del Procesamiento Digital de Imágenes	- 28 -
Figura 12. Líneas y puntos de fuga de una imagen	- 35 -
Figura 13. Teorema de Thales.....	- 36 -
Figura 14. Determinación de alturas en una imagen con la ayuda de puntos y líneas de fuga	- 37 -
Figura 15. Distorsión radial a través de un lente de una cámara.....	- 39 -
Figura 16. Cable de red con conector RJ45.....	- 41 -
Figura 17. Representación de una red LAN	- 41 -
Figura 18. Logo de la tecnología Wi-Fi	- 42 -
Figura 19. Representación de una red WLAN.....	- 43 -
Figura 20. Diagrama de bloques del sistema registrador (SR)	- 47 -
Figura 21. Repetidor WiFi BL – 732RE 300Mbps	- 50 -
Figura 22. Captura de imagen en Matlab por Comandos CGI	- 62 -
Figura 23. Diagrama de flujo general del sistema registrador de crecimiento de rosas freedom	- 67 -
Figura 24. Numeración de la sección para calibración.....	- 69 -
Figura 25. Medición por trazos o recta única	- 71 -
Figura 26. Diagrama de flujo del algoritmo para la medición.....	- 72 -
Figura 27. Diagrama de Flujo del Algoritmo de Conteo.....	- 78 -

Figura 28. Logotipo de MySQL	- 79 -
Figura 29. Plataforma MySQL Workbench.....	- 80 -
Figura 30. Pantalla de la consola MySQL Command Line Client	- 80 -
Figura 31. Creación y listado de las bases de datos en MySQL	- 81 -
Figura 32. Carga de base de datos en MySQL	- 82 -
Figura 33. Etiquetas y tipos de datos para las tablas en MySQL	- 83 -
Figura 34. Diagrama de flujo para manejo con la base de datos	- 85 -
Figura 35. Ventana Inspector Property para un botón de la interfaz de usuario	- 93 -
Figura 36. Interfaz de usuario del sistema registrador con cada uno de los tag creados.....	- 95 -
Figura 37. Interfaz de usuario trabajando en tiempo real	- 96 -
Figura 38. HMI trabajando en el modo procesamiento.....	- 97 -
Figura 39. Ubicación de la cámara FI9828W en el invernadero	- 99 -
Figura 40. Calibrador pie de rey y nombre de sus partes.....	- 100 -
Figura 41. Ubicación del calibrador en diferentes posiciones.....	- 100 -
Figura 42. Medidas de la posición inclinada del calibrador	- 101 -
Figura 43. Medidas de la posición horizontal del calibrador	- 101 -
Figura 44. Medidas de la posición vertical del calibrador	- 102 -
Figura 45. Valores de los objetos comunes en [cm].....	- 103 -
Figura 46. Valor de la relación cm por pixeles	- 103 -
Figura 47. Valores de los objetos comunes en el sistema.....	- 105 -
Figura 48. Compresor Campbell Hausfeld	- 105 -
Figura 49. Válvula de ¼ de vuelta.....	- 106 -
Figura 50. Manómetro integrado al compresor	- 106 -
Figura 51. Ancho del globo alargado	- 107 -
Figura 52. Valores de cm por pixel del globo alargado	- 108 -
Figura 53. Valor del ancho del globo alargado en el SR	- 108 -
Figura 54. Alto del globo circular.....	- 109 -
Figura 55. Valores de cm por pixel del globo circular.....	- 110 -
Figura 56. Valor del alto del globo circular en el SR.....	- 110 -
Figura 57. Prueba de conteo de objetos	- 111 -
Figura 58. Secciones de trabajo en el invernadero	- 112 -
Figura 59. Conteo de las rosas de cosecha y producción en el SR	- 122 -

Figura 60. Mediciones del globo circular Manual vs Sistema	- 123 -
Figura 61. Margen de error en mediciones del globo circular (alto).....	- 125 -
Figura 62. Histograma de frecuencias del globo circular (alto).....	- 125 -
Figura 63. Mediciones del globo alargado Manual vs Sistema.....	- 126 -
Figura 64. Margen de error del globo alargado (ancho)	- 128 -
Figura 65. Histograma de frecuencias del globo alargado (ancho)	- 128 -
Figura 66. Alto del tallo del Sistema vs Manual (1er día)	- 130 -
Figura 67. Ancho del tallo del Sistema vs Manual (1er día)	- 130 -
Figura 68. Alto de botón del Sistema vs Manual (1er día).....	- 131 -
Figura 69. Ancho del botón del Sistema vs Manual (1er día)	- 132 -
Figura 70. Alto del tallo del Sistema vs Manual (5to día)	- 133 -
Figura 71. Ancho del tallo del Sistema vs Manual (5to día).....	- 134 -
Figura 72. Ancho del tallo del Sistema vs Manual (5to día).....	- 135 -
Figura 73. Ancho del botón del Sistema vs Manual (5to día)	- 136 -
Figura 74. Alto del tallo del Sistema vs Manual (10mo día).....	- 137 -
Figura 75. Ancho del tallo del Sistema vs Manual (10mo día).....	- 138 -
Figura 76. Alto del botón del Sistema vs Manual (10mo día)	- 139 -
Figura 77. Ancho del botón del Sistema vs Manual (10mo día)	- 140 -
Figura 78. Cantidad de rosas de cosecha y producción.....	- 141 -
Figura 79. Valor del conteo de rosas de producción	- 141 -
Figura 80. Valores del error de conteo de rosas de producción	- 143 -
Figura 81. Histograma del conteo de rosas de producción	- 143 -
Figura 82. Valor del conteo de rosas de cosecha	- 144 -
Figura 83. Valores del error de conteo de las rosas de cosecha.....	- 145 -
Figura 84. Histograma del conteo de rosas de cosecha	- 146 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de las rosas freedom	- 17 -
Tabla 2 Características detalladas de cámaras IP	- 48 -
Tabla 3 Características detalladas de los softwares para el procesamiento de imágenes	- 52 -
Tabla 4 Características generales de las bases de datos	- 54 -
Tabla 5 Líneas de trazado para la asignación de puntos en la medición o calibración	- 70 -
Tabla 6 Proceso de segmentación, eliminado de ruido y bordeado	- 74 -
Tabla 7 Función de cada uno de los elementos de la interfaz de usuario del sistema registrador	- 87 -
Tabla 8 Valores reales de los objetos comunes	- 104 -
Tabla 9 Valores medidos manualmente del globo alargado	- 108 -
Tabla 10 Valores medidos manualmente del globo circular	- 110 -
Tabla 11 Valores medidos manualmente en cada sección (día 1)	- 112 -
Tabla 12 Valores medidos manualmente en cada sección (día 5)	- 113 -
Tabla 13 Valores medidos manualmente en cada sección (día 10)	- 113 -
Tabla 14 Medidas de la rosa N° 1 o sección N° 1	- 114 -
Tabla 15 Medidas de la rosa N° 2 o sección N° 2	- 115 -
Tabla 16 Medidas de la rosa N° 3 o sección N° 3	- 116 -
Tabla 17 Medidas de la rosa N° 4 o sección N° 4	- 117 -
Tabla 18 Medidas de la Rosa N° 5 o sección N° 5	- 118 -
Tabla 19 Medidas de la Rosa N° 6 o sección N° 6	- 119 -
Tabla 20 Medidas de la rosa N° 7 o sección N°7	- 120 -
Tabla 21 Medidas de la rosa N°8 o sección N°8	- 121 -
Tabla 22. Alto y ancho del tallo del Sistema vs Manual (1er día)	- 129 -
Tabla 23 Alto y ancho del botón del Sistema vs Manual (1er día)	- 131 -
Tabla 24 Alto y ancho del tallo del Sistema vs Manual (5to día)	- 133 -
Tabla 25 Alto y ancho del botón del Sistema vs Manual (5to día)	- 135 -
Tabla 26 Alto y ancho del tallo del Sistema vs Manual (10mo día)	- 137 -
Tabla 27 Alto y ancho del botón del Sistema vs Manual (10mo día)	- 139 -
Tabla 28 Valores de las variables del Chi-cuadrado (10 días)	- 147 -
Tabla 29 Tabla de frecuencias esperadas	- 148 -

Tabla 30 Tabla de frecuencias calculadas - 148 -

RESUMEN

El trabajo de titulación presenta el diseño e implementación de un sistema registrador de crecimiento para el cultivo de rosas freedom en el invernadero de la florícola High Connection Flowers, para lo cual se desarrolló algoritmos que permitan ir registrando el proceso de crecimiento de dichas rosas, además de poder realizar un conteo aproximado de la futura producción de rosas y de los botones que ya están listos para ser cosechados. Está enfocado en el empleo de técnicas de visión artificial, por lo que ha sido necesario seleccionar un software que se adapte a los requerimientos planteados y además de la utilización de un dispositivo que permita adquirir imágenes en tiempo real, por lo que se ha utilizado una cámara IP a través de la cual se capturará las imágenes para posteriormente con los algoritmos desarrollados lograr el respectivo procesamiento de imágenes; además dichos datos obtenidos en el sistema registrador de crecimiento serán exportados a una base de datos con la finalidad de que el operario pueda tener un registro adecuado de cómo va el crecimiento de las rosas freedom de un día a otro, finalmente dichos datos permitirán clasificar de mejor manera a cada una de las rosas analizadas.

PALABRAS CLAVE:

- **FLORICOLA HIGH CONECTION FLOWERS**
- **VISIÓN ARTIFICIAL**
- **ROSAS FREEDOM**
- **CÁMARAS DIGITALES**

ABSTRACT

The titling work presents the design and implementation of a growth register system for the cultivation of freedom roses in the greenhouse of the floriculture High Connection Flowers, for which algorithms were developed that allow to register the growth process of these roses, in addition Of being able to realize an approximate count of the future production of roses and of the buttons that already are ready to be harvested. It is focused on the use of artificial vision techniques, so it has been necessary to select a software that adapts to the requirements and in addition to the use of a device that allows images to be acquired in real time, which has been used IP camera through which the images will be captured for later with the developed algorithms to achieve the respective image processing; In addition said data obtained in the growth register system will be exported to a database in order that the operator can have an adequate record of how the growth of the roses freedom from day to day goes, finally said data will allow to classify of Best way to each of the roses analyzed.

KEYWORDS:

- **FLORICULTURE HIGH CONECTION FLOWERS**
- **ARTIFICIAL VISION**
- **ROSES FREEDOM**
- **DIGITAL CAMERAS**

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La demanda de la producción en las diferentes variedades de Rosas especialmente en la rosa freedom es cada vez más alta y exigente porque existe la necesidad en los productores de adquirir flores limpias en condiciones óptimas para su exportación, limitando el uso excesivo de agroquímicos como plaguicidas y fungicidas; pero la producción florícola en nuestro país tiene una ventaja importante debido a su localización geográfica que ayudan a satisfacer las necesidades de las grandes empresas que compran este producto florícola.

El sector florícola del Ecuador ha ido creando nuevos manejos macroeconómicos con varias reformas en sus políticas en beneficio del floricultor y que han generado mayor crecimiento económico, aunque este sector presenta pequeñas deficiencias que han generado un desmejoramiento en las condiciones laborales y que deben ser reguladas en especial en lo que respecta al uso y protección de los empleados ya que son expuestos a químicos altamente tóxicos.

Los problemas más comunes en el sector florícola pueden ser clasificados en:

- Escasez de Insumos.
- Sobreutilización del suelo.
- Incorrecta monitorización de la producción florícola.
- Inadecuada metodología de clasificación durante la cosecha y post cosecha.

- Uso Inadecuado de Químicos e Insumos, que en algunos casos han generado la pérdida de la producción florícola.

Las actividades agrarias son realizadas por trabajadores los mismos que tienen entre sus tareas estar continuamente supervisando los cultivos, por lo que existen distintos riesgos para su salud, ya que el desarrollo de sus labores cotidianas son al aire libre exponiéndose a climas adversos; riesgos químicos asociados a la utilización de plaguicidas, fungicidas; riesgos biológicos que incluyen la exposición a polvo; riesgos ergonómicos y psicosociales como la manipulación manual de cargas, posturas forzadas, etc. (Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2008)

1.1.1 Formulación del problema

Al ser un proyecto a realizarse en un invernadero se toma como punto de partida la agricultura de precisión la cual se centra en un área específica del cultivo en donde a través de la utilización de mecanismos, equipos tecnológicos (cámara, software de procesamiento, computador), pueda optimizar de mejor manera los procesos realizados por el personal mediante el uso de los distintos recursos tecnológicos para obtener finalmente una producción florícola de calidad.

Existen inconvenientes respecto a las tareas a las cuales están sujetos los operarios una de ellas es al momento de realizar mediciones en los cultivos de rosas, debido a que el lugar es poco accesible para tomar muestras a cada instante a las rosas en sus características de alto y ancho respecto a los tallos y botones de las rosas.

Además de ser poco accesible, la forma en que se realiza las mediciones es ambigua, dado a que no se utiliza instrumentos confiables, que proporcionen medidas exactas para tomar en cuenta al momento de su registro, siendo así también dificultoso almacenar datos referentes al crecimiento de las flores y a su vez debido al exceso de población imposibilita el conteo de rosas.

Finalmente se presenta un problema más irreversible debido a que los operarios muchas veces no utilizan el equipo de protección personal adecuado para su labor, estando a su vez en contacto con fungicidas y fertilizantes los cuales resultan ser perjudiciales para su salud.

1.2 Antecedentes

La agricultura ha sido practicada desde los inicios de la humanidad, donde se han realizado modificaciones en los espacios agrícolas a través del tiempo; cambios producidos en función de la adaptación a los factores naturales como también en función de los sistemas económicos y políticos. Con la revolución industrial y la consecuente necesidad del incremento de alimentos, la agricultura, que hasta ese momento había sido de carácter tradicional, se ha transformado progresivamente. (Piza, 2013)

La historia moderna del Ecuador se caracteriza en su expresión económica por el auge y la crisis de los sectores de exportación. Tradicionalmente el desarrollo de los sectores agroexportadores ha sido un factor determinante en la dinámica de la economía ecuatoriana.

El sector florícola creció sostenidamente entre los años 2001 al 2008 en un 10,79%, tomando en cuenta diferentes situaciones que se dan en el

sector. Al 2009 la crisis desatada a nivel mundial dio paso a que las exportaciones disminuyan en un 6,81% con respecto al 2008. Para el 2012 en el Ecuador había 571 haciendas productoras de flores que totalizaban unas 4 000 hectáreas en 13 provincias. El 65% corresponde a plantaciones de rosas; el 25% a flores de verano; el 7% a flores tropicales; y el 3% a propagación. (Piza, 2013)

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), desempeñan un importante papel en el uso eficiente de los recursos necesarios para el desarrollo de la actividad agrícola, cuyo objetivo básico es detectar que recursos, cuándo se necesitan y en qué cantidad, por otro lado, el descenso de población dedicada a la agricultura se ve compensado gracias a la automatización de la mayoría de los procesos. (Arce Ruiz, 2007)

En la agricultura, la posibilidad de conocer las necesidades de los cultivos en diferentes situaciones y condiciones (tipo de suelo, estación del año, etc.), a través de distintos tipos de sensores, imágenes de satélites, etc., está permitiendo una gestión eficaz del agua con ahorros significativos en su consumo. (Arce Ruiz, 2007)

Con la aparición de nuevas tecnologías la agricultura se ha visto beneficiada en cuanto a la forma de realizar los cultivos en función de sus necesidades como fertilizantes, agua, químicos, etc. para lo cual el desarrollo de la técnica a emplear desempeña un papel muy importante en los niveles de productividad y diversificación de los productos agrícolas. Dentro de las técnicas empleadas en este campo aparece la agricultura de precisión la cual se basa en el manejo específico de un área de cultivo, para ello se utilizan herramientas tecnológicas como el posicionamiento global, dispositivos de distribución de riego, fertilizantes, técnicas relacionadas a la visión artificial y procesamiento de imágenes, sensores climatológicos y de cultivo.

Plant (2001) citado por (Exsis, s.f.), menciona que el uso de la agricultura de precisión está supeditado a los beneficios económicos y define tres criterios para que esto se cumpla:

- Que la variabilidad de los factores dentro del área de cultivo influyan en la producción final.
- Que las causas de la variabilidad puedan ser identificadas
- Que la información obtenida pueda ser usada para mejorar las prácticas de manejo del cultivo y mejorar la productividad.

1.3 Justificación

En la actualidad el invernadero High Connection Flowers no cuenta con un registro en cuanto a cómo va desarrollándose el proceso de crecimiento de las rosas de un día a otro, además de otros factores como tiempo y seguridad para los agricultores los cuales inspeccionan personalmente el cultivo.

Es necesario considerar que el estar tomando continuamente mediciones para evaluar el crecimiento de las rosas es una acción que presenta una gran demanda de tiempo, debido a que el área de siembra es muy extensa y poco accesible para el operario al momento de realizar una toma de datos en cuanto al crecimiento de las rosas.

Además de considerar el factor tiempo los operarios están expuestos a convivir con la presencia de químicos, fungicidas y altas temperaturas, provocando en ellos daños irreversibles para su salud ocasionando enfermedades laborales.

En virtud de estos factores es necesario contar con un sistema que vaya registrando el crecimiento de las rosas freedom, a fin de que el operador pueda ir tomando datos día a día, que indiquen cómo va el proceso de crecimiento de las rosas y de acuerdo a los datos generados el operador sepa qué acciones tomar sin necesidad de estar en contacto con los cultivos de rosas.

1.4 Importancia

Existen distintas formas en las que se puede relacionar la tecnología con actividades laborales como la agrícola, la misma que puede ayudar de gran manera a una mejora en las actividades a las que están sujetos los operadores diariamente, como por ejemplo un sistema registrador que vaya adquiriendo datos en cuanto al desarrollo de las rosas freedom, y de esta forma estos datos puedan ser utilizados de acuerdo a la conveniencia del operador y poder acelerar los procesos, reducir costos de producción, minimizar tiempos y por ende ayudar en la mejorara de la calidad de las rosas freedom.

En otras palabras ayudar a identificar la situación real de cómo va el proceso evolutivo de las rosas freedom, los problemas frecuentes que acarrearán retrasos en su crecimiento como falta de riego, efectos de la temperatura, humedad, utilización de fungicidas y químicos, ayudando al operario a comprender como actúa cada uno de estos aspectos en dicho proceso, evitando el contacto con productos nocivos para la salud y finalmente percatarse de cómo va el proceso de crecimiento y que acciones correctivas tomar al respecto.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Diseñar e implementar un sistema registrador de crecimiento mediante el uso de técnicas de visión artificial para la clasificación del cultivo de rosas freedom en el invernadero de la florícola High Connection Flowers de la Parroquia Mulaló – Provincia de Cotopaxi.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Investigar las técnicas para el enlace y comunicación con las cámaras de monitorización.
- Instalar cámaras de alta resolución para la adquisición de imágenes en tiempo real.
- Desarrollar un algoritmo el mismo que permita realizar conteo, discriminación, tonalidad, ancho y alto de las rosas freedom con relación al número de píxeles.
- Detectar y extraer las características evolutivas de crecimiento de la rosa freedom desde la toma de imágenes.
- Normalizar las imágenes de las rosas freedom captadas a través de técnicas de procesamiento de imágenes.
- Diseñar un HMI para la presentación del sistema registrador de rosas.
- Realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento al momento de la detección y captura de imágenes.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

En la actualidad la visión artificial tiene una gran aceptación en distintos campos entre ellos el sector agrícola, es así que a continuación se indica algunos artículos científicos que dan crédito a como el procesamiento de imágenes ha ido tomando gran relevancia por las soluciones que pueden brindar de acuerdo a la aplicación que se desee.

Según (Jiaofei, Shuangxi, & Yanli, 2011), en su artículo científico “Research on the color image segmentation of plant disease in the greenhouse”, manifiestan que las técnicas de segmentación de imágenes en color se basan en monocromas que funcionan en diferentes espacios de color RGB, donde la segmentación actúa en la imagen sobre el punto de enfermedad encontrado.

Existen maneras de modelar procesos de crecimiento de plantas como por ejemplo mediante la utilización del sistema-L, para lo cual (Lu, Deng, & Fei, 2015), en su artículo científico “An improved visualization modelling method of greenhouse tomato plants based on L-system”, manifiestan que la tecnología de visualización de la planta es importante para guiar la construcción del modelo morfológico y el monitoreo del estado de crecimiento, donde el uso de la tecnología digital de procesamiento de imágenes combina el método tradicional del sistema L con los factores ambientales de las plantas de tomate.

En el campo de la visión artificial la segmentación de imágenes es fundamental dado que se encarga de localizar los diferentes objetos que se encuentran presentes en una imagen, por lo que de acuerdo a (Lee, Lee, & Moon, 2014), en su artículo científico “Segmentation method of COI for monitoring and prediction of the crop growth”, manifiestan que es necesario la utilización de la tecnología del procesamiento de imágenes para monitorear y predecir el crecimiento de los cultivos, donde se sugiere el método de segmentación eficaz de COI en un invernadero de horticultura, en la que una imagen en color de la cosecha se segmenta la región verde y no verde, para extraer y recolectar información respecto al cultivo.

A su vez existen distintos inconvenientes dentro de la visión artificial como es el caso de la halación, la cual se presenta cuando existe una luz de fondo, y es provocada por la luz que es reflejada de la superficie frontal del lente, la cual origina una especie de neblina sobre la imagen, por lo que de acuerdo a (Cheng, Ogawa, & Fujiura, 2015), en su artículo científico “A halation reduction method for high quality images of tomato fruits in greenhouse”, manifiestan que la halación es un problema serio para los sistemas de visión artificial que pueden causar pérdida de información de color de una imagen, para lo cual se puede utilizar un sistema de adquisición de imágenes compuesto por una cámara CCD y un motor paso a paso para adquirir las imágenes y poder eliminar múltiples áreas de halación debido a la luz solar y a la luz reflejada, donde las múltiples áreas de halado podrían eliminarse con un cierto ángulo de incidencia.

La importancia de ir registrando información es fundamental para conocer la situación real en un determinado proceso por lo que de acuerdo a (Toledo & Shiftan, 2015), en su artículo científico “Can feedback from in-vehicle data recorders improve driver behavior and reduce fuel consumption?”, manifiestan que la efectividad de la retroalimentación mediante registros basados en IVDR, puede ir proporcionando información en cuanto a eventos de seguridad como frenados, aceleraciones, etc.; por lo que se tendrá

mejoras en la conducción, la seguridad de conducción y la reducción de consumo de combustible. En vista de los trabajos mencionados, se puede seguir desarrollando innumerables algoritmos enfocados a la visión artificial y así poder procesar distintas imágenes para obtener información como conteo, reconocimiento, medición, forma, posición de determinados objetos.

2.2 Fundamentación Teórica

Para la ejecución de un sistema registrador de crecimiento de rosas freedom, es necesario conocer la información en torno a la producción florícola y características generales de esta rosa, además de las técnicas que interviene para el procesamiento de imágenes y detalles de los requerimientos necesarios del software a ser seleccionado para la realización de los diversos algoritmos.

2.2.1 Producción Florícola del Ecuador

En el Ecuador, del total de las flores producidas a nivel nacional, el 21% corresponden a flores de verano. La provincia con mayor superficie cultivada es Pichincha con 661.70 hectáreas sembradas. Las provincias del Cotopaxi, Azuay e Imbabura suman un total de 188.90 hectáreas de área cultivada, ver figura 1. (PRO ECUADOR, 2015)

El rendimiento por hectárea cultivada va a depender de la variedad de la flor de verano, las condiciones climáticas donde se encuentre sembrada, y los cuidados que se tengan al sembrarla, cultivarla y cosecharla.

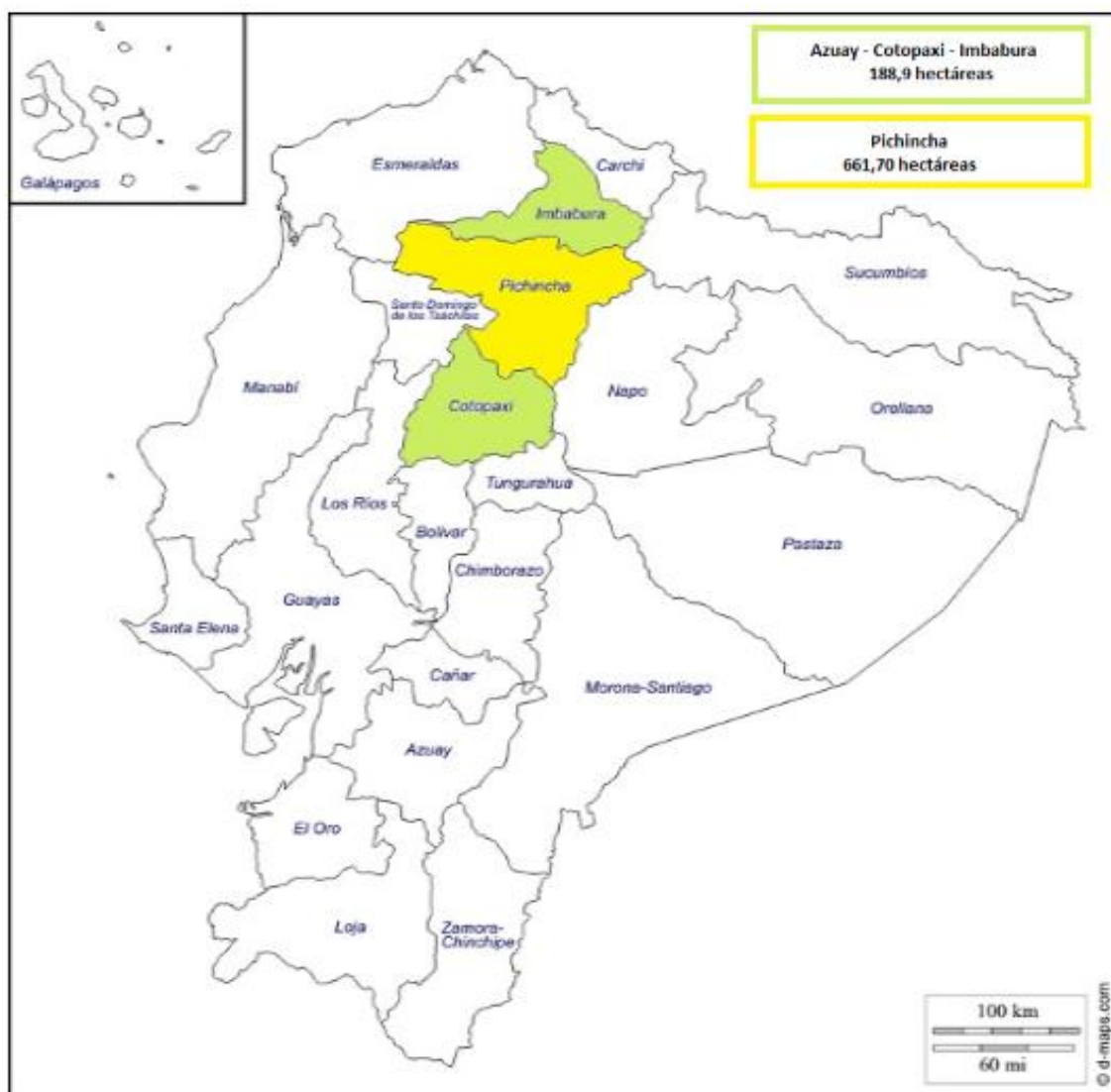


Figura 1. Provincia con mayor superficie de cultivos en el Ecuador

Exportaciones de Flores de Verano

Las flores de verano han tenido una tasa de crecimiento porcentual anual (TCPA) de 7% en valor FOB y 8% en toneladas durante el periodo de 2010 a 2014, lo cual demuestra el interés por parte del mercado extranjero en la compra de las variedades que hay en Ecuador. En 2014 se reflejan exportaciones por 202 millones de dólares y de 35 mil toneladas de flores de verano, ver figura 2. (PRO ECUADOR, 2015)

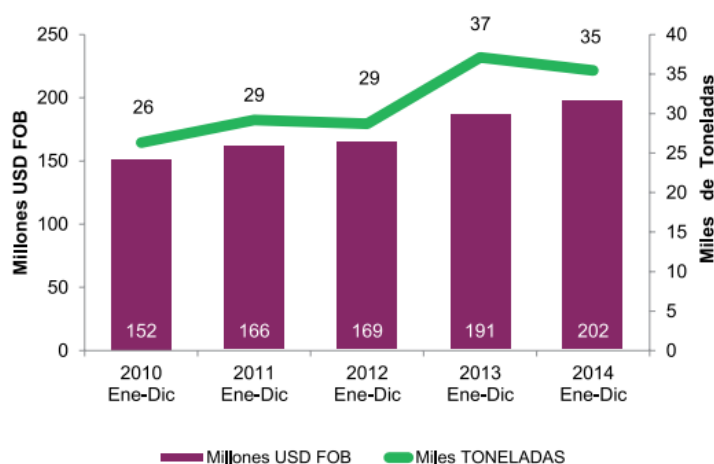


Figura 2. Exportaciones Ecuatorianas de Flores de Verano

Fuente: (PRO ECUADOR)

Los principales destinos de las exportaciones ecuatorianas de flores de verano son: Estados Unidos con una participación del 54%; seguido por los países de la Unión Europea con una participación del 20%; Rusia con el 7%; y finalmente los demás países del mundo con una participación del 19%; de acuerdo a lo registrado durante el año 2014, como se muestra en la figura 3.

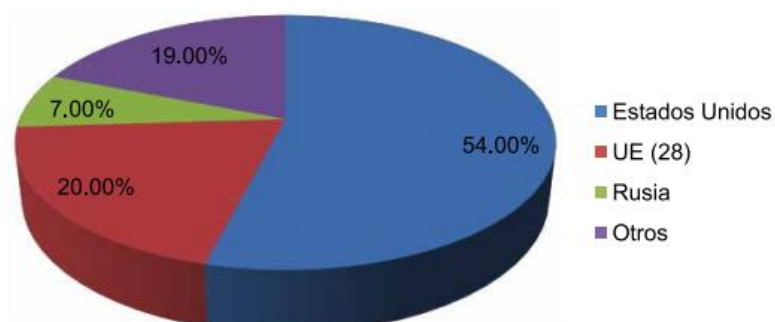


Figura 3. Destinos de Exportaciones Ecuatorianas en Verano

Fuente: (PRO ECUADOR)

Las principales variedades exportadas en 2014 son: Las demás flores y capullos frescos, cortados - con una participación del 51%; seguido por

la Gypsophila - con un 30%; Los demás claveles frescos, Lirios frescos cortados y otro tipo de flores de verano suman un porcentaje de participación de 19%; de acuerdo a los registros del Banco Central en 2014, como se muestra en la figura 4. (PRO ECUADOR, 2015)

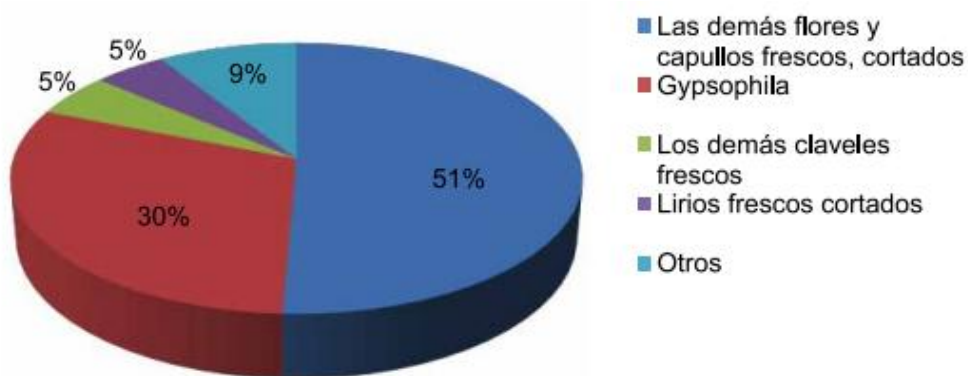


Figura 4. Exportaciones Ecuatorianas por Variedad

Fuente: (PRO ECUADOR, 2015)

Cada empresa tiene sus propias técnicas, pero de forma general, las flores una vez cortadas se trasladan en canastas que se mueven por rieles, conocidos como cable vía, instalados a lo largo de la finca, y que en máximo 30 minutos llegan a la zona de post cosecha, para poder ser hidratadas y procesadas. En las instalaciones de la post-cosecha se hace la selección de flores de acuerdo a su tamaño de botón y calidad para ser clasificadas como flor de exportación o flor local, y posteriormente se realiza el empaque de cada flor dependiendo de las exigencias del cliente por peso o número de tallos. (PRO ECUADOR, 2015)

Las flores que son empacadas en capuchones de plástico o envueltas en papel, dependiendo de la variedad, nuevamente pasan a un proceso de hidratación, luego al cuarto de pre-frío, y a los cuartos fríos, lugar donde permanecen por un plazo máximo de 3 días. Una vez que se pasa por este proceso estos bonches son empacados en cajas de cartón de diferentes tamaños según el pedido de los departamentos de ventas; son

recogidas por un camión acondicionado y refrigerado; y finalmente son embarcados para su transportación. (PRO ECUADOR, 2015)

2.2.2 Variedades de Rosas

El rosal es la planta de la que se obtiene la flor llamada rosa. Los rosales son arbustos muy floridos y con mucho follaje que están cubiertos de espinas. (FotoNostra, s.f.)

La rosa es una de las flores más cultivadas del mundo tanto por su belleza como por su fragancia. Si bien las especies naturales rondan el centenar, hay miles de variedades cultivadas a partir de hibridaciones, aunque en algunas de ellas se ha buscado más la estética, con ejemplares muy atractivos a la vista, en detrimento de la fragancia.

Existen en la actualidad alrededor de cien especies de rosas silvestres, la mayoría originarias de Asia, aunque también se dan en menor medida en Europa, Norteamérica y en el Norte Occidental del continente Africano. A continuación se indican algunas variedades de rosas existentes, como se muestra en la figura 5: (FotoNostra, s.f.)

Para la investigación se ha considerado a la rosa freedom, que es de las más abundantes en el Ecuador, y gran parte de la producción de rosas del invernadero High Connection Flowers de la Parroquia Mulaló - Provincia de Cotopaxi, se centran en esta variedad.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Figura 5. Tipos de Rosas: a) Rosa Blanca, b) Hibiscus rosa-sinensis, c) Rosas Odorata, d) Rosas Bourbon, e) Rosa Freedom, f) Rosa Damascena, g) Rosa Gallica, h) Rosal Eglanteria

Fuente: (InfoJardin, 2011)

Rosa Freedom

Las rosas variedad freedom son un tipo de planta híbrida es decir por el cruzamiento entre dos variedades diferentes de plantas, son muy robustas y resistentes a enfermedades, especialmente a *mildiu velloso*. Presentan flores rojas de botón grande y tallo largo, seleccionadas para el cultivo en ambientes frescos con alta intensidad luminosa.

El ciclo de cultivo de esta variedad bordea entre 75 a 81 días, las flores tienen una larga vida en florero, y se transportan muy bien, su gran acogida y gran venta es porque tienen un color rojizo intenso, y una textura muy suave, lo que hace que esta variedad esté entre las más comerciales y apreciadas por el mercado, ver figura 6. (Darquea E., 2013)



Figura 6. Rosa freedom

Esta variedad por su color rojo intenso es una de las preferidas por las personas al momento de enviarlas como regalo como señal de amor, respeto, generalmente los meses del año donde esta variedad tiene gran acogida y es comercializada es durante Febrero y Mayo,

por las celebraciones del Día de San Valentín y el Día de la Madre respectivamente.

Características físicas de la rosa freedom

Dentro de las principales características que identifican a las rosas freedom se tienen las siguientes, como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1

Características de las rosas freedom.

Color	Rojo Intenso
Significado	Respeto, Pasión, Amor
Tamaño del Tallo	70 – 90 cm.
Tamaño del Botón	5,0 – 6,5 cm.
Tamaño de la Planta	180 cm
Número de Pétalos	48
Días en Florero	12 – 14
Olor	Ninguno

Fuente: Infoflora, 2013

Fainstein (1997) citado por (Darquea E., 2013), menciona que el cuerpo del rosal “comprende dos partes, una subterránea que comprende la raíz, y una parte aérea que involucra al tallo con sus hojas y flores”.

Debido a que el rosal constituye ser una planta angiosperma es decir que presenta flores se distinguen dos fases de crecimiento: una fase vegetativa y otra reproductiva. Su crecimiento es teóricamente

ilimitado, ya que cada año se producen nuevos tejidos y ramas de rejuvenecimiento. La composición física del rosal está dado por:

Raíz.- Es la parte que se encuentra debajo de la tierra. Su función es sujetar la planta y absorber las sales minerales y el agua del suelo. La raíz es del tipo pivotante, alcanza una profundidad de hasta 100 cm. (Heusleer, 1991)

Tallo.- Es la parte de la planta que tiene como funciones servir de sostén a las hojas, flores, crece en sentido inverso al de la raíz. El rosal posee un tallo leñoso, cuyas funciones son: transportar agua, minerales, nutrientes y llevar a la hoja a la luz, además le sirve como reserva de alimentos. El rosal tiene un tallo principal el cual constituye ser el más importante en el desarrollo de la planta, y de este tallo tienden a formarse otros tallos conocidos como secundarios. (Fainstein, 1997)

Yemas.- En cada vértice formado por la unión entre las hojas y el tallo, se encuentran las yemas, cada una de las cuáles dan lugar a un tallo floral, pero también algunas de ellas producen solo tallos vegetativos, a las cuáles se las consideran yemas “ciegas”. (Yanchpaxi & Calvache, 2010)

Existen yemas secundarias que salen al extremo de los tallos secundarios, estas ayudan al crecimiento de los tallos secundarios. Las yemas auxiliares se encuentran situadas en los nudos de los tallos, de los cuales salen las hojas y las flores. (Las Plantas de Gema, 2008)

Nudos.- Son unos engrosamientos situados en los tallos. A su altura es donde nacen las hojas. (Las Plantas de Gema, 2008)

Entrenudos.- Son los espacios situados entre los nudos. (Las Plantas de Gema, 2008)

Hoja.- Contiene el pigmento verde llamado clorofila, que absorbe la energía de la luz solar y la usa para convertir el dióxido de carbono en oxígeno. También absorben y difunden agua y gases. Las hojas del rosal son compuestas, alternas, pinadas, con borde dentado, y con uno a siete folíolos, estas hojas pueden ser completas (de 5 o más folíolos) o incompletas (3 o menos folíolos). (Fainstein, 1997)

Flor.- La flor del rosal es perígina, sus partes principales son los estambres y el pistilo. El estambre se divide en filamento y antera; el pistilo en estigma, estilo y ovario. La flor es bisexual, o sea que presenta al mismo tiempo pistilo y estambres, ver figura 7. (Fainstein, 1997)

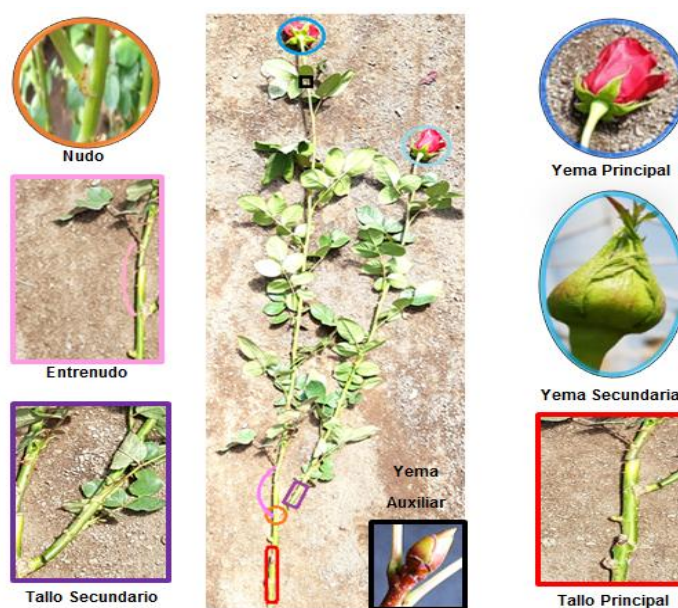


Figura 7. Distribución de los tallos y yemas de un Rosal

2.2.3 Software Aplicativo

Con el desarrollo de la ciencia, los sistemas de visión artificial han evolucionado muy rápidamente gracias a la ayuda del rápido avance de los ordenadores y su potencia de cálculo, lo cual ha sido uno de los puntales de esta evolución en los sistemas de visión artificial utilizados para entornos científicos e industriales. (INFAIMON S.L., 2017)

Esta evolución del hardware (sistema de visión) ha permitido el desarrollo de librerías de visión que puedan funcionar en entornos estándar tanto de sistemas operativos como de procesadores. El sistema operativo más utilizado en la actualidad en las aplicaciones de visión artificial es el Windows, en cualquiera de sus variedades. Sin embargo existen muchas aplicaciones de visión artificial desarrolladas en UNIX, QNX y últimamente se está utilizando con gran asiduidad el LINUX, tanto en su versión estándar como en la RT (RealTime) como sistema operativo en sistemas de visión. (INFAIMON S.L., 2017)

Para el desarrollo de un proyecto en el que se toma como punto de inicio una serie de imágenes, es necesario la utilización de un Software enfocado al procesamiento de imágenes, ya que son innumerables las tareas que facilitan al usuario quién tiene la posibilidad de interactuar con las múltiples herramientas que ofrecen los distintos Software, a fin de realizar diversas tareas como mejorar el aspecto de las imágenes y hacer más evidentes en ellas ciertos detalles que se desean hacer notar, realizar procesos de filtrado, detección de bordes, etc.

A continuación se indica algunos parámetros básicos respecto a que características generales se debe tomar en cuenta al momento de seleccionar un determinado Software para la realización del procesamiento de imágenes que se pretenda efectuar.

- Licencia de Software
- Lenguaje de Programación

- Soporte para Base de Datos
- Depurador
- Procesamiento de Imágenes
- Compatibilidad con Cámaras
- Procesamiento en Tiempo Real
- Interfaz de Usuario
- Comandos Cgi
- Toolkits
- Filtros para Imágenes
- Compatibilidad con Sistema Operativo
- Requisitos del Sistema (Procesador, Disco, RAM, Tarjeta Gráfica).

En general para realizar el procesamiento de Imágenes se debe seguir una metodología, la cual se basa en una serie de instrucciones (comandos) o algoritmos (scripts), los mismos que permiten llegar a la solución de un problema planteado, ver figura 8. Sus etapas vienen dadas por:

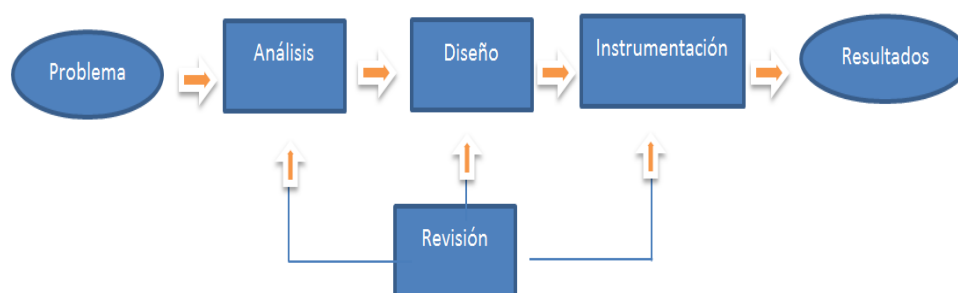


Figura 8. Etapas para la solución de un problema

Fuente: (Matlab Programación, 2014)

El punto de partida es mediante la aparición de un Problema al cual se le pretende dar una solución. En la etapa de Análisis se debe estudiar y entender el problema: sus características, las variables y los procesos

que intervienen. El resultado de esta etapa son las especificaciones detalladas de los requerimientos que en algunos casos se puede expresar mediante modelos matemáticos. (Rodríguez Ojeda, 2014)

En la etapa de Diseño se procede a elaborar los procedimientos necesarios para cumplir con los requerimientos especificados en el análisis, incluyendo fórmulas, tablas, etc. El objeto resultante se denomina algoritmo. En la etapa de Instrumentación, se realizan las pruebas de los programas y posteriormente la instalación y operación. (Rodríguez Ojeda, 2014)

Posteriormente es necesario tener una constante Revisión en cada una de las etapas del proceso, a fin de lograr obtener los Resultados esperados en forma satisfactoria. Matlab basa su programación mediante la ejecución de algoritmos, los cuales son un objeto que deben comunicarse con el entorno, por lo que deben incluir facilidades para el ingreso de datos y posteriormente la salida de resultados, ver figura 9. (Rodríguez Ojeda, 2014)

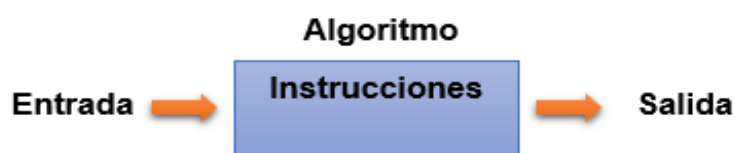


Figura 9. Etapas para la ejecución de un algoritmo

Fuente: (Matlab Programación, 2014)

Estos algoritmos constan de una serie de instrucciones las cuales se van ejecutando una detrás de otra para poder llegar a la salida que representa ser la solución del problema planteado.

Interfaz de Usuario

En la actualidad la mayoría de Softwares por lo general presentan la funcionalidad de crear interfaces gráficas, las mismas que son un

entorno de programación visual en la que el usuario interactúa con la computadora al punto de comprender la situación real de un determinado proceso.

Las interfaces de usuario no solamente se limitan al software de una computadora, sino que también incluyen el hardware. Como por ejemplo, las pantallas táctiles son parte de la interfaz de muchos dispositivos móviles. En una computadora de escritorio, parte de la interfaz podría ser el mouse o el trackpad, ya que esos dispositivos permiten manipular el sistema. (Hidalgo, 2017)

Existen 3 tipos de Interfaces de Usuario: (Ecured, 2016)

- Una interfaz de hardware, a nivel de los dispositivos utilizados para ingresar, procesar y entregar los datos: teclado, ratón y pantalla visualizadora.
- Una interfaz de software, destinada a entregar información acerca de los procesos y herramientas de control, a través de lo que el usuario observa habitualmente en la pantalla.
- Una interfaz de Software-Hardware, que establece un puente entre la máquina y las personas, permite a la máquina entender la instrucción y a el hombre entender el código binario traducido a información legible.

Algunas de las funciones principales que presentan el manejo de tener una Interfaz Gráfica son las siguientes: (Ecured, 2016)

- Puesta en marcha y apagado.
- Control de las funciones manipulables del equipo.
- Manipulación de archivos y directorios.
- Herramientas de desarrollo de aplicaciones.
- Comunicación con otros sistemas.

- Información de estado.
- Configuración de la propia interfaz y entorno.
- Intercambio de datos entre aplicaciones.
- Control de acceso.
- Sistema de ayuda interactivo.

2.2.4 Visión Artificial

La tecnología de visión es una disciplina que ha ido evolucionando gracias al apareamiento de la revolución tecnológica la cual se remonta a la década de los 80, la misma que ha permitido la utilización de ordenadores y cámaras las cuales cada vez son más potentes y eficaces brindando resultados óptimos al momento de procesar algún tipo de información. (Fernández, 2011)

La “Visión Artificial” se la define como un campo de la “Inteligencia Artificial” que, mediante la utilización de las técnicas adecuadas, permite la obtención, procesamiento y análisis de cualquier tipo de información especial obtenida a través de imágenes digitales. (Omron, INGenING, INTEPLAST, LAZPIUR, IKUSPE, EUSKO JAURLARITZA, 2012)

Los objetivos que tiene la visión artificial son:

- Automatizar tareas repetitivas de inspección realizadas por operadores.
- Realizar controles de calidad de productos que no era posible verificar por métodos tradicionales.
- Realizar inspecciones de objetos sin contacto físico.
- Realizar la inspección del 100% de la producción (calidad total) a gran velocidad.
- Reducir el tiempo de ciclo en procesos automatizados.

- Realizar inspecciones en procesos donde existe diversidad de piezas con cambios frecuentes de producción.

Mientras que las características principales de la visión artificial son:

- Analizan luz o color reflejado: Miden nivel de luz.
- Detectan bordes y formas.
- Analizan color.
- Actúan sin contacto: No deforman el material.
- Se puede analizar un objeto en movimiento.
- Son automáticos: Alta velocidad de procesado.
- Flexibles: basados en software.
- Entorno informático.

La visión artificial tiene su aplicación en distintos sectores industriales como: industria alimentaria, automoción, electrónica, farmacia, packaging. Dentro de las aplicaciones de la Visión Artificial en la Industria se puede mencionar las siguientes: (Vision Online S.L., 2015)

- Identificación e inspección de objetos
- Determinación de la posición de los objetos en el espacio
- Establecimiento de relaciones espaciales entre varios objetos (guiado de robots)
- Determinación de las coordenadas importantes de un objeto
- Mediciones tridimensionales
- Realización de mediciones angulares.

En el siguiente diagrama de bloques se puede apreciar las etapas de las que consta el procesamiento de imágenes mediante las técnicas de visión artificial, ver figura 10.

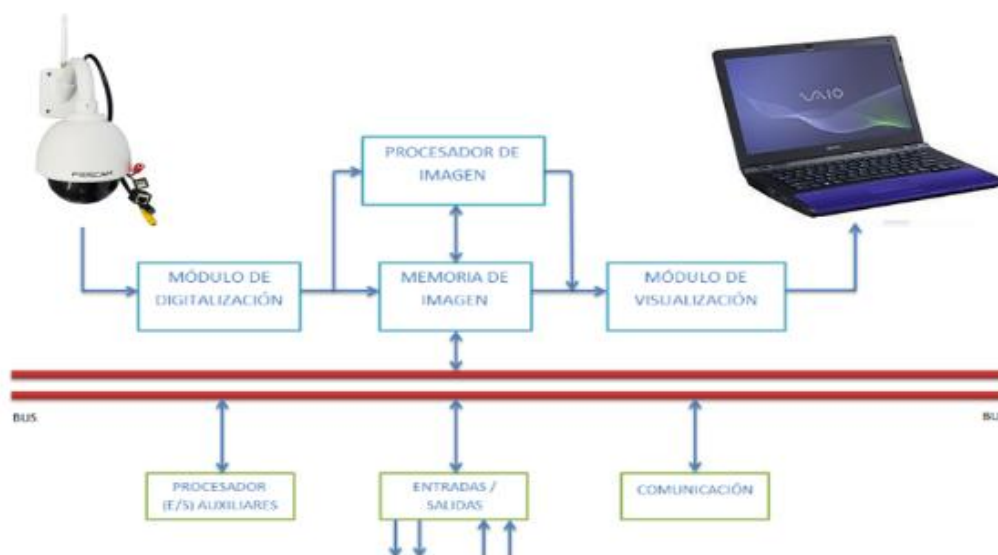


Figura 10. Diagrama de Bloques del Principio de la Visión Artificial

Fuente: (Vision Online, s.f.)

Módulo de digitalización. Convierte la señal analógica proporcionada por la cámara a una señal digital (para su posterior procesamiento).

Memoria de imagen. Almacena la señal procedente del módulo de digitalización.

Módulo de visualización. Convierte la señal digital residente en memoria, en señal de vídeo analógica para poder ser visualizada en el monitor de TV.

Procesador de imagen. Procesa e interpreta las imágenes captadas por la cámara.

Módulo de entradas/salidas. Gestiona la entrada de sincronismo de captación de imagen y las salidas de control que actúan sobre dispositivos externos en función del resultado de la inspección.

Comunicaciones. Vía I/O, Ethernet, RS232 (la más estándar). (Vision Online S.L., 2015)

2.2.5 Procesamiento Digital de Imágenes

Se refiere a transformar una imagen del mundo real a un formato digital por medio de un computador, para su posterior procesamiento por parte de éste. (Fernández, 2011)

Dentro de sus objetivos se encuentra:

- Mejorar la calidad visual de las imágenes para permitir la interpretación humana.
- Extraer información de las imágenes en un formato entendible por el ordenador.
- Hacer más evidentes a través de las imágenes ciertos detalles que se desean hacer notar.

Los componentes principales que maneja un sistema de procesamiento digital de imágenes se tienen los siguientes: (Martínez, 2014)

- Sensores
- Digitalizadores
- Hardware especializado en el PDI
- Computadora
- Software
- Dispositivos de almacenamiento: memoria, discos
- Monitores: despliegue y visualización.
- Hardcopy: impresión, diapositivas, fotografías.
- Acceso a la Red: transmisión por cables ópticos, UTP, wireless, etc.

El Procesamiento Digital de Imágenes abarca varias etapas o fases las cuales se muestran a continuación en la figura 11:

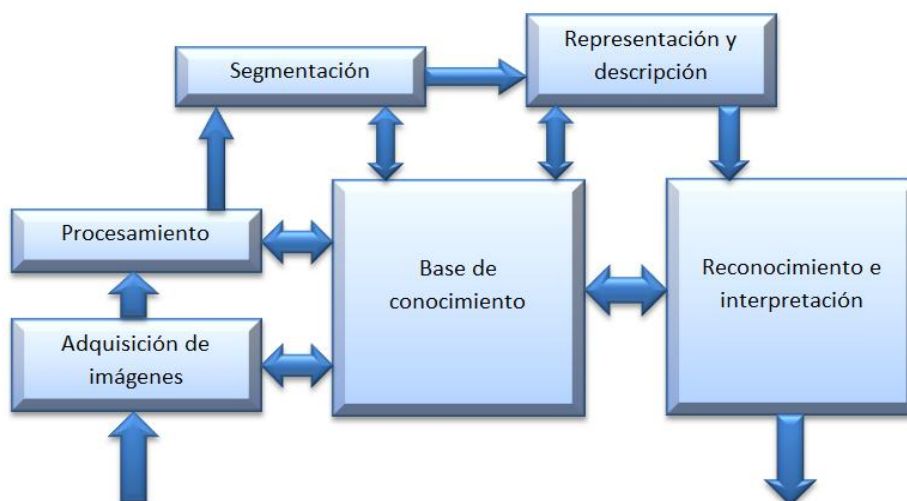


Figura 11. Fases del Procesamiento Digital de Imágenes

Fuente: (Vision Online, s.f.)

Captura/Adquisición

Constituye el primer paso en toda aplicación relacionada al procesamiento digital de imágenes, cuyo proceso consiste en la obtención de una imagen digital capturada a través de una cámara digital, escáner, satélite o cualquier otro dispositivo. (Fernández, 2011)

En esta etapa existen algunas dificultades como:

- Ruido
- Pérdida de definición de la imagen

Las causas pueden estar relacionadas:

- Calibración o enfoque de la cámara defectuosos
- Ruido producido por los sensores de captura
- Movimiento del dispositivo de captura o de la escena

- Transmisión defectuosa de la señal captada
- Perturbaciones aleatorias como la propagación de la radiación en el medio de transmisión (generalmente el aire).

Preprocesamiento

Esta etapa se encarga de atenuar la degradación de la imagen con la finalidad de que las siguientes etapas tengan una probabilidad de éxito mayor. (Fernández, 2011)

Las técnicas que se realizan en esta etapa son:

- Supresión del Ruido
- Realce del contraste
- Realce de ciertos detalles o características de la imagen.

Segmentación

Es una de las fases más importantes del Procesamiento Digital de Imágenes, ya que se encarga de extraer la información contenida en la imagen, es decir descompone una imagen en unidades o partes que son de interés de estudio. (Tocoma, 2014)

Los algoritmos de segmentación se basan en dos propiedades:

Discontinuidad.- Se divide la imagen basándose en cambios bruscos de nivel de gris:

- Detección de puntos aislados
- Detección de líneas
- Detección de bordes

Similitud.- Se divide la imagen basándose en la búsqueda de zonas que tengan valores similares, conforme a unos criterios prefijados:

- Crecimiento de región
- Umbralización

Representación y Descripción

En la etapa de Representación se parametrizan los objetos o partes generados por la segmentación, como bordes, esquinas, inflexiones, etc.

Mientras que en la etapa de Descripción se extrae la información es decir se obtiene características que permitan diferenciar un tipo de objeto de otro en cuanto a su forma, tamaño, área, puntos dominantes, perímetro del contorno, número de huecos etc. (Fernández, 2011)

Reconocimiento e Interpretación

El Reconocimiento se encarga de clasificar los diferentes objetos de la imagen como por ejemplo: el botón de una rosa, tallo, hojas, etc. Por su parte la Fase de Interpretación corresponde la etapa final del proceso donde se da un significado a cada uno de los grupos de objetos que han sido identificados. (García, 2008)

2.2.6 Cámaras Digitales

Dentro de la Visión Artificial las cámaras constituyen ser uno de los componentes más importantes ya que su función es capturar la imagen proyectada en el sensor, los mismos que constan de una serie de elementos foto sensores que son sensibles a la luz, los mismos que

cumplen la función de modificar su señal eléctrica de acuerdo a la intensidad luminosa que incida sobre la misma, permitiendo la captura de los puntos que conforman la imagen. (Vision Online S.L., 2015)

Por lo general las cámaras que se utilicen en visión artificial deben cumplir una serie de características las mismas que permitan el control del disparo de la cámara para capturar piezas que pasan por delante de ella en la posición requerida. Son más sofisticadas que las cámaras convencionales, ya que tienen que realizar un control completo de: tiempos, señales, velocidad de obturación, sensibilidad, etc. (Omron, INGenING, INTEPLAST, LAZPIUR, IKUSPE, EUSKO JAURLARITZA, 2012)

Se clasifican en función de:

- La tecnología del elemento sensor.

Cámaras de tubo. Se basan en la utilización de un material fotosensible que capta la imagen, siendo leída por un haz de electrones.

Cámaras de estado sólido CCD (Charge – Coupled – Device). Se basan en materiales semiconductores fotosensibles para cuya lectura no es necesario un barrido electrónico (más pequeñas que las de tubo).

- La disposición física.

Cámaras matriciales. Se basan en un sensor CCD matricial, lo que permite el análisis de imágenes bidimensionales. Se basan en un sensor CCD lineal.

Resolución en las Cámaras

Muchos son los parámetros a tomar en cuenta al momento de seleccionar una cámara entre ellas se encuentra su resolución la cual indica el grado de calidad que tendrá una fotografía.

La resolución que presentan las cámaras se mide a través de píxeles, es decir a mayor número de píxeles que tenga la cámara, las imágenes captadas por la misma serán de mayor nitidez, además dicha resolución está basada de acuerdo al tipo de sensor que integra la cámara como por ejemplo Sensores CCD que proporcionan una mejor imagen, sobretodo en el caso de las cámaras profesionales en las que se emplea un sensor para cada color, mientras que en las de consumo se emplea un único sensor, de modo que está constituido como un mosaico de detectores de color y por lo tanto captura una menor densidad de puntos. (Vision Online S.L., 2015)

Algunas resoluciones típicas incluyen las siguientes:

- En las cámaras más baratas, encontraremos la resolución 256x256, y es tan baja, que la calidad de la imagen es muchas veces inaceptable. Tiene unos 65000 píxeles.
- Una resolución de 640x480 es en muchas ocasiones, el valor más bajo en “cámaras” reales. Es ideal para enviar por email fotos o poner gráficos en un sitio Web.
- Para imprimir fotos se utiliza bastante la resolución de 1216x912, la cual tiene más de un millón de píxeles.
- Con casi dos millones de píxeles en total, se tienen las que se consideran de alta resolución 1600x1200. Se pueden

conseguir impresiones con esta resolución, de la misma calidad de un laboratorio de revelado.

- La resolución 2240x1680 se puede encontrar en cámaras de 4 mega píxeles de tamaño de imagen, el cual es el estándar actual. Permite para la impresión de fotos más grandes con buenas calidades hasta 16x20 pulgadas.
- Las cámaras digitales de más alto rango hacen fotos a una resolución de 4064x2704, y se pueden hacer impresiones de gran tamaño sin perder calidad de imagen.

2.2.7 Protocolo de Captura de Imágenes

Para la captura de las imágenes es necesario seguir un protocolo el mismo que puede ayudar a reducir etapas como el tiempo de pre-procesamiento y facilitar la aplicación de las técnicas de procesamiento digital de imágenes. Según Haimovich & Rychter (2012), manifiestan que es importante destacar que una imagen que no cumpla con los requisitos del protocolo puede provocar una baja tasa de aciertos en la etapa de procesamiento. El protocolo se diseña en base a las características deseables de detectar, a las herramientas, tecnologías y al espacio físico donde se encuentran las plantas. (Haimovich & Rychter, 2015)

Iluminación del Ambiente

La captura de imágenes al ser realizada en un invernadero será en un ambiente cerrado, donde se aprovechará la luz ambiente, en caso de ser necesario se debe adecuar al sitio a fin de tener una correcta iluminación sea mediante la utilización de lámparas fluorescentes las mismas que producen un campo de iluminación homogéneo, sin calor excesivo.

Ubicación de la Planta

La planta a ser fotografiada estará ubicada dentro de un invernadero, la misma que estará plantada en tierra con una superficie mínima entre cada flor.

Posicionamiento de la Cámara

La cámara se colocará a una distancia de un metro desde la punta de la cámara al tallo y la visión de la misma deberá ser perpendicular a dicho plano. Se utiliza un como elemento de fijación un tubo que forma parte de la estructura de soporte del invernadero para evitar movimiento en la toma de la foto.

Captura de la Imagen

En esta etapa, se hará un barrido con la cámara, con un zoom adecuado que permita tener los detalles de la planta, de tal forma que pueda ir identificando a unas cierta cantidad de rosas, para posteriormente con las capturas realizadas ir analizando las características de crecimiento de la misma.

2.2.8 Medición de Distancias.

Al momento de observar una determinada imagen por lo general se encuentra con varias señales visuales como la convergencia de líneas rectas, los efectos de sombreado, el retroceso de patrones regulares y las sombras que son procesadas por el cerebro para recuperar la información coherente sobre la escena o imagen real. (Castro, 2011)

Líneas paralelas entre sí en la escena real (como los cuadros en un piso) se visualizan como líneas convergentes en una imagen que se cortan en un punto llamado punto de fuga. Esto es válido para cualquier conjunto de líneas, siempre que sean paralelas entre sí en la escena. Dos o más puntos de fuga alineados definen una línea de fuga, tales como el horizonte, que define el nivel de los ojos del espectador en la imagen, ver figura 12. (Castro, 2011)

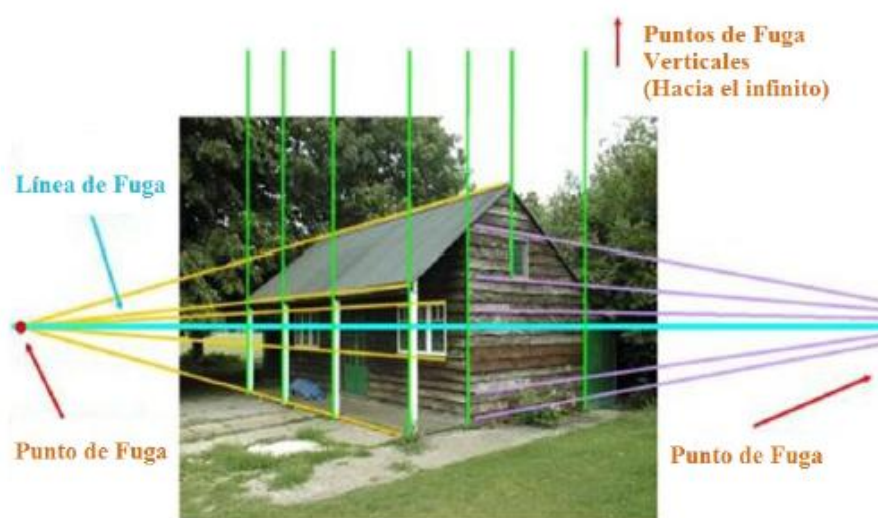


Figura 12. Líneas y puntos de fuga de una imagen

Fuente: (Castro, 2011)

Proporción geométrica y medición de alturas.

Para determinar las alturas se recurre a la perspectiva, es decir, para calcular por ejemplo la altura de un hombre o un objeto se tiene en cuenta la altura de otro objeto elegido en la imagen, la altura del hombre u objeto se proyecta en la altura del objeto tomado como referencia en la imagen utilizando las líneas de fuga de la parte superior e inferior de los dos objetos, todo esto con base en el Teorema de Tales que dice: Si dos rectas cualesquiera se cortan por varias rectas paralelas, los segmentos determinados en una de las

rectas son proporcionales a los segmentos correspondientes en la otra. A continuación se puede apreciar el principio del Teorema de Thales, donde las rectas r y s son cortadas por las rectas t , u y v que son paralelas y se guarda la proporción indicada en la misma, como se muestra en la figura 13. (Castro, 2011)

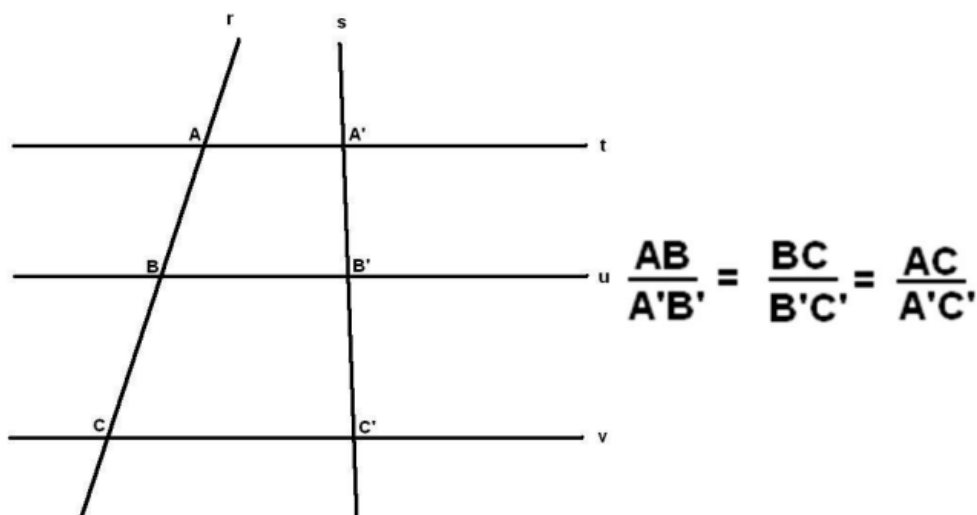


Figura 13. Teorema de Thales

Fuente: (Castro, 2011)

De acuerdo a este teorema se puede establecer una relación entre la altura de una persona y la altura de la columna, dado que las líneas de fuga horizontales son paralelas y considerando a las líneas de fuga verticales como las líneas que son cortadas por las líneas anteriores, como se muestra en la figura 14. (Castro, 2011)

$$\frac{h}{h_r} = \frac{d(x_t, x_b)}{d(i, x_b)} \quad (1)$$

Dónde: h : Representa la altura real de la persona.

h_r : Representa la altura otorgada a la columna.

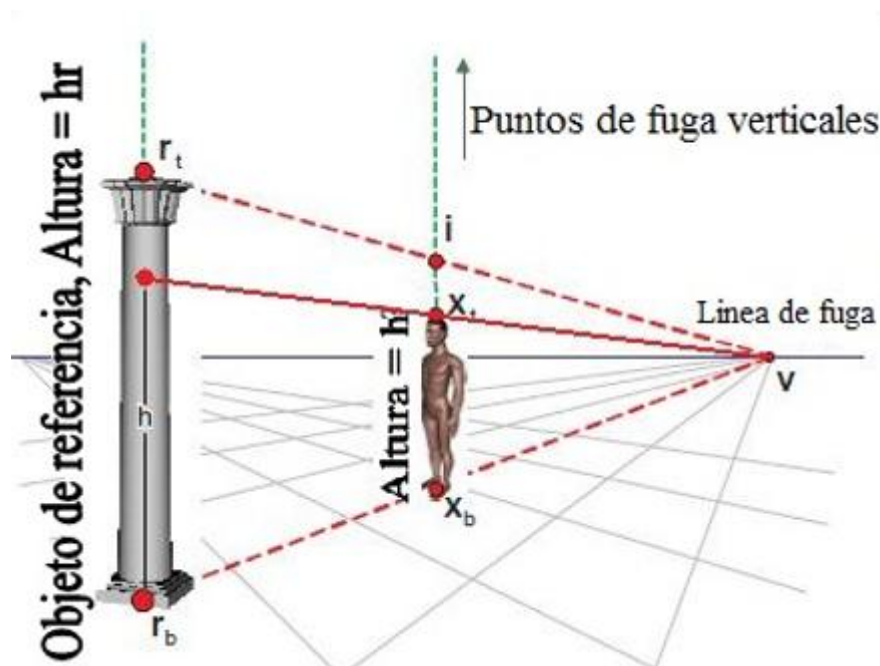


Figura 14. Determinación de alturas en una imagen con la ayuda de puntos y líneas de fuga

Fuente: (Castro, 2011)

Calibración en imágenes digitales.

La calibración de una imagen consiste en a partir de métodos indirectos, en conocer o reconstruir las condiciones en las que se ha llevado a cabo la digitalización de la misma, para poder equiparar las mediciones realizadas en la imagen a las realizadas sobre el objeto real. (Marcos enhancement, 2016)

Se pueden distinguir algunos tipos de calibraciones como son las siguientes:

- **La calibración espacial o morfométrica**

La calibración morfométrica conlleva establecer la relación que existe entre un píxel de la imagen y las dimensiones reales en la

imagen de la ventana utilizada durante el proceso de digitalización. (Marcos enhancement, 2016)

- **Calibración de sistemas con zoom continuo**

En los sistemas ópticos con mecanismo de aumento de zoom continuo (sobre todo lupas binoculares o estero microscopios), no es posible generar un archivo de calibración para cada objetivo ya que este varía de forma continua y tiene infinitas posiciones entre dos toques (mínimo y máximo aumento). En muchos sistemas de análisis de imagen es necesario calibrar el sistema para cada imagen que se captura, o para cada serie de imágenes que se capturan con una misma posición del sistema de zoom. (Marcos enhancement, 2016)

- **Calibración densitométrica**

La calibración densitométrica se utiliza en los casos en los que es necesario establecer una relación entre la intensidad de un píxel y alguna propiedad física del objeto que modifica la cantidad de luz reflejada, emitida o transmitida por el mismo. (Marcos enhancement, 2016)

Etapa de medición en imágenes digitales.

Una vez realizado el proceso de calibración con un objeto que se encuentra dentro de la imagen del cual se conocen sus medidas reales, el siguiente paso es realizar la medición al objeto que resulte del interés del usuario conocer sus medidas, esto se lo realiza a

través de herramientas de dibujo como líneas, con las cuales se selecciona lo que se desea medir. (Marcos enhancement, 2016)

Existen consideraciones a tomar en cuenta al momento de realizar una medición:

- Las mediciones derivadas en otras líneas se deben considerar como una aproximación razonable y no como una muy precisa. (Marcos enhancement, 2016)
- Las imágenes de vídeo están sujetas a distorsiones provenientes de la cámara utilizada para grabar las imágenes, especialmente las distorsiones radiales causadas por las lentes, ver figura 15. (Marcos enhancement, 2016)

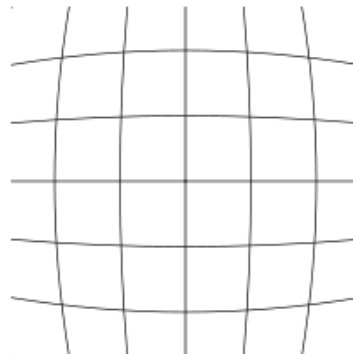


Figura 15. Distorsión radial a través de un lente de una cámara

Fuente: (Marcos enhancement, 2016)

Algunas pautas para reducir los errores de precisión son las siguientes: (Marcos enhancement, 2016)

- Las líneas medidas deben estar en el mismo plano de la imagen.
- Este plano debe ser perpendicular al eje de la cámara.

- Los segmentos de línea (de referencia y medidos) deben estar cerca del centro.
- Los segmentos medidos deben estar cerca de un segmento de referencia.
- Si los segmentos están en diferentes imágenes del vídeo, el vídeo debe fijarse en relación con su medio ambiente. (sin movimientos, sin zoom).

2.2.9 Comunicaciones

La forma en la que se realiza la transferencia de información entre equipos es gracias al tipo de comunicación que se emplea, el mismo que debe poseer características particulares a fin de satisfacer los requerimientos de intercomunicación en tiempo real, donde además deben presentar características de robustez a fin de combatir algunos inconvenientes como ambientes adversos, ruidos, los mismos que pueden ocasionar pérdidas en la comunicación.

Se pueden distinguir dos tipos de comunicaciones: Alámbricas e Inalámbricas, las cuales se basan en la transmisión de información, pero con usos determinados de acuerdo a la aplicación requerida.

Comunicaciones Alámbricas

En este tipo de comunicación la información que se transmite es a través de un medio físico, codificando la información en forma de señales eléctricas, a través de medios conductores de la electricidad, como los cables de cobre o a su vez mediante fibra óptica. (López, 2015)

- **Cable de Red RJ45.-** Es una interfaz física, basada en el estándar Ethernet, comúnmente utilizada para conectar redes de computadoras con cableado estructurado (categorías 4, 5, 5e, 6 y 6a). Posee ocho pines o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado (UTP), ver figura 16. (López, 2015)

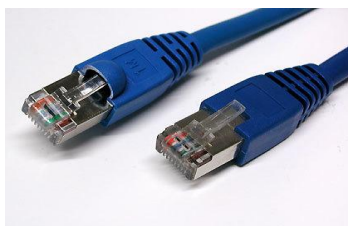


Figura 16. Cable de red con conector RJ45

Fuente: (López, 2015)

- **Red LAN (Local Area Network).** - Es una Red de Área Local, en la cual un grupo de ordenadores que pertenecen a la misma organización están conectados dentro de un área geográfica pequeña a través de una red, generalmente con la misma tecnología (la más utilizada es Ethernet), dichos ordenadores se comunican entre sí a través de un interconector o switch, y con el exterior a través de un router. Las conexiones se realizan mediante cables de ocho hilos trenzados y conectores de red (RJ45), ver figura 17. (CCM, 2016)

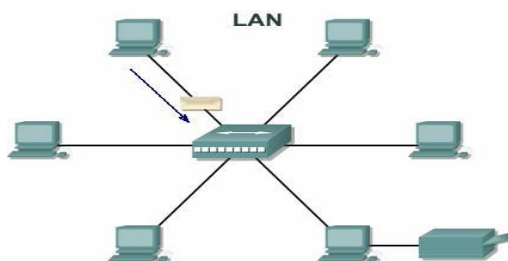


Figura 17. Representación de una red LAN

Fuente: (CCM, 2016)

Comunicaciones Inalámbricas

Son aquellas en donde los medios de unión entre sistemas no son por cables. Sus principales ventajas son que permiten una facilidad de desplazamiento y reubicación, evitando la necesidad de establecer el uso de cableado. La distancia que se puede alcanzar con este tipo de comunicación depende de la potencia del emisor y de la frecuencia de transmisión, y desde el empleo de los satélites de comunicaciones se puede llegar a cualquier parte del mundo.

- **Tecnología Wi-Fi (Wireless Fidelity).**- Es una tecnología utilizada en una red o conexión inalámbrica, para la comunicación de datos entre equipos situados dentro de una misma área (interior o exterior) de cobertura, ver figura 18. (Juan, 2016)

Utilizan el estándar 802.11 para conectar ordenadores a distancia, el uso más frecuente de esta tecnología es la conexión de portátiles a internet desde las cercanías de un punto de acceso o hotspot. (Juan, 2016)



Figura 18. Logo de la tecnología Wi-Fi

Fuente: (CCM, 2016)

- **Red WLAN (Wireless Local Area Network).**- Es una Red de Área Local Inalámbrica, basada en la tecnología Wi-Fi, el

cual representa ser un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible muy utilizado como alternativa a la LAN cableada o como una extensión de ésta. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizarse las conexiones cableadas. (WLAN - Definicion, 2016)

Las WLAN van adquiriendo importancia en muchos campos, como almacenes o para manufacturación, en los que se transmite la información en tiempo real a una terminal central. También son muy populares en los hogares para compartir un acceso a Internet entre varias computadoras, como se muestra en la figura 19. (WLAN - Definicion, 2016)



Figura 19. Representación de una red WLAN

Fuente: (WLAN – Definicion, 2016)

2.2.10 Base de Datos

Es una herramienta a través de la cual se puede coleccionar información de una forma organizada con la finalidad de que sea fácilmente accesible, gestionada y actualizada por el usuario.

Desde el punto de vista informático, la base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulen ese conjunto de datos. Cada base de datos se compone de una o más tablas que guarda un conjunto de datos. Cada tabla tiene una o más columnas y filas. Las columnas guardan una parte de la información sobre cada elemento que queramos guardar en la tabla, cada fila de la tabla conforma un registro. (Pérez, 2007)

Algunas de las principales características que proporcionan las bases de datos son:

- Independencia lógica y física de los datos.
- Redundancia mínima.
- Acceso concurrente por parte de múltiples usuarios.
- Integridad de los datos.
- Consultas complejas optimizadas.
- Seguridad de acceso y auditoría.
- Respaldo y recuperación.
- Acceso a través de lenguajes de programación estándar.

Existen algunos criterios al momento de seleccionar una determinada base de datos entre ellos se pueden mencionar a los siguientes:

- Sistema Operativo
- Lenguaje de Programación
- Cantidad y Tipos de Datos
- Escalabilidad
- Seguridad
- Licencias
- Versiones
- Conectividad con otros Softwares.

- Requisitos del Sistema (Procesador, Disco, RAM, Tarjeta Gráfica).
- Hardware Necesario

2.3 Fundamentación Conceptual

2.3.1 Bases Teóricas

Para el diseño de un sistema registrador de crecimiento, algoritmos de programación e interfaz de usuario, se empleará las siguientes técnicas de recopilación de información: documentación oficial por parte de la empresa High Connection Flowers, documentación especializada para el desarrollo de sistemas registradores, bases digitales oficiales ESPE (IEEE Xplore, Ebrary, SpringerLink, etc.) y buscadores especializados en publicaciones y patentes (Google Académico, Google Patents).

2.4 Fundamentación Legal

En base al Marco Legal hay que considerar a la Constitución de la República del Ecuador que en el título del régimen del buen vivir, relacionado a la educación superior, señala en su artículo 350 los ejes investigativos de carácter científico y tecnológico a seguir a fin de que constituyan una solución a los problemas del país.

Art. 350.- El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.
(LEXIS, 2008)

De igual forma dentro de la Constitución de la República del Ecuador en el título del régimen del buen vivir, relacionado a la ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, señala en su artículo 385 la difusión de conocimientos científicos y tecnológicos los mismos que aporten a obtener una mayor productividad mejorando la calidad de vida y contribuyan al buen vivir.

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

- 1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.*
- 2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.*
- 3. Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir. (LEXIS, 2008)*

2.5 Sistema de Variables

➤ **Variable independiente.**

Implementación de un sistema registrador de crecimiento mediante el uso de técnicas de visión artificial.

➤ **Variable dependiente.**

Clasificación del cultivo de Rosas freedom.

2.6 Hipótesis

La implementación de un sistema registrador de crecimiento mediante el uso de técnicas de visión artificial permitirá clasificar el cultivo de rosas freedom.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL SISTEMA

En este capítulo se detallarán las características necesarias tanto en hardware como software que forman parte del sistema registrador de crecimiento de rosas freedom, en el diagrama de bloques de la figura 20 se detalla cómo está estructurado el sistema registrador y mediante unas tablas se podrá conocer qué ventajas tienen los elementos con otros y porque fueron elegidos. El sistema registrador de crecimiento consta de 4 etapas que son: adquisición, comunicación, aplicación y visualización, en cada etapa se encontrarán elementos tanto en hardware y software que cumplen funciones específicas en el sistema registrador de crecimiento de rosas freedom.

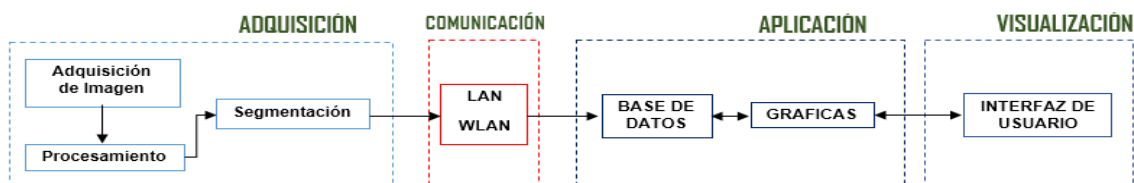


Figura 20. Diagrama de bloques del sistema registrador (SR)

3.1 Etapa de adquisición

En esta etapa se realizará la captura de imagen en tiempo real, la cual será procesada para realizar la medición de las rosas freedom en el sistema registrador, para esto se necesitará de una cámara capaz de tener una alta resolución, además de una compatibilidad con softwares para procesamiento de imágenes, con un alcance aproximadamente de 20 a 30 m, visión nocturna debido a la poca iluminación que presentan algunos invernaderos, movimiento tanto en vertical como en horizontal para que permita dirigirse a determinadas áreas de interés, además de tener una capacidad de zoom de hasta 2x y un ángulo de visión entre los 0° hasta los 300°.

Tabla 2

Características detalladas de Cámaras IP

Características	Wansview NCM625GA	iSmart C8001DN2	USG IP PTZ TI 2MP	Foscam FI8910W	Foscam FI9828W
Audio	Si	Si	Si	Si	Si
Imagen	JPG	JPG	JPG	JPG 640x480	JPG 1280x960
Demanda de Video	H.264/MJPEG	H.264	720p MJPEG	640x480 MJPEG	H.264 1280x960p 1.3MPX
Visión Nocturna	Infrarrojos (10 Leds)	Infrarrojos (10 Leds)	Infrarrojos (Piece: 6 Glass - 2 Laser)	Infrarrojos (11 Leds)	Infrarrojos (21 Leds)
Alcance de la Cámara	6m	10m	50m	8m	20m
Ángulo de visión	95°	-	-	300°	35° - 70°
Velocidad	30 fps	-	25 fps - 30 fps	30 fps	30 fps
Sensor	1/2.7"CMOS	CMOS	-	CMOS	HD CMOS
Zoom	Óptico 2x	-	Óptico 30x	Óptico 3x	Óptico 3x

CONTINÚA



Categoría	IP	IP	IP	IP	IP
Movimiento	Vertical: 90°, Horizontal: 340°	Vertical: 90°, Horizontal: 340°	Vertical: 90°, Horizontal: 340°	Vertical: 120°, Horizontal: 300°	Vertical: 78°, Horizontal: 355°
Resolución	1080p - 720p	720p	720p	640p	1280p
Alimentación	5v DC - 6w	5v DC - 6w	12v DC - 5w	5v DC - 5w	12v DC - 5w
Sistema Operativo	Windows, Android, IOS	Windows, Android, IOS	Windows, Android, IOS	Windows, Android, IOS	Windows, Android, IOS
Compatibilidad con Matlab	No	No	No	Si	Si
Comandos Cgi	-	Si	-	Si	Si

Finalmente después de analizar algunos modelos de cámaras como las descritas en la Tabla 2, y de acuerdo a los requerimientos mencionados en la etapa de adquisición, se escogió la cámara Foscam FI9828W la cual cumple con las características necesarias para la adquisición de imágenes (VER ANEXO B), presenta movimiento vertical y horizontal, con un alcance de hasta 20 metros como punto máximo y manejo mediante comandos CGI, además de otras características importantes para el proyecto a desarrollar.

3.2 Etapa de comunicación

En esta etapa se necesita de una conexión a internet para poder realizar el enlace con la cámara Foscam FI9828W, en donde los requerimientos para tener comunicación entre cámara-computador son una conexión estable a internet, para lo cual la florícola High Connection Flowers dispone de servicio de internet particular presentando limitación en cuanto al alcance del mismo, razón por la cual se vio en la necesidad de adquirir un dispositivo repetidor para ampliar el alcance de la señal de internet al punto en donde se encuentra ubicada la cámara, cuyo modelo es BL - 732RE, ver figura 21, el cual tiene una velocidad de 300Mbps y un alcance de 60m a la redonda, sus características técnicas y de configuración se las puede visualizar en su manual técnico ver ANEXO A. (LB-LINK, 2004)



Figura 21. Repetidor WiFi BL – 732RE 300Mbps

Fuente: (LB-LINK, 2004)

3.3 Etapa de aplicación

En esta etapa se realizará tanto la visualización, almacenamiento y parte gráfica de los datos de cada una de las mediciones de las rosas freedom de la florícola High Connection Flowers, para esto se necesitará de un software capaz de almacenar información además de ser compatible con el sistema operativo del computador, licencia libre, comunicación con softwares para procesamiento y un lenguaje de programación amigable para el usuario.

3.4 Etapa de visualización

En esta etapa se realizará la interfaz gráfica en un software adecuado para procesamiento de imágenes y que este a su vez pueda ser soportado por el computador, para el sistema registrador de crecimiento de rosas freedom se empleará una computadora portátil cuyas características sean compatibles con los requerimientos mínimos del software para procesamiento de imágenes y base de datos, las características recomendadas es tener Windows 7 o superior, memoria RAM superior a los 2 GB, disco duro superior a los 400 GB de almacenamiento, conexión inalámbrica y procesador superior a I3.

Después de escoger el ordenador, se necesita de un software específico para el procesamiento y filtros para imágenes, compatibilidad con el sistema operativo, manipulación mediante comandos Cgi para la comunicación con la cámara Foscam FI9828W, lenguaje de programación flexible con el usuario, capaz de realizar interfaces de usuario y soporte para la comunicación con bases de datos.

Tabla 3

Características detalladas de los softwares para el procesamiento de imágenes

Características	Open CV	LabVIEW	Matlab
Licencia de Software	Libre	Licencia	Licencia
Lenguaje de Programación	C++	Gráfico	Diferentes lenguajes
Soporte para Base de Datos	Si	Si	Si
Depurador	Si	Si	Si
Procesamiento de Imágenes	Si	No	Si
Compatibilidad Cámaras	USB	USB - IP	USB - IP
Procesamiento en Tiempo Real	Si	Si	Si
Sistema Operativo	Windows, Linux, Mac	Windows	Windows
Interfaz de Usuario	Si	Si	Si

CONTINÚA



Comandos Cgi	No	Si	Si
Toolkits	No	Si	Si
Operaciones con Matrices	Si	No	Si
Filtros para Imágenes	Si	No	Si

Tabla 4

Características generales de las bases de datos

Características	Oracle	SQL Server	Access	MySQL
Descripción General	Objeto - Relación	Modelo Relacional	Relacional	Relacional - Multihilo - Multiusuario
Plataforma	Windows, Linux, Unix	Windows	Windows	Windows, Linux, Unix
Lenguaje de Programación	PL/SQL, PHP, Java,.NET, XML	T-SQL	Visual Basic	C, C++, Pascal, PHP...
Herramienta de Case	Oracle designer	Management Studio	Microsoft Access	MySQL Workbench
Almacenamiento	11 Gb	2 Gb	2 Gb	200 Mb
Memoria	1 Gb	-	2 Gb	512 Mb
Transacciones	Si	Si	Si	Si
Tipo de Licencia	Libre	Libre	Licencia	Libre
Costo	No	No	\$ 175 Aprox.	No
Version	12c	2016	2016	5.7.16
Compatibilidad con Matlab	-	Si	-	Si

Por su parte para la elección de la etapa de visualización, se analizó diferentes softwares capaces de realizar el procesamiento de imágenes como se puede ver en la Tabla 3, en donde Matlab es compatible con diversas cámaras, realiza diversas tareas en tiempo real y sin presentar ningún problema al momento de comunicarse con la cámara FOSCAM FI9828W, compatibilidad con comandos CGI para el manejo de instrucciones tanto para adquisición de imágenes, movimiento, y otras características propias que posee la cámara seleccionada.

Finalmente como se puede ver en la Tabla 4 en donde se analizó los diferentes softwares para la etapa de aplicación, se escogió como software para el manejo de base de datos a MySQL por las características que ofrece y su entorno que es amigable al usuario, como por ejemplo la posibilidad de crear y llenar tablas a través de códigos de programación similares a C, C++, o a su vez de forma gráfica.

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

En este capítulo se detalla cómo está realizado el sistema registrador de crecimiento de rosas freedom, desde la lectura y captura de imágenes a través de la cámara Foscam FI9828W, el manejo de controles de movimiento y zoom de la misma, el desarrollo de algoritmos tanto para la calibración, medición de distancias, conteo de flores y el manejo y visualización de datos entre Matlab y MySQL.

4.1 Lectura de imágenes con Matlab.

Para la realización de un procesamiento de imágenes es fundamental el poder tener una lectura de imágenes ya que a través de la misma se puede lograr realizar tareas como reconocimiento de objetos, selección de áreas de interés, etc. Por lo cual Matlab presenta distintos comandos los mismos que facilitan en gran medida el procesamiento de una imagen, la cual va a ser analizada posteriormente.

Hay que tomar en consideración que Matlab almacena las imágenes como vectores bidimensionales (matrices), en el que cada elemento de la matriz corresponde a un sólo pixel; por lo que el tipo de dato matriz, que contendrá una imagen puede ser de varios tipos (según el tipo de dato de cada pixel). (Cuenca, Visión por Computador, 2012)

- **double.-** Doble precisión, números en punto flotante que varían en un rango aproximado de -10308 a 10308 (8 bytes por elemento).
- **uint8.-** Enteros de 8 bits en el rango de [0,255] (1 byte por elemento).

- **uint16.-** Enteros de 16 bits en el rango de [0, 65535] (2 bytes por elemento).
- **uint32.-** Enteros de 32 bits en el rango de [0, 4294967295] (4 bytes por elemento).
- **int8.-** Enteros de 8 bits en el rango de [-128, 127] (1 byte por elemento).
- **int16.-** Enteros de 16 bits en el rango de [-32768, 32767] (2 bytes por elemento).
- **int32.-** Enteros de 32 bits en el rango de [-2147483648,2147483647] (4 bytes por elemento)
- **logical.-** Los valores son 0 o 1 (1 bit por elemento)

4.1.1 Función para lectura de imágenes.

La forma mediante la cual se puede leer una imagen en Matlab es a través del comando: `imread`, el mismo que permite leer una imagen de un determinado formato que se encuentra previamente almacenada dentro de la carpeta de trabajo MATLAB. Existen ciertos formatos de imagen que soporta Matlab entre los cuales se encuentran los siguientes: TIFF, JPEG, GIF, BMP, PNG, ICO, PCX, PPM, XWD. El comando `imread` presenta algunas formas dentro de su sintaxis:

`a = imread(filename)`

Lee la imagen del archivo especificado con su respectivo formato, el mismo que debe estar dentro de la carpeta de trabajo de MATLAB.

`[X,map] = imread(____)`

Lee la imagen indexada en el nombre de archivo en X y su mapa de color asociado al mapa. Los valores de mapa de color en el archivo de imagen se vuelven a escalar automáticamente en el rango [0,1].

[....] = imread (URL,.....)

Lee la imagen desde una URL de Internet. La URL debe incluir el tipo de protocolo (http://).

4.1.2 Función para visualización de imágenes.

Para poder visualizar una imagen previamente ya leída, se utiliza el comando "imshow". El comando imshow presenta algunas formas dentro de su sintaxis:

imshow(A)

Muestra la imagen que ya fue leída con anterioridad y que se encuentra almacenada dentro de la variable A.

imshow(A, [low high])

Muestra la imagen en escala de grises A, especificando el rango de visualización como un vector de dos elementos, [low high].

4.2 Adquisición de imágenes en tiempo real mediante cámara.

Para la realización del proceso de adquisición de imágenes a través de videos, capturas en tiempo real, se lo realiza mediante la utilización de la cámara seleccionada FOSCAM FI9828W, la misma que es una cámara IP por lo cual dentro de sus características es que posee una dirección IP, con la cual se puede visualizar a través de otros equipos con conexión a Internet, como teléfonos, computadoras, lo que sucede en el lugar donde está enfocando el lente de la cámara, para lo cual en primera instancia es

necesario realizar la configuración de la cámara, asignándole una dirección IP estática.

La adquisición de la imagen en tiempo real mediante la cámara IP con Matlab, es similar al proceso de leer y visualizar cualquier imagen guardada dentro del computador, con la diferencia de que ya no se utilizará un nombre específico de una imagen, sino que se utilizará la URL con la dirección generada por la cámara y adicionalmente de la utilización de comandos CGI propios de la cámara, los mismos que permiten tener un control sobre la cámara y poder realizar capturas de imágenes, movimiento de la cámara, aplicación de zoom, almacenamiento de posiciones, etc.

4.2.1 Configuración de la cámara IP.

Al ser una Cámara IP, por defecto cada vez que se enciende la cámara ésta va tener una dirección IP dinámica que es asignada por la red, para lo cual se debe buscar con qué dirección se encuentra trabajando la cámara cada vez que se la encienda, razón por la cual es necesario definirla con una dirección IP estática, con la finalidad de poder utilizar una misma dirección todo el tiempo, sin importar de que esta haya sido apagada. El procedimiento de configuración de la cámara se la puede ver en el ANEXO C.

4.2.2 Comandos CGI.

El CGI (Common Gateway Interface), es un método que permite a un cliente (navegador web) solicitar datos de un programa ejecutado en un servidor web, cuya función principal es la de añadir una mayor interacción a los documentos web que por medio del HTML se presentan de forma estática. (CGI-web, 2001)

Los programas que maneja el CGI pueden estar compilados en diferentes lenguajes de programación. El más popular para el desarrollo de contenidos Web es el lenguaje Perl de distribución gratuita, aunque también se puede mencionar: C, C++ y Java. El funcionamiento de esta tecnología es muy sencillo. Los scripts residen en el servidor, donde son llamados, ejecutados y regresa información de vuelta al usuario. (CGI-web, 2001)

Existen comandos CGI, que son compatibles para ciertos modelos de cámaras IP entre ellas el modelo FOSCAM, razón por la cual se eligió trabajar con la cámara FOSCAM FI9828W, ya que gracias a estos comandos CGI se puede tener la posibilidad de manipular la cámara colocando distintos comandos dentro del script de programación realizado en Matlab, para su posterior corrido del programa; entre los principales comandos CGI que se manejan en la cámara los cuales se detallarán más adelante son: snapPicture2, ptzStopRun, ptzMoveLeft, ptzMoveRight, ptzMoveUp, ptzMoveDown, ptzGotoPresetPoint, zoomIn, zoomOut.

4.3 Controles básicos para el manejo de la cámara IP.

La cámara FOSCAM FI9828W, al manejar comandos CGI permite que la cámara pueda ser controlada directamente desde un Software, como por ejemplo Matlab, algunos de sus controles más importantes se mencionan a continuación:

4.3.1 Inicialización de la cámara.

Para inicializar la cámara y leer las capturas de la misma, se lo realiza por medio de la utilización del comando CGI, snapPicture2, el cual devolverá los datos de imagen JPEG directamente.

Para poder leer la cámara es necesario colocar la clave y el nombre de usuario de la cámara de la siguiente manera:

```
/cgi-bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin
```

Dónde: admin es la clave y usuario de la cámara utilizada y la dirección IP estática es: 192.168.0.100. Finalmente para la inicialización de la cámara se lo realiza mediante la siguiente sintaxis:

```
a=imread('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-  
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin');
```

4.3.2 Lectura de la cámara en tiempo real.

Para poder obtener la lectura de un video en tiempo real utilizando el comando CGI snapPicture2, se requiere de la captura de varias imágenes una tras otra, lo cual se lo realiza mediante un lazo while, como se indica a continuación.

```
while 1  
    a=imread('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-  
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin');  
    axes(handles.axes1)  
if detener  
    %close (a);  
    break;  
end  
    imshow(a,'InitialMagnification','fit');  
end
```

4.3.3 Captura de imágenes.

La imagen capturada se obtiene netamente para el procesamiento de la misma, es decir, para poder realizar las tareas de calibración y medición, como se puede ver en la figura 22. Las siguientes instrucciones presentan la captura de imágenes en tiempo real por medio de la cámara IP:

```
originalImage=imread('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin');  
imshow(originalImage,'InitialMagnification','fit');
```



Figura 22. Captura de imagen en Matlab por Comandos CGI

4.3.4 Movimientos de la cámara.

Esta cámara presenta la característica de poder rotar 355° en forma horizontal y 78° en forma vertical, por lo que existe la posibilidad de mover a la cámara desde Matlab, ejecutando los siguientes comandos.

- **ptzMoveUp**

Permite mover el lente de la cámara hacia arriba, su sintaxis es la siguiente:

```
[stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzMoveUp&usr=admin&pwd=admin');
```

- **ptzMoveDown**

Permite mover el lente de la cámara hacia abajo, su sintaxis es la siguiente:

```
[stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzMoveDown&usr=admin&pwd=admin');
```

- **ptzMoveLeft**

Permite mover el lente de la cámara hacia la izquierda, su sintaxis es la siguiente:

```
[stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzMoveLeft&usr=admin&pwd=admin');
```

- **ptzMoveRight**

Permite mover el lente de la cámara hacia la derecha, su sintaxis es la siguiente:

```
[stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzMoveRight&usr=admin&pwd=admin');
```

4.3.5 Parada de la cámara.

Al momento de ejecutar algún comando de movimiento de la cámara, es necesario utilizar seguidamente el comando **ptzStopRun**, el mismo que frena a la cámara en su movimiento, ya que si no se utiliza este comando seguido de cualquiera de los comandos de movimiento explicados anteriormente, el lente de la cámara se dirigiría de forma ininterrumpida hacia su tope de acuerdo a la dirección que se haya seleccionado, su sintaxis es la siguiente:

```
'http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-  
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzStopRun&usr=admin&pwd=admin'
```

4.3.6 Zoom de la cámara.

Para realizar un acercamiento o alejamiento en la imagen captada por la cámara se utilizan los siguientes comandos:

- **ZoomIn**

Este comando permite realizar un acercamiento en la imagen captada, su sintaxis es la siguiente:

```
b='http://admin:admin@192.168.0.100:3333//cgi-  
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=zoomIn&usr=admin&pwd=admin'
```

- **ZoomOut**

Este comando permite realizar un alejamiento en la imagen captada, su sintaxis es la siguiente:

```
b='http://admin:admin@192.168.0.100:3333//cgi-  
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=zoomOut&usr=admin&pwd=admin'
```

- **ZoomStop**

Al momento de ejecutar sea el comando zoomIn o zoomOut, es necesario utilizar seguidamente el comando **zoomStop**, el mismo que hace que la cámara haga un solo zoom, es decir frena el movimiento del zoom, ya que si no se utiliza este comando seguido de cualquiera de los comandos zoomIn o zoomOut, la cámara realizará un zoom total colocándose en su tope máximo, su sintaxis es la siguiente:

```
'http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-  
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=zoomStop&usr=admin&pwd=admin'
```

4.3.7 Almacenamiento y dirección a puntos en la cámara.

Existe la posibilidad de grabar puntos (posiciones) en la memoria de la cámara, mismos puntos a los cuales se los puede llamar en cualquier instante, para lo cual deben contener un nombre específico al punto que se lo vaya a guardar.

- **ptzAddPresetPoint**

Agrega un nuevo punto preestablecido con un nombre dado. El punto preestablecido es la posición actual de la cámara, incluyendo su panorámica / inclinación / zoom y en donde “test” representa el nombre del punto que se va a guardar, su sintaxis es la siguiente:

```
url='http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-  
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzAddPresetPoint&name=test&usr=admin&p  
wd=admin'
```

- **ptzGotoPresetPoint**

Mediante este comando la cámara se desplaza a los puntos grabados de acuerdo al nombre que se haya seleccionado y en donde “test” representa el nombre al punto al que se solicita se dirija el lente de la cámara, su sintaxis es la siguiente:

```
url='http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-  
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzGotoPresetPoint&name=test&usr=admin&  
pwd=admin'
```

4.4 Diseño del sistema registrador de crecimiento.

Para el Sistema Registrador de Crecimiento para el cultivo de rosas freedom que se pretende diseñar, es necesario el empleo de algoritmos de programación, los cuales son Scripts que se realizan y se ejecutan en el Software seleccionado Matlab, dichos algoritmos permiten llegar a una solución de un problema planteado como lo es en este caso el lograr captar las características evolutivas de crecimiento de las rosas freedom como la altura y ancho del tallo y los botones de la rosa, además de poder tener una idea estimada en cuanto a la cantidad de botones existentes en el área del invernadero donde se realiza el estudio, es por eso que para cumplir el objetivo de tener un Sistema Registrador de Crecimiento que ayude a los operarios de la florícola High Connection Flowers a conocer cómo va el proceso evolutivo de las rosas freedom a través del almacenamiento diario de los datos tomados sobre las rosas, se emplea algoritmos relacionados a medición de distancias, conteo de objetos, los mismos que para su desarrollo son realizados en base a técnicas o métodos propios de los mismos, a continuación se indica un diagrama de flujo general del diseño y funcionamiento del Sistema Registrador de Crecimiento de rosas freedom el cual se lo puede ver en la figura 23.

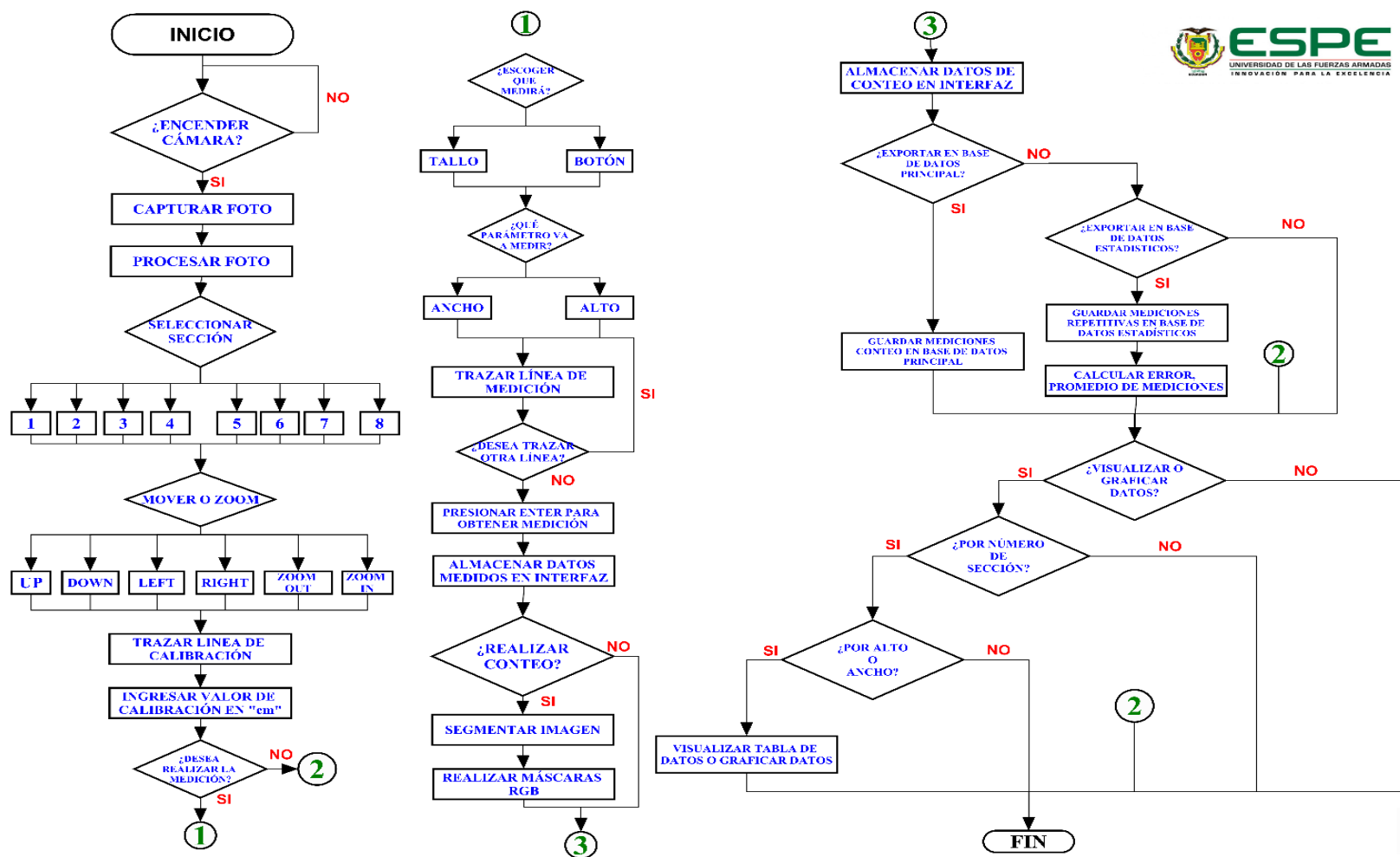


Figura 23. Diagrama de flujo general del sistema registrador de crecimiento de rosas freedom

4.5 Desarrollo de Algoritmos.

Para el Sistema Registrador de Crecimiento de rosas freedom, los algoritmos a desarrollar se centran en medición de distancias y el conteo de objetos, para lo cual se ha investigado algunos métodos y técnicas existentes, los mismos que han sido tomados como bases para poder cumplir con cada uno de los algoritmos planteados para el Sistema requerido.

4.5.1 Medición de Distancias.

Al ser un proyecto en el que se desea conocer las características de crecimiento de las rosas freedom, en cuanto al alto y ancho de los tallos y botones, se requiere de un algoritmo que permita medir distancias, para lo cual se ha empleado la técnica de la calibración de imágenes digitales mediante la cual es necesario tener un objeto de referencia dentro del marco de la imagen.

En primera instancia se ha seleccionado un área específica del invernadero (Agricultura de Precisión) en el cual se ejecutará el proyecto, el mismo que está compuesto de 8 camas a las cuales se les conocerá como secciones.

En cada sección se ha colocado una tabla triplex de 20x20 cm, con la finalidad que dicho objeto represente la referencia necesaria para poder efectuar las mediciones buscadas en torno a los tallos, botones de las rosas freedom, y obtener sus respectivas medidas, como se muestra en la figura 24.



Figura 24. Numeración de la sección para calibración

De esta forma realizando una calibración morfométrica se puede establecer la relación que existe entre un píxel de la imagen y las dimensiones reales en la imagen deseada. La forma en que se obtiene esta relación es mediante el método de distancia entre dos puntos, el cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$d(P_1, P_2) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (2)$$

Donde los valores de $P_1(x_1, y_1)$ y $P_2(x_2, y_2)$ se determinan al trazar la línea de medición en el sistema, para lo cual el valor de las coordenadas de P_1 se obtiene al comenzar a trazar la línea **(a)** mientras que el valor de las coordenadas de P_2 se obtienen al finalizar de trazar la línea **(b)**, como se muestra en la tabla 5. Este proceso es tanto para la calibración como para la medición, en caso de que la rosa presente deformación se la puede ir midiendo de forma consecutiva, es decir, mediante trazos en los cuales los valores de distancia se van acumulando y dan una suma total expresando el valor de la distancia que tiene el objeto, y se lo realiza mediante las siguientes líneas de código.

```
while(1)
    [cx,cy, rgbValues, xi,yi] = improfile(1000);
    distanceInPixels = sqrt( (xi(2)-xi(1)).^2 + (yi(2)-yi(1)).^2)
    distanceInRealUnits = distanceInPixels * calibration.distancePerPixel +
distanceInRealUnits;
    if length(xi) < 2
        return;
    end
```

Tabla 5

Líneas de trazado para la asignación de puntos en la medición o calibración



Al ser los tallos no uniformes, para tener una mejor aproximación a su medida real, es necesario realizar su medición con varios trazos para que los mismos se vayan acumulando para obtener su distancia final, como en la figura 25

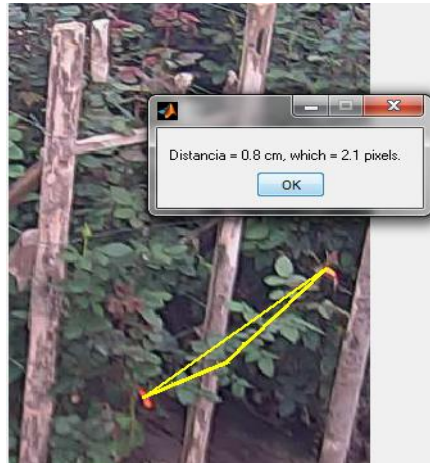


Figura 25. Medición por trazos o recta única

A continuación se indica un diagrama que indica cómo funciona el algoritmo desarrollado para medición de distancias, ver figura 26.



Figura 26. Diagrama de flujo del algoritmo para la medición

4.5.2 Conteo de Objetos.

La segmentación de la imagen se lo realiza mediante patrones de color, para este caso a través de imágenes RGB, en donde se realiza el proceso de segmentación al color rojo, para poder distinguir a los botones de las rosas Freedom, y a su vez de igual manera se realiza el proceso de segmentación al color azul, para poder distinguir a la producción a futuro esperada, para lo cual se emplean distintas técnicas como manejo de máscaras que resten las componentes de colores RGB de acuerdo al tipo de color que se analice y a su vez eliminar ruido de la imagen; a continuación en la siguiente línea de código se especifica que se está realizando la segmentación para obtener solamente el color rojo de la imagen vista en ese instante por la cámara.

```
im=imread('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-  
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin');  
R=im(:,:,1);  
G=im(:,:,2);  
B=im(:,:,3);  
Z1=R*0.73-G*0.63-B*0.63;
```

Finalmente después de realizar toda la segmentación por colores, se procede a comparar los tamaños de cada botón, haciendo referencia a un área específica, como se muestra en la siguiente línea de programación.

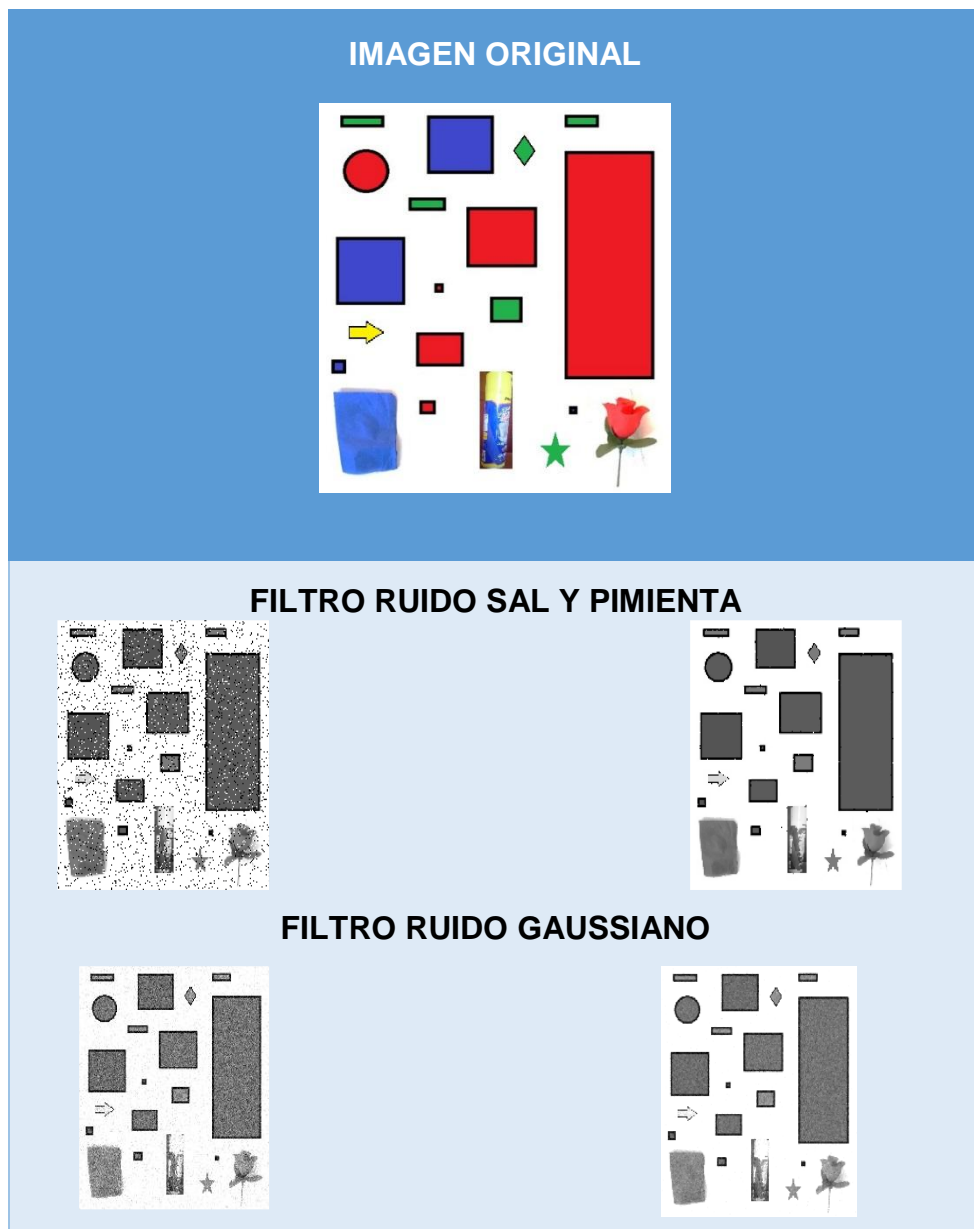
```
Z=Z1>10;  
[L Ne]=bwlabel(Z);  
propied=regionprops(L);  
hold on  
for n=1:size(propied,1)
```

```
rectangle('Position',propied(n).BoundingBox,'EdgeColor','b','LineWidth',2)  
end
```

A continuación en la Tabla 6 se indica las etapas que intervienen para lograr realizar el proceso de conteo de objetos en una determinada imagen.

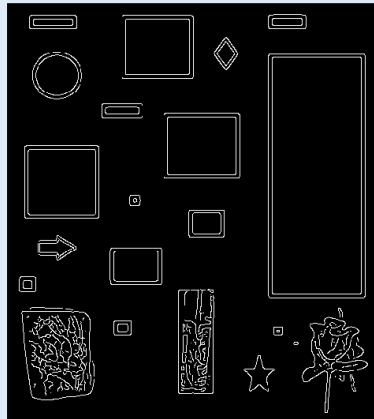
Tabla 6

Proceso de segmentación, eliminado de ruido y bordeado

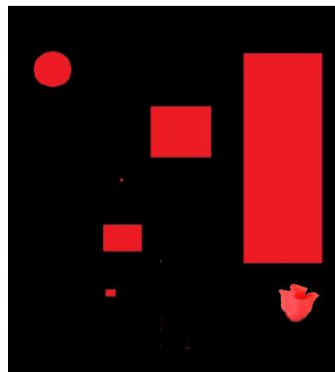


CONTINÚA 

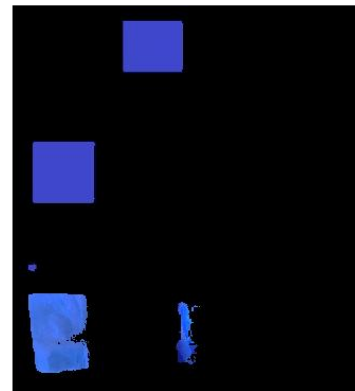
DETECCIÓN DE BORDES



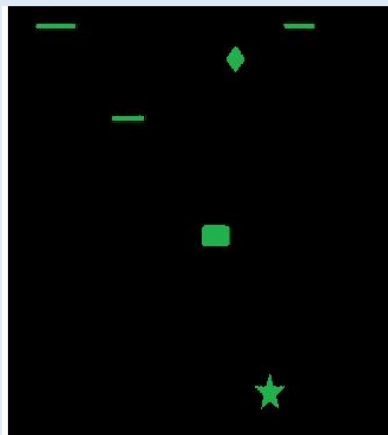
SEGMENTACIÓN PARA EL COLOR ROJO



SEGMENTACIÓN PARA EL COLOR AZUL



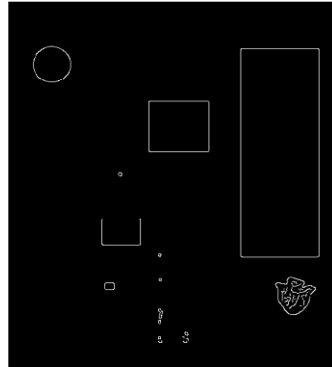
SEGMENTACIÓN PARA EL COLOR VERDE



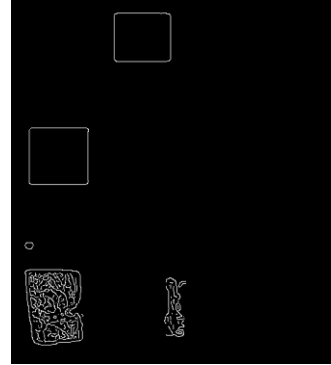
CONTINÚA



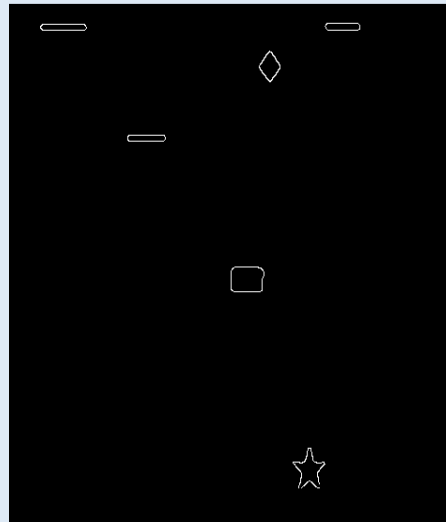
**BORDEADO PARA LOS
OBJETOS DE COLOR ROJO**



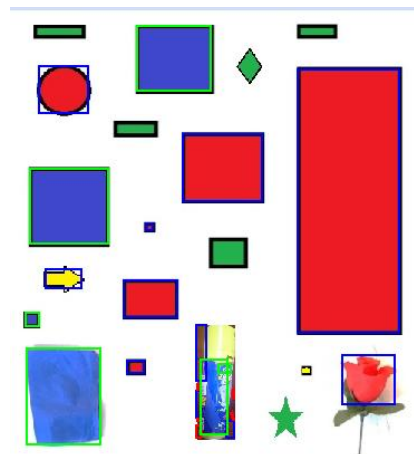
**BORDEADO PARA LOS
OBJETOS DE COLOR AZUL**



BORDEADO PARA LOS OBJETOS DE COLOR VERDE



**BORDEADO DE OBJETOS DE INTERÉS (ROJOS Y AZULES)
PARA DETERMINAR EL CONTEO TOTAL**



Este proceso se realizará tanto para el conteo de los botones de las rosas freedom y fundas de color azul que serán de vital importancia para clasificarlas como parte del conteo y que muestren cual es la producción final o esperada, a continuación en la figura 27 se puede apreciar el diagrama de bloques de como es el funcionamiento de la parte de conteo de rosas freedom.

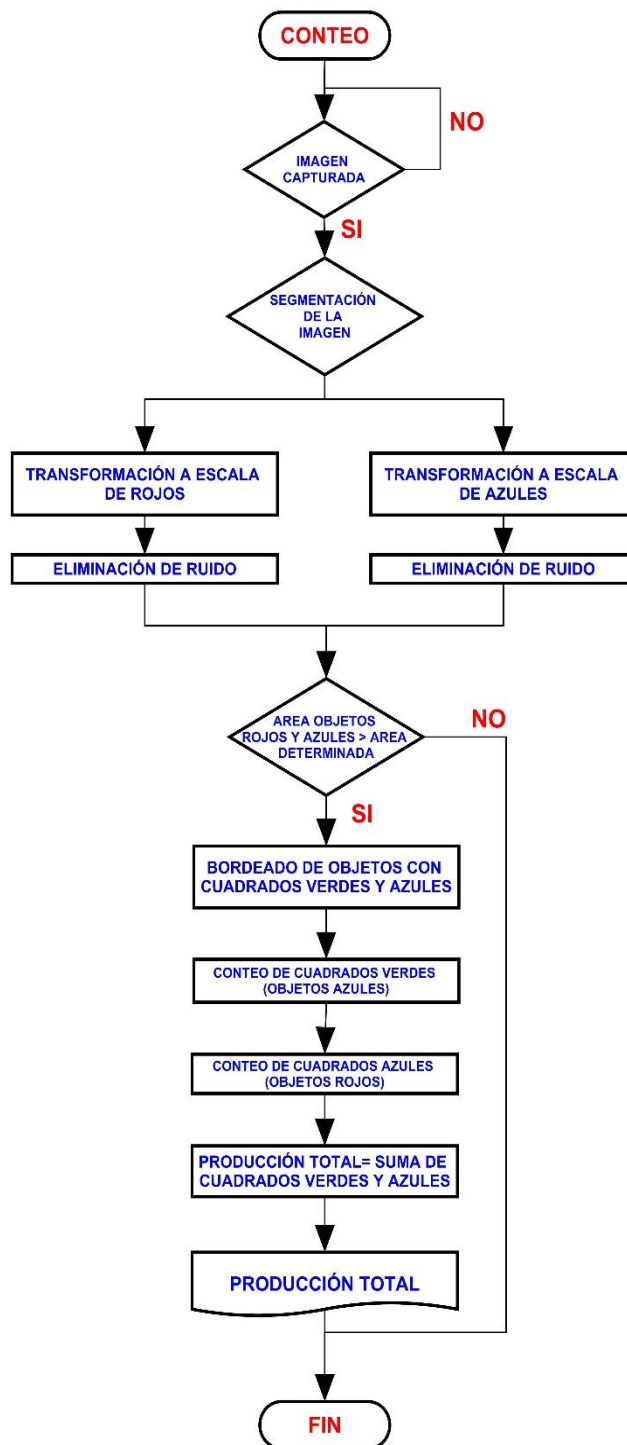


Figura 27. Diagrama de Flujo del Algoritmo de Conteo

4.6 Base de Datos MySQL.

MySQL es un sistema gestor de bases de datos (SGBD, DBMS por sus siglas en inglés) muy conocido y ampliamente usado por su simplicidad y notable rendimiento, el cual consiste de un sistema cliente/servidor que se compone de un servidor SQL (Lenguaje de Consulta Estructurada), donde sus opciones de conectividad abarcan TCP/IP, sockets UNIX y sockets NT, además de soportar completamente el estándar de acceso a base de datos ODBC, ver figura 28. (DATAPRIX, 2014)



Figura 28. Logotipo de MySQL

Fuente: MySQL, 2016

Básicamente MySQL permite crear base de datos y tablas, insertar datos, modificarlos, eliminarlos, ordenarlos, hacer consultas y realizar muchas operaciones, etc., en resumen se encarga de administrar bases de datos. (DATAPRIX, 2014)

4.6.1 Plataformas de trabajo.

MySQL permite al usuario tener la posibilidad de elegir algunas plataformas para el desarrollo de su programación y visualización de una base de datos, como lo es a través de MySQL Workbench el cual es una herramienta visual donde la programación de la base de datos puede ser a través de líneas de código o a su vez directamente desde una forma gráfica creando diagramas, como se puede ver en la figura 29.

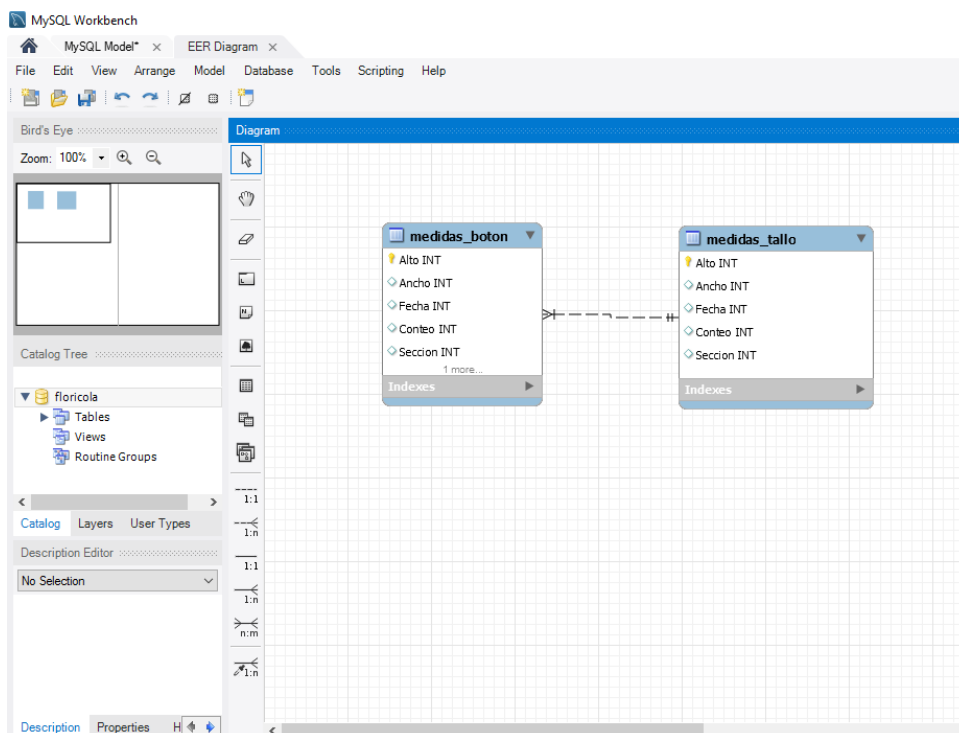


Figura 29. Plataforma MySQL Workbench

Fuente: LB-LINK, 2004

Por otro lado se encuentra la consola MySQL Command Line Client la cual permite tener manejo de base de datos únicamente a través de líneas de código, el cual se caracteriza por su simplicidad y rápido acceso a la misma, ver figura 30.

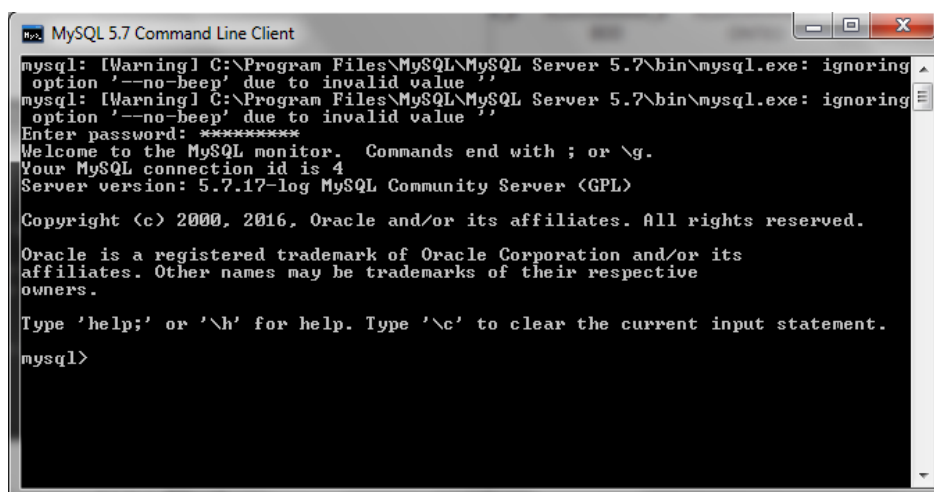


Figura 30. Pantalla de la consola MySQL Command Line Client

4.6.2 Creación de base de datos.

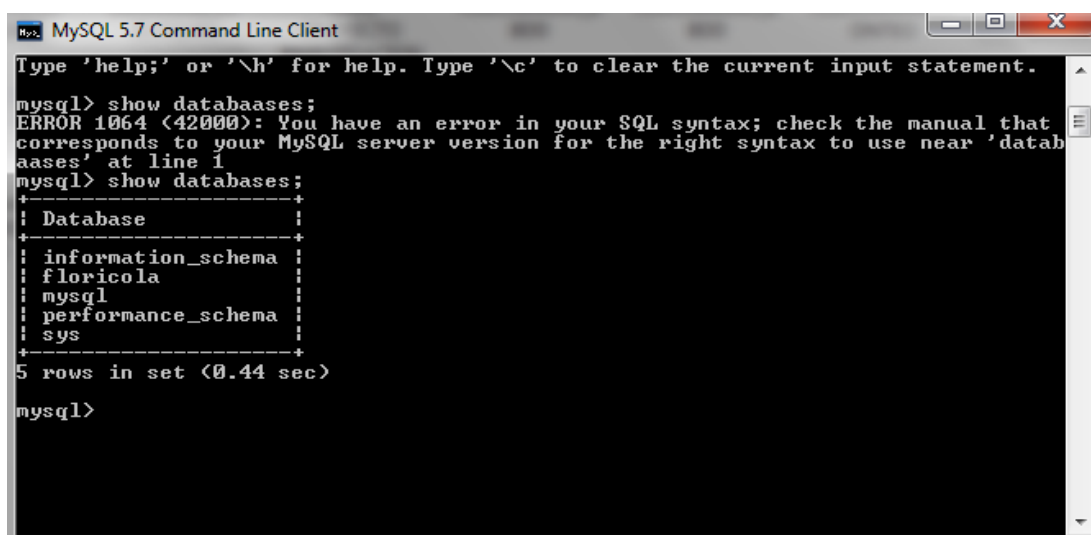
El desarrollo de la base de datos se lo realizará a través de la consola MySQL Command Line Client, donde en primera instancia es necesario crear la base de datos.

Para crear una base de datos se utiliza el comando, `create database`, de la siguiente manera:

create database florícola;

Dónde: el término “florícola”, representa el nombre que va tomar la base de datos a crear.

Para visualizar la lista de base de datos que se encuentran creadas dentro de MySQL, se emplea el comando, **show databases**; como se indica a continuación en la figura 31.



```
MySQL 5.7 Command Line Client
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.
mysql> show databaases;
ERROR 1064 (42000): You have an error in your SQL syntax; check the manual that
corresponds to your MySQL server version for the right syntax to use near 'datab
aases' at line 1
mysql> show databases;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| florícola |
| mysql |
| performance_schema |
| sys |
+-----+
5 rows in set (0.44 sec)

mysql>
```

Figura 31. Creación y listado de las bases de datos en MySQL

4.6.3 Inicialización de base datos.

Después de verificar mediante el listado de base de datos que se encuentran creadas en MySQL, se procede a cargar la base de datos en la que se vaya a trabajar, en este caso la base de datos creada anteriormente llamada “floricola”, para lo cual se utiliza el comando, use, de la siguiente manera.

use floricola;

Dónde dicha instrucción lo que hace es cargar la base de datos llamada “floricola”, para posteriormente todo lo que se agregue como tablas, datos, se almacenen dentro de la base de datos “floricola”, después de ejecutar dicho comando aparece un mensaje indicando que la base de datos seleccionada ha sido cargada, como se muestra en la figura 32.

```
mysql> use floricola;  
Database changed  
mysql>
```

Figura 32. Carga de base de datos en MySQL

4.6.4 Ingreso de información en MySQL.

Una vez creada e inicializada la base de datos a trabajar, se procede a insertar los atributos que contará la base de datos “floricola” por medio de la creación de tablas, las mismas que tendrán nombres específicos.

La base de datos del presente proyecto cuenta con cuatro tablas llamadas “medidas_boton”, “medidas_boton_estadisticas”, “medidas_tallo”, “medidas_tallo_estadisticas”; donde cada una de estas tablas están compuestas por cinco columnas con su respectivo tipo de datos que se requiera, las etiquetas de dichas columnas son: “Alto,

Ancho, Fecha, Conteo, Sección”; dicho proceso se lo realiza utilizando el comando, create table, a continuación se indica cómo se crea la tabla “medidas_tallo”, con sus respectivas etiquetas y tipos de datos que maneja:

```
create table medidas_tallo(Alto varchar(10), Ancho varchar(10),  
Fecha varchar(25), Conteo varchar(10), Seccion varchar(2));
```

4.6.5 Despliegue de base de datos.

En esta instancia una vez definida las tablas que contendrá la base de datos, con sus respectivas etiquetas en cada columna, se aplica el comando, show tables, el cual permite visualizar las tablas que se han creado dentro de la base de datos, y adicionalmente si se requiere conocer el tipo de datos que manejarán las etiquetas de las columnas de la tabla se emplea el comando **describe**, como se muestra en la figura 33:

```
describe medidas_tallo;
```

Dónde: medidas_tallo, representa el nombre de la tabla a la cual se desea conocer sus características.

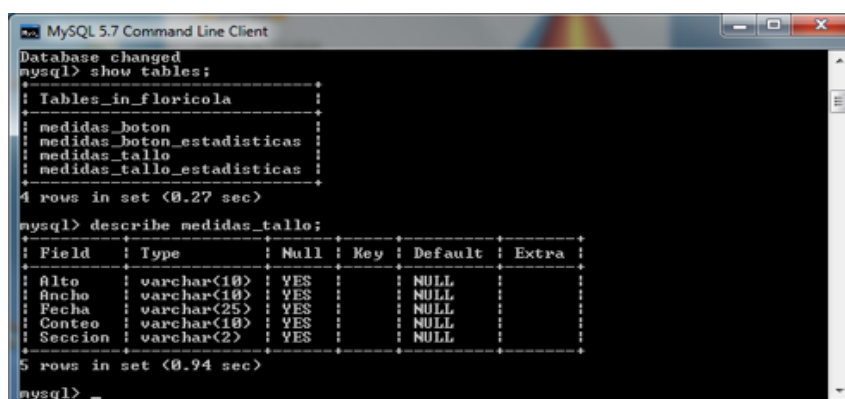


Figura 33. Etiquetas y tipos de datos para las tablas en MySQL

4.6.6 Acceso a la base de datos de MySQL desde Matlab.

Matlab entre sus herramientas que ofrece al usuario está la posibilidad de conectarse a una base de datos externa como MySQL, para lo cual utiliza el estándar ODBC (Open DataBase Connectivity), el mismo que permite el acceso a una base de datos, como por ejemplo la posibilidad de enviar datos, registros, desde Matlab y que se almacenen en la base de datos creada en MySQL, o a su vez visualizar la información que contiene una determinada tabla de una base de datos de MySQL desde el propio Matlab. La forma en la que se puede acceder al contenido de una base de datos de MySQL desde Matlab se lo puede ver en el ANEXO D.

Para que los datos generados en Matlab en cuánto a mediciones de alto, ancho del tallo, botón, etc.; puedan ser exportados a la base de datos en MySQL se lo realizó mediante las siguientes líneas de código.

```
global curs_medidas_tallo
global curs_medidas_boton
conn = database('Datos_floricola', 'root', 'floricola');
curs_medidas_boton = exec(conn, ['SELECT * FROM
floricola.medidas_boton']);
curs_medidas_tallo = exec(conn, ['SELECT * FROM
floricola.medidas_tallo']);
curs_medidas_boton = fetch(curs_medidas_boton);
close(curs_medidas_boton);
curs_medidas_tallo = fetch(curs_medidas_tallo);
close(curs_medidas_tallo);
curs_medidas_tallo.Data;
curs_medidas_boton.Data;
```


Dónde: “**Datos_floricola**” es el nombre de archivo generado al momento de realizar la conexión a través del estándar ODBC, “**root**” es el nombre de usuario del propietario de la base de datos utilizada y “**floricola**” es el nombre de la contraseña para poder acceder a la base de datos MySQL y finalmente “**floricola**” es el nombre de la base de datos con la cual se va realizar la conexión. A continuación en la figura 34 se indica un diagrama de flujo del funcionamiento de la base de datos.

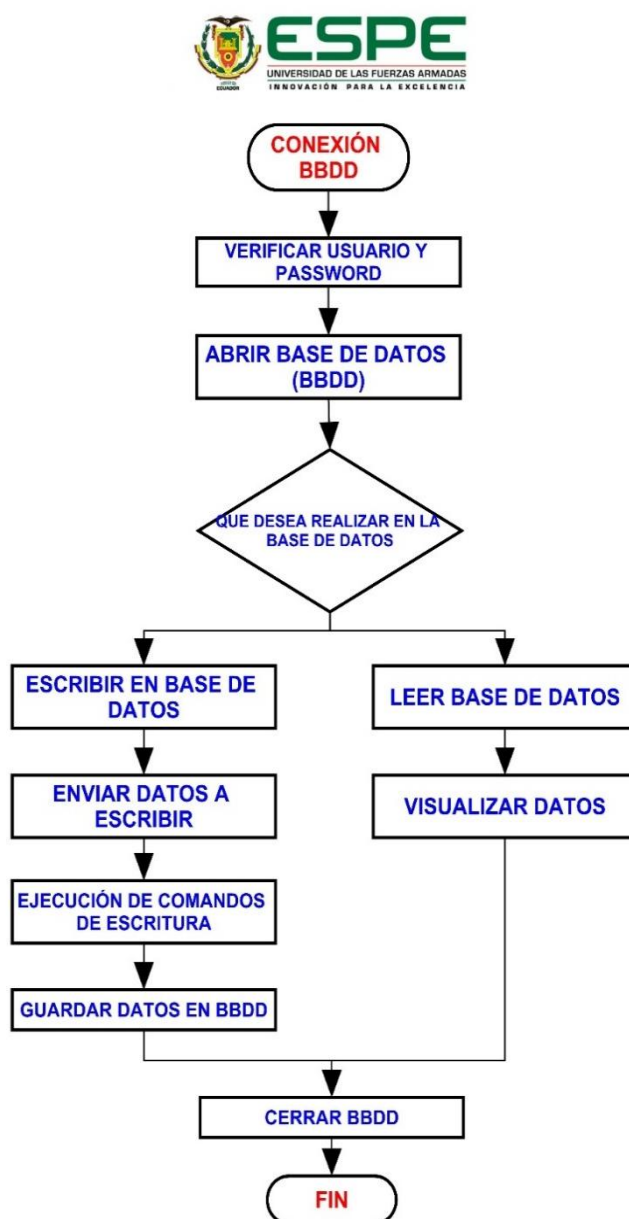


Figura 34. Diagrama de flujo para manejo con la base de datos

4.7 Diseño de la Interfaz de Usuario (HMI).

Matlab presenta entre sus aplicaciones la posibilidad de crear interfaces gráficas, mediante la herramienta GUI (Graphical User Interface), que es un entorno de programación visual en la que el usuario interactúa con el programa a través de botones, campos de texto, despliegue de menús, gráficos, etc.

Para la ejecución del Sistema Registrador de Crecimiento de rosas freedom, se necesita la utilización de una interfaz gráfica a través de la cual el operador pueda interactuar con el sistema, realizando tareas como calibración, medición, visualización de datos, gráficas, etc.

Para lo cual es necesario utilizar herramientas funcionales que existen en GUI, como son botones, sliders, cajas de texto, axes, tablas, etc. con la finalidad de ir creando la interfaz de usuario de acuerdo a los requerimientos que se necesiten visualizar en la misma.

4.7.1 Creación de la ventana de trabajo.


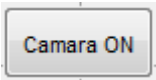
Para la creación de la interfaz de usuario, se necesita identificar e ir colocando en la ventana de trabajo de GUI a cada uno de los elementos que la componen, en este caso la interfaz del Sistema Registrador de Crecimiento de rosas freedom contiene los siguientes elementos:

- 32 Push Button
- 3 Table
- 2 Radio Button
- Pop-up-Menu
- 2 Axes
- 12 Edit Tex

Donde cada uno de estos elementos cumplen con diferentes funcionalidades dentro de la interfaz de usuario, los mismos que son explicados en la Tabla 7.

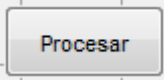
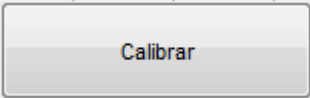
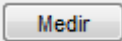

Tabla 7.

Función de cada uno de los elementos de la interfaz de usuario del sistema registrador de crecimiento

Elementos	Función	Elemento en Interfaz
10 Push Button	Posiciones almacenadas dentro de la memoria de la cámara, para que la misma se desplace a dichas posiciones guardadas (secciones).	
1 Push Button	Para encender y trabajar en tiempo real con la cámara	



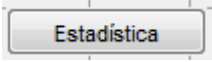
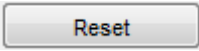
CONTINÚA



1 Push Button	Permite realizar las diferentes mediciones y calibraciones. No trabaja en tiempo real.	
1 Push Button	Sirve para realizar la calibración del sistema registrador.	
4 Push Button	Permiten realizar las mediciones tanto del tallo y botón, sea en alto o en ancho.	
1 Push Button	Para exportar información a la base de datos principal.	

CONTINÚA



<p>1 Push Button</p>	<p>Exportar datos en base secundaria.</p>	
<p>4 Push Button</p>	<p>Para mover en diferentes direcciones a la cámara.</p>	
<p>1 Push Button</p>	<p>Para cálculos estadísticos como promedio y error.</p>	
<p>1 Push Button</p>	<p>Para dejar en blanco la tabla de datos secundaria.</p>	

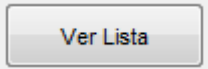
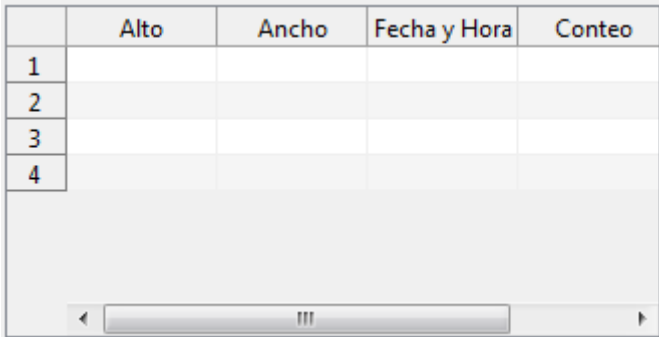
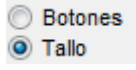
CONTINÚA



2 Push Button	Para habilitar el zoom de la cámara, zoom in y zoom out.	
1 Push Button	Para realizar el zoom digital.	
1 Push Button	Para realizar el conteo de las flores.	
1 Push Button	Para realizar la gráfica de conteo.	
1 Push Button	Para realizar la gráfica de los valores de crecimiento de las flores por sección.	

CONTINÚA



<p>1 Push Button</p>	<p>Para visualizar los datos de crecimiento, en la tabla propia de la interfaz.</p>	
<p>3 Table</p>	<p>Para visualización de datos de crecimiento de las flores tanto de los datos principales o secundarios.</p>	
<p>2 Radio Button</p>	<p>Para seleccionar si se desea graficar o visualizar, los datos almacenados en la tabla principal.</p>	

CONTINÚA 

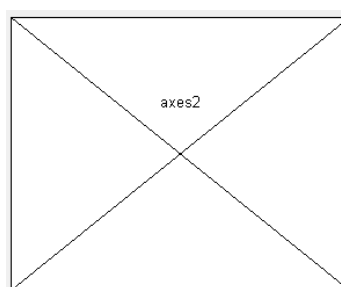
**2 Pop-up-
Menu**

Para seleccionar la sección, alto o ancho y ver sus datos.

Medida	Sección
Alto	1

2 Axes

Para visualizar el video en tiempo real y para graficar los datos de crecimiento.



**12 Edit
Text**

Para visualizar los datos de medición, conteo, promedio, error y sección.

Cosecha:	10
Producción:	44
Total:	54

4.7.2 Manejo de etiquetas.

Una vez identificado y seleccionado los elementos que van a formar parte de la interfaz gráfica, se debe identificarlos a cada uno de ellos a través de etiquetas (TAG), con el objetivo de que estos elementos estén asociados a su respectiva etiqueta y puedan ser llamados en el script de programación cuando sea requerido y a su vez en cada uno de estos se realice la programación respectiva de acuerdo a la función que vaya a desempeñar. Para colocar un nombre o TAG se debe hacer doble click a cada control, en donde se muestra una ventana listando todas las propiedades de dicho control seleccionado en la que se puede configurar fuente, posición, tamaño, control, color, tag, etc., como se muestra en la figura 35.

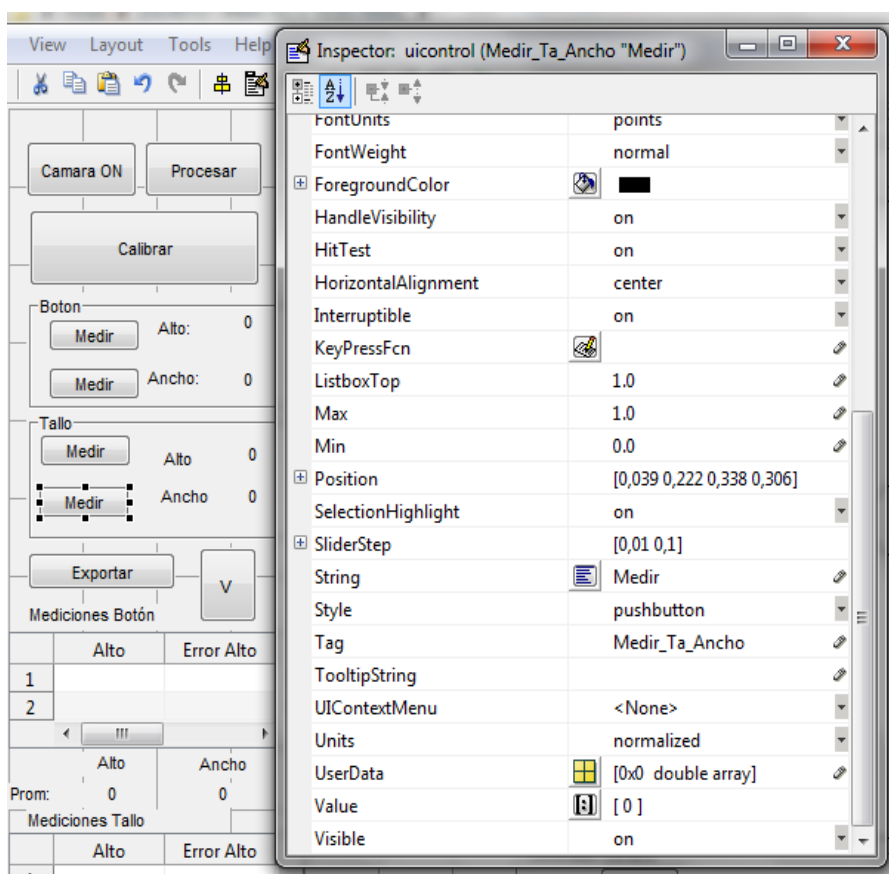


Figura 35. Ventana Inspector Property para un botón de la interfaz de usuario

A esto se lo conoce como Property Inspector, el cual permite personalizar cada elemento. El TAG es el nombre del control en el código, es recomendable renombrarlo por algo identificable. (Cuenca, Visión por Computador, 2009)

Finalmente después de haber asociado a cada elemento su respectiva etiqueta (TAG), se realizan los algoritmos de programación dentro de cada uno de los botones que componen la interfaz de usuario, para que los mismos al momento de ser pulsados devuelvan valores de acuerdo a la función que realicen.

La interfaz de usuario presenta varios elementos y cada uno de estos forman parte del código final, los cuales permiten medir, calibrar y almacenar los datos en MySQL, entre otras funcionalidades más, a continuación se puede visualizar los TAG que contienen cada uno de los elementos seleccionados para la interfaz de usuario, como se muestra en la figura 36.

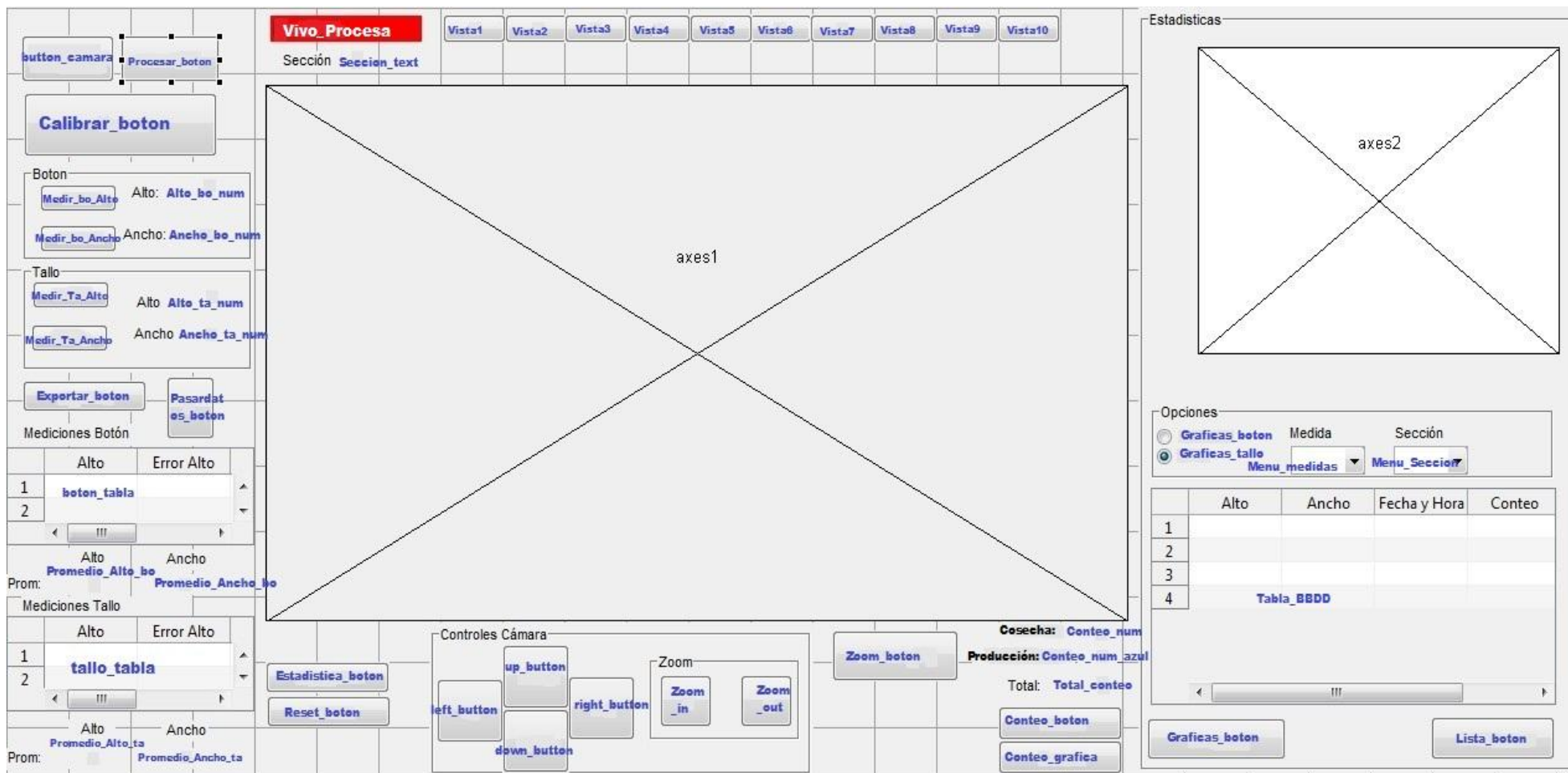


Figura 36. Interfaz de usuario del sistema registrador con cada uno de los tag creados

4.7.3 Desarrollo de la interfaz de usuario.

Para el Sistema Registrador de Crecimiento de rosas freedom, se ha seleccionado un área específica del invernadero (Agricultura de Precisión), por lo que el monitoreo corresponde a 8 camas a las cuales se les va a conocer como secciones.

Finalmente la interfaz de usuario desarrollada para el Sistema Registrador de Crecimiento de rosas freedom es amigable para el operador, la cual cuenta con la posibilidad de trabajar con una pantalla en tiempo real (EN VIVO) cuando sea el caso que se requiera dirigirse a una sección específica, y realizar tareas como de vigilancia, etc. Como se muestra en la figura 37.

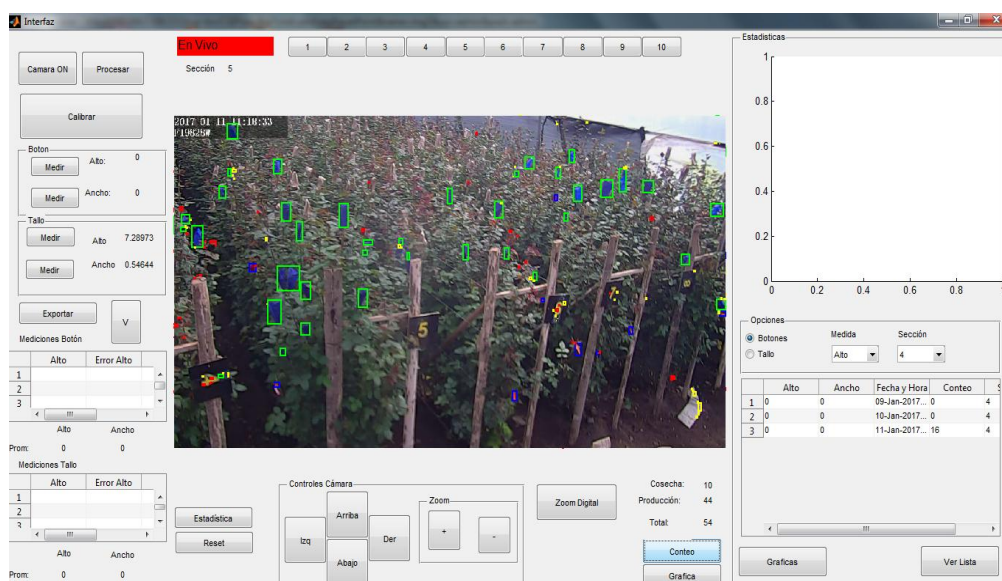


Figura 37. Interfaz de usuario trabajando en tiempo real

Adicionalmente existe la posibilidad de que se pueda trabajar en una pantalla en Modo de PROCESAMIENTO, es decir, en ese caso el operador puede realizar tareas propias del Sistema como realizar calibraciones, mediciones, conteos, visualización de datos y gráficas, exportar datos, etc., como se muestra en la figura 38.

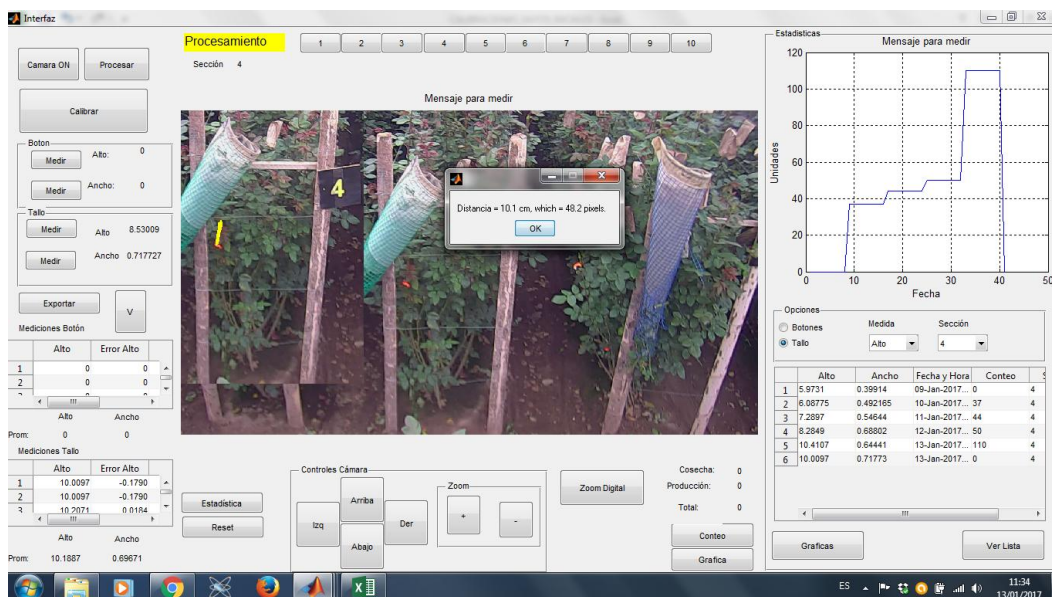


Figura 38. HMI trabajando en el modo procesamiento

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS DEL SISTEMA

En este capítulo se detallará las distintas pruebas a las cuales fue sometido el sistema a fin de obtener un margen de error tanto para la parte de medición como de conteo, para lo cual se realizaron previamente pruebas con objetos experimentales, es decir, con objetos que permitan modificar fácilmente sus dimensiones tanto en alto como en ancho, para posteriormente una vez entrenado el sistema realizar las respectivas pruebas en el área de estudio (invernadero) y finalmente en base al análisis de resultados obtenidos validar la hipótesis planteada mediante el análisis estadístico del Chi-Cuadrado y de esa forma determinar las conclusiones y recomendaciones para el sistema registrador de crecimiento de rosas freedom que se ha desarrollado.

5.1 Integración del sistema registrador de crecimiento.

El sistema registrador se integra totalmente mediante la interfaz de usuario la cual se enlaza a la cámara Foscam FI9828W mediante comandos CGI, además la cámara posee una dirección IP estática para mejor control de la misma, evitando tener conflictos con las demás direcciones al momento de la comunicación a través de internet.

La cámara se encuentra soportada en un tubo de acero inoxidable el cual forma parte de la estructura del invernadero, teniendo en cuenta que se encuentra a 2,80m de alto con respecto al suelo y una distancia de 2,90m con respecto a las camas (secciones) en donde se encuentran los objetos de estudio (rosas freedom), como se muestra en la figura 39.



Figura 39. Ubicación de la cámara FI9828W en el invernadero

5.2 Pruebas de funcionamiento del sistema registrador.

El sistema registrador fue sometido a pruebas para verificar su comportamiento en cuanto a su característica de medición, para esto se usó un calibrador pie de rey debido a que es una herramienta que presenta poco margen de error y es exacta al momento de realizar mediciones de objetos, este proceso se lo realiza debido a que dicho instrumento se lo considera como un elemento patrón. El calibrador pie de rey es un instrumento muy utilizado y aproximado para medir longitudes, espesores, diámetros interiores, diámetros exteriores y profundidades en un una pieza. Consiste en una regla graduada, con una barra fija sobre la cual se desliza un cursor, como se muestra en la figura 40. (Gallegos, 2014)

El calibrador pie de rey con el que se realizó la prueba de funcionamiento mide en su totalidad 16 cm de largo y el valor de su apertura es de 3,02 cm.

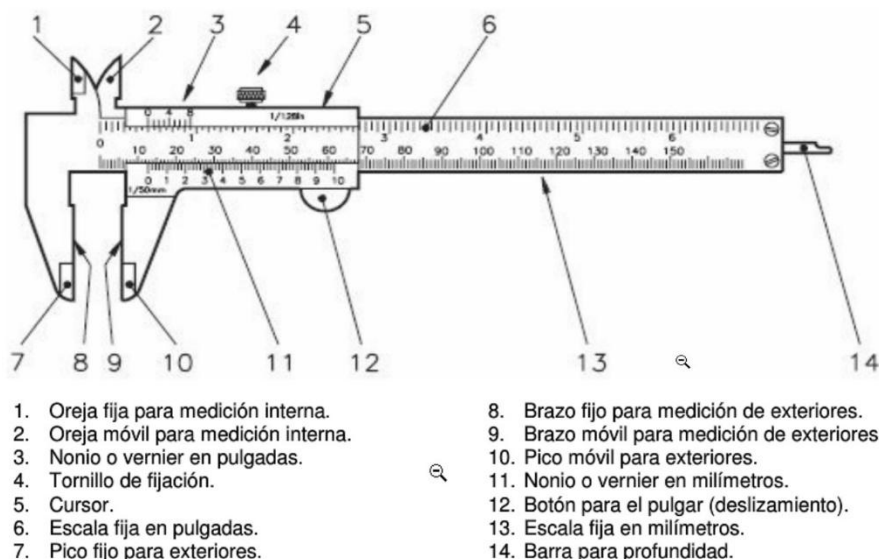


Figura 40. Calibrador pie de rey y nombre de sus partes

Se realizó tres pruebas ubicando al calibrador pie de rey de forma vertical, horizontal e inclinada, el valor para la calibración del sistema es de 11,5 cm que es el valor del ancho de la tabla del suelo en donde se ubicó el calibrador, ver figura 41.

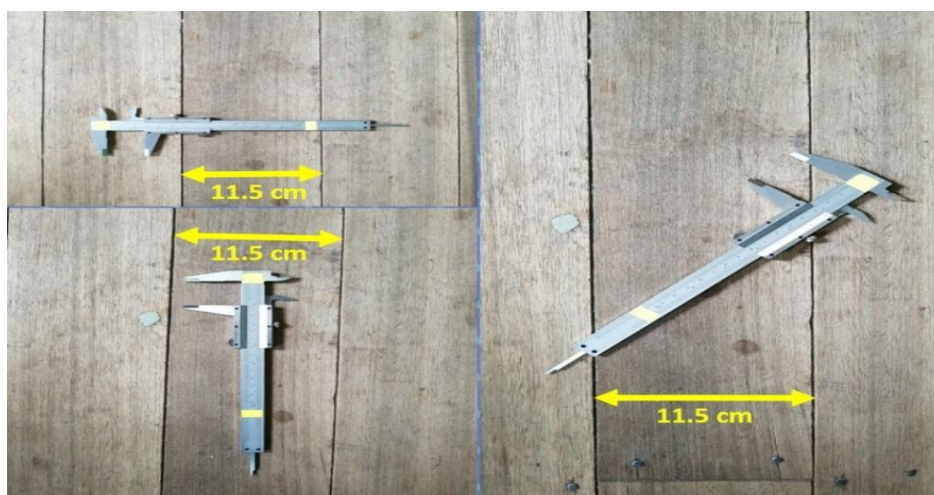


Figura 41. Ubicación del calibrador en diferentes posiciones

Después de realizar la calibración del sistema, el valor de cm por pixel es de 0,012309 para la posición inclinada, al momento de realizar las mediciones, se obtuvo los siguientes datos como se muestra en la figura 42.



Figura 42. Medidas de la posición inclinada del calibrador

Se procedió a cambiar a la posición horizontal el calibrador pie de rey en el cual el valor de cm por pixel es de 0,013115 después de la calibración del sistema, al momento de realizar las mediciones se obtuvo los siguientes datos como se muestra en la figura 43.

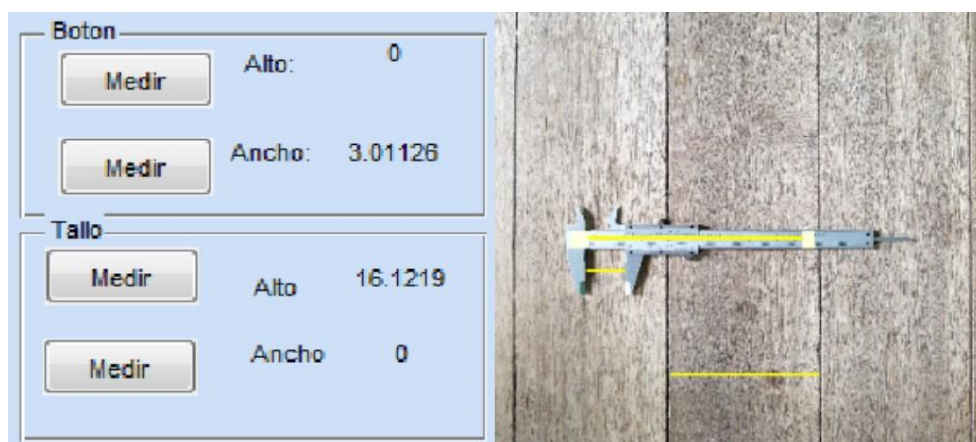


Figura 43. Medidas de la posición horizontal del calibrador

Finalmente se cambió a la posición vertical al calibrador pie de rey en el cual el valor de cm por pixel es de 0,010630 después de la calibración del sistema, al momento de realizar las mediciones se obtuvo los siguientes datos como se muestra en la figura 44.



Figura 44. Medidas de la posición vertical del calibrador

Después de elaborar las mediciones del calibrador pie de rey, el cual garantiza que el sistema registrador está apto en su funcionamiento, se procedió posteriormente a realizar pruebas con objetos comunes (rosa artificial, control remoto, etc.) y objetos de fácil crecimiento (globo largo y globo circular) los mismos que permitirán comprobar el funcionamiento del sistema registrador de crecimiento en todas sus características (calibración, medición, almacenamiento y visualización de datos) y finalmente con los datos de los globos poder determinar el error que presenta el sistema registrador.

5.2.1 Pruebas con objetos comunes.

Una vez realizado el algoritmo del sistema registrador de crecimiento, se ha tomado como punto de partida el realizar pruebas con objetos comunes, para lo cual se ha empleado como objeto de prueba un control remoto cuyas dimensiones reales son 15.5 cm x 4.5 cm alto y ancho respectivamente, el control remoto será asumido como el tallo de la rosa, además se ha empleado otro objeto de prueba siendo este una medalla de forma circular y la tira que lo cuelga la cual se asemeja al botón de una rosa, cuyas dimensiones reales es 32.5 cm x 4.5 cm de alto y ancho respectivamente. El sistema registrador necesita ser calibrado, para poder entregar los valores medidos a través de la imagen capturada por la cámara Foscam FI9828W, en este caso se tomó como referencia al cajón de armario cuyas dimensiones son 72 cm de ancho, como se muestra en la figura 45.

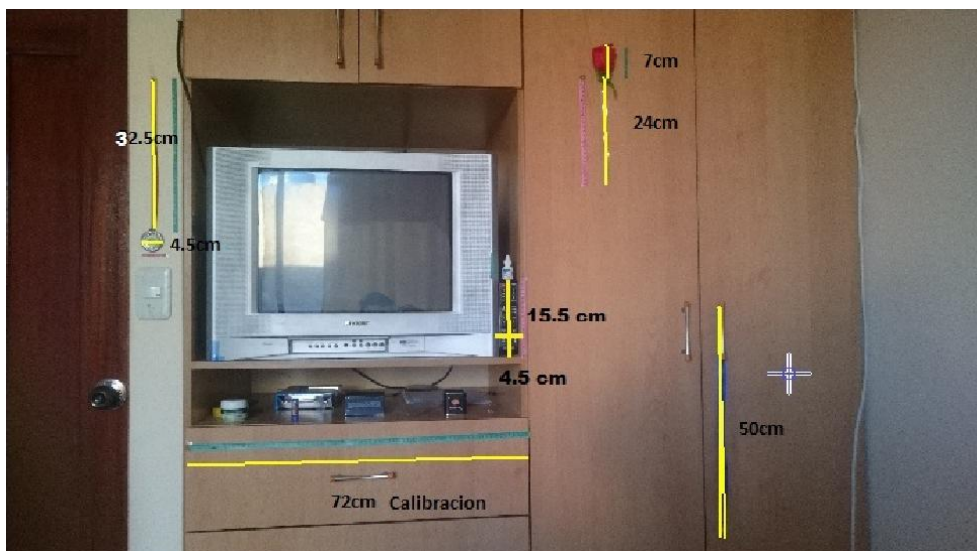


Figura 45. Valores de los objetos comunes en [cm]

Se consideró para fines de prueba guardar los datos de la medición en la sección 9 de la interfaz de usuario, para esto el sistema presentó una relación de 0,053736 cm x pixel, este dato se obtendrá después de realizar la calibración con el objeto de referencia establecido anteriormente (cajón de armario), entonces la relación de pixeles x cm se la puede ver en la figura 46.



Figura 46. Valor de la relación cm por pixeles

Finalmente después de obtener dichos valores de calibración, se puede realizar el trazo de las líneas para el cálculo en alto y ancho de los diferentes objetos de prueba, en este caso serán comparados con los valores reales de cada uno de ellos, las dimensiones reales y del sistema se pueden visualizar en la Tabla 8.

Tabla 8

Valores reales de los objetos comunes

OBJETO DE PRUEBA N ° 1 (CONTROL REMOTO (TALLO) + MEDALLA (BOTÓN))	
Control Remoto (Tallo)	Medalla (Botón)
<p>Alto = 15.5 cm</p> 	<p>Alto = 32.5 cm</p> 
<p>Ancho = 4.5 cm</p> 	<p>Ancho = 4.5 cm</p> 

El sistema registrador presenta los siguientes valores que se muestran en la figura 47, en donde se puede comparar la medición final con la medición real, estos datos mantendrán un rango de error permisible.



Figura 47. Valores de los objetos comunes en el sistema

5.2.2 Pruebas con objetos de fácil crecimiento.

Después de realizar pruebas con objetos comunes, se procedió a realizar pruebas con globos (largo y circular), para esto se usó un compresor de aire Campbell Hausfeld, como se muestra en la figura 48.



Figura 48. Compresor Campbell Hausfeld

El compresor Campbell Hausfeld posee una válvula de $\frac{1}{4}$ de vuelta que permite ir regulando el paso del aire el cual se dirige hacia los globos de prueba, ver figura 49.



Figura 49. Válvula de $\frac{1}{4}$ de vuelta

Además de poseer una válvula que permite regular la salida de aire, las pruebas fueron realizadas a diferentes valores de presión para lo cual el compresor cuenta con un manómetro que indica el valor de la presión que se está enviando hacia los globos, ver figura 50.

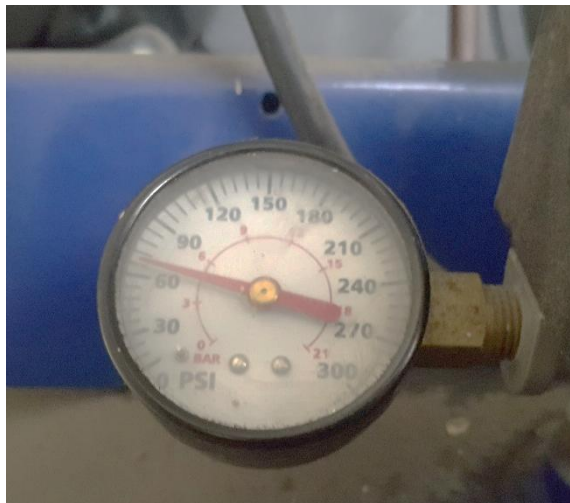


Figura 50. Manómetro integrado al compresor

Pruebas con un globo alargado.

Después de conocer cómo se realizó el inflado de los globos como se mostró en el apartado anterior, se procede a las pruebas tanto con la medición manual y con el sistema, esto ayudará oportunamente a deducir el margen de error que presenta el sistema registrador de crecimiento, en este caso se utilizó un globo alargado cuya dimensión a analizar es su ancho, esta medición se la realizó con un calibrador pie de rey dando un resultado de 5 cm, ver figura 51.



Figura 51. Ancho del globo alargado

Después de realizar la medición manual se utilizó el sistema registrador para tomar la medida del globo alargado, además en el compresor se colocó una cuadrado de 12 cm por lado para que sirva de referencia al momento de la calibración, es así que al calibrar al sistema generó una relación de cm por pixel, como se muestra en la figura 52.

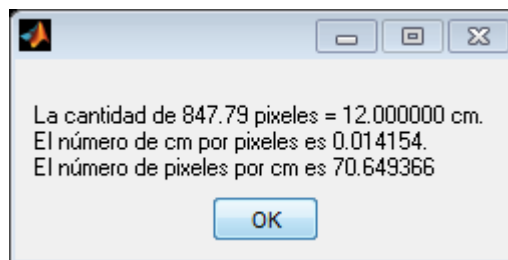


Figura 52. Valores de cm por pixel del globo alargado

Los diversos valores tomados a diferentes presiones en ancho del globo alargado se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9

Valores medidos manualmente del globo alargado

Globo alargado		
Presión	Alto [cm]	Ancho [cm]
90 PSI	18	4,96
84 PSI	34	4,7
78 PSI	41	4,6
72 PSI	43	5
66 PSI	52	5,2

Finalmente la medición del globo alargado se la realizó en el sistema registrador, entregando el siguiente resultado en su valor del ancho de 5,1036 cm, ver figura 53

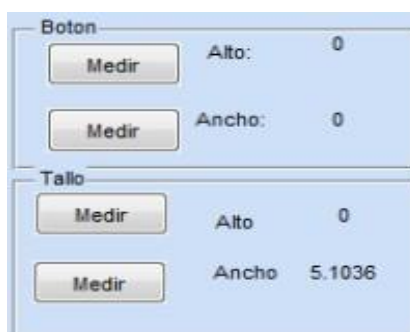


Figura 53. Valor del ancho del globo alargado en el SR

Pruebas con un globo circular.

Finalmente se procedió a las pruebas tanto con la medición manual y con el sistema, con un globo circular cuya dimensión a analizar es su altura, esta medición se la realizó con una cinta métrica dando un resultado de 6,2 cm, ver figura 54.



Figura 54. Alto del globo circular

Después de realizar la medición manual se utilizó el sistema registrador para tomar la medida del globo circular, además en el compresor se colocó un cuadrado de 10 cm por lado para que sirva de referencia al momento de la calibración, es así que al calibrar al sistema generó una relación de cm por pixel, como se muestra en la figura 55.

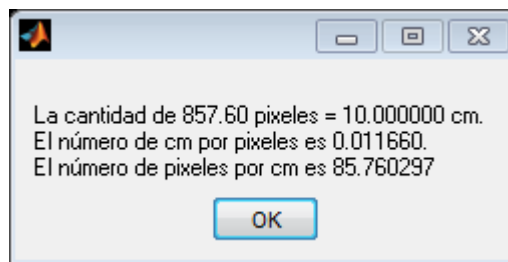


Figura 55. Valores de cm por pixel del globo circular

Los diversos valores tomados a diferentes presiones en ancho del globo alargado se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10

Valores medidos manualmente del globo circular

Globo circular		
Presión	Alto [cm]	Ancho [cm]
90 PSI	9,6	9,2
84 PSI	7,4	5,2
78 PSI	6,8	6,1
72 PSI	6,6	7,8
66 PSI	6,2	4,9

Finalmente la medición del globo circular se la realizó en el sistema registrador, entregando el siguiente resultado en su valor de alto de 6,10528 cm, ver figura 56.

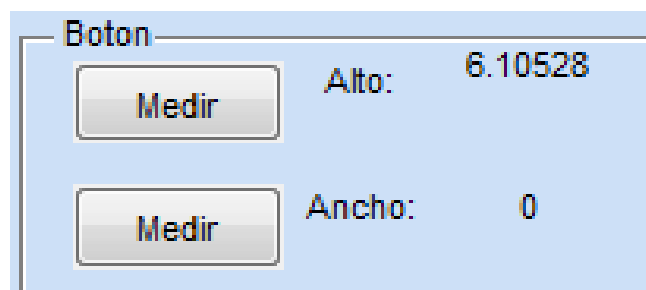


Figura 56. Valor del alto del globo circular en el SR

5.2.3 Pruebas de conteo con objetos.

Después de haber concluido con el apartado de mediciones, se realiza el proceso de conteo de objetos que permitirá visualizar cuantos se encuentran en una imagen, esta parte del algoritmo se basa en la implementación de máscaras RGB las mismas que permiten diferenciar objetos de diversas tonalidades, para lo cual se podrá diferenciar el color azul (producción) y el color rojo (cosecha) mediante una delimitación de área del objeto a analizar. Se creó una imagen con diversas figuras de colores rojo, azul, verde, la cual será procesada para encontrar la cantidad de objetos que se encuentran en la misma, como se puede ver en la figura 57.

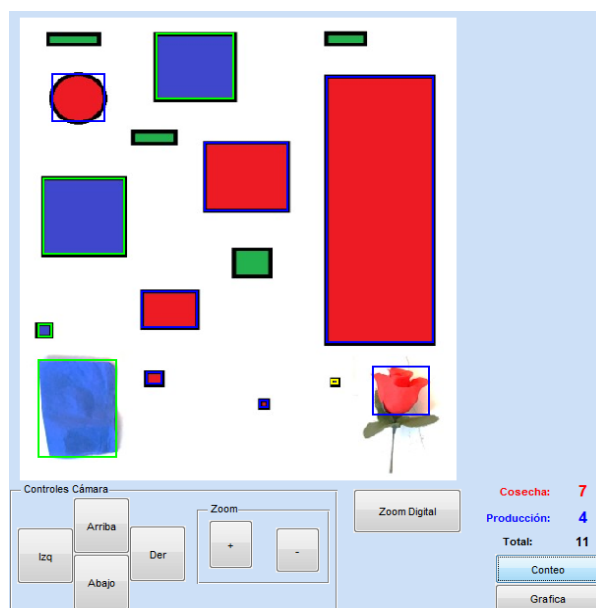


Figura 57. Prueba de conteo de objetos

5.3 Pruebas experimentales en el invernadero.

Una vez realizada la prueba con objetos de tamaños estándar y modificables, se realizó las pruebas en el área de trabajo la cual se encuentra ubicada en el invernadero 2 de la florícola High Connection Flowers.

Al tener una gran población se tomó como cantidad de muestreo un total de 8 camas (secciones) las mismas que forman parte del área de análisis del sistema registrador de crecimiento, como se muestra en la figura 58.



Figura 58. Secciones de trabajo en el invernadero

Después de identificar las 8 camas que se encuentran en el rango de visualización de la cámara, se tomó durante un lapso de 10 días las mediciones manuales del alto – ancho del tallo y el botón de una rosa freedom de cada sección, estos datos fueron comparados con los valores entregados por el sistema registrador, los valores medidos con respecto al primer día se los muestran en la Tabla 11.

Tabla 11

Valores medidos manualmente en cada sección (día 1)

Flor (Sección)	Valores Medidos Manualmente			
	Tallo		Botón	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho
N° 1	78	0,7	3	2,5
N° 2	81	0,6	3	1,5
N° 3	69	0,6	3,4	1,6
N° 4	6	0,4	0	0
N° 5	69	0,6	2,8	1
N° 6	64	0,5	2	0,6
N° 7	32,5	0,5	0	0
N° 8	79	0,7	0	0

Después de realizar las mediciones iniciales se procedió a tomar los valores de manera manual que presentan las mismas flores seleccionadas

de cada sección al quinto día, con lo cual se obtuvieron los siguientes datos, los mismos que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12

Valores medidos manualmente en cada sección (día 5)

Valores Medidos Manualmente				
Flor (Sección)	Tallo		Botón	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho
N° 1	79	0,8	3,8	2,8
N° 2	82	0,7	3,3	1,7
N° 3	70,2	0,6	3,7	1,6
N° 4	10	0,7	0	0
N° 5	72	0,8	3	1,2
N° 6	66	0,82	2,2	0,9
N° 7	36,5	0,7	0	0
N° 8	81	0,7	2,5	1,1

Finalmente se tomó valores de manera manual que presentan las rosas seleccionadas en cada sección al décimo día, con lo cual se obtuvieron los siguientes datos, los mismos que se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13



Valores medidos manualmente en cada sección (día 10)

Valores Medidos Manualmente				
Flor (Sección)	Tallo		Botón	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho
N° 1	81	0,92	4,8	3,4
N° 2	85	0,8	3,8	2,2
N° 3	73	0,7	4,2	2,3
N° 4	17	0,7	0	0
N° 5	75	0,8	4,1	1,7
N° 6	71	0,8	3,2	1,3
N° 7	45	0,7	0	0
N° 8	85	0,8	4,8	1,4

A continuación se presentan en las diferentes tablas los valores obtenidos tanto de forma manual como por el sistema de cada una de las rosas freedom de las 8 secciones de estudio con respecto al último día.

Tabla 14.

Medidas de la rosa N° 1 o sección N° 1

Flor N° 1	
Tallo	
Alto = 81 cm – Ancho = 0,92 cm	
	
Botón	
Alto = 4,8 cm – Ancho = 3,4 cm	
	

Sistema Registrador
cm x pixel = 0,395564

Botón	
<input type="button" value="Medir"/>	Alto: 4.8227
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho: 3.4101
Tallo	
<input type="button" value="Medir"/>	Alto 80.2636
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho 0.964528

Tabla 15

Medidas de la rosa N° 2 o sección N° 2



Flor N° 2													
<p style="text-align: center;">Tallo</p> <p>Alto = 85 cm – Ancho = 0,8 cm</p> 	<p style="text-align: center;">Sistema Registrador</p> <p style="text-align: center;">cm x pixel = 0,395564</p> <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Botón</th></tr></thead><tbody><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto: 3.81633</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho: 2.10722</td></tr><tr><th colspan="2">Tallo</th></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto 84.869</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho 0.859447</td></tr></tbody></table>	Botón		<input type="button" value="Medir"/>	Alto: 3.81633	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho: 2.10722	Tallo		<input type="button" value="Medir"/>	Alto 84.869	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho 0.859447
Botón													
<input type="button" value="Medir"/>	Alto: 3.81633												
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho: 2.10722												
Tallo													
<input type="button" value="Medir"/>	Alto 84.869												
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho 0.859447												
<p style="text-align: center;">Botón</p> <p>Alto = 3,8 cm – Ancho = 2,2 cm</p> 													

Tabla 16

Medidas de la rosa N° 3 o sección N° 3

Flor N° 3													
Tallo													
Alto = 73 cm – Ancho = 0,7 cm													
	Sistema Registrador cm x pixel = 0,395564												
Botón													
Alto = 4,2 cm – Ancho = 2,3 cm													
	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Botón</th></tr></thead><tbody><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto: 4.2654</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho: 2.1621</td></tr></tbody></table> <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Tallo</th></tr></thead><tbody><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto 73.1279</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho 0.71343</td></tr></tbody></table>	Botón		<input type="button" value="Medir"/>	Alto: 4.2654	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho: 2.1621	Tallo		<input type="button" value="Medir"/>	Alto 73.1279	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho 0.71343
Botón													
<input type="button" value="Medir"/>	Alto: 4.2654												
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho: 2.1621												
Tallo													
<input type="button" value="Medir"/>	Alto 73.1279												
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho 0.71343												

Tabla 17.

Medidas de la rosa N° 4 o sección N° 4



Flor N° 4	
Tallo	
Alto = 17 cm – Ancho = 0,7 cm	
	Sistema Registrador cm x pixel = 0,395564
	
Botón	
No presenta botón, flor en crecimiento solo con tallo.	

Tabla 18

Medidas de la Rosa N° 5 o sección N° 5



Flor N° 5																			
<p style="text-align: center;">Tallo</p> <p style="text-align: center;">Alto = 75 cm – Ancho = 0,8 cm</p> 	<p style="text-align: center;">Sistema Registrador cm x pixel = 0,395564</p> <table border="1"><thead><tr><th colspan="3">Botón</th></tr></thead><tbody><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto:</td><td>4.1795</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho:</td><td>1.63929</td></tr><tr><th colspan="3">Tallo</th></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto</td><td>75.0837</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho</td><td>0.80999</td></tr></tbody></table>	Botón			<input type="button" value="Medir"/>	Alto:	4.1795	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho:	1.63929	Tallo			<input type="button" value="Medir"/>	Alto	75.0837	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho	0.80999
Botón																			
<input type="button" value="Medir"/>	Alto:	4.1795																	
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho:	1.63929																	
Tallo																			
<input type="button" value="Medir"/>	Alto	75.0837																	
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho	0.80999																	
<p style="text-align: center;">Botón</p> <p style="text-align: center;">Alto = 4,1 cm – Ancho = 1,7 cm</p> 																			

Tabla 19

Medidas de la Rosa N° 6 o sección N° 6

Flor N° 6													
<p>Tallo</p> <p>Alto = 71 cm – Ancho = 0,8 cm</p> 	<p>Sistema Registrador</p> <p>cm x pixel = 0,395564</p> <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Botón</th></tr></thead><tbody><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto: 3.2457</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho: 1.43368</td></tr><tr><th colspan="2">Tallo</th></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto 70.882</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho 0.91685</td></tr></tbody></table>	Botón		<input type="button" value="Medir"/>	Alto: 3.2457	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho: 1.43368	Tallo		<input type="button" value="Medir"/>	Alto 70.882	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho 0.91685
Botón													
<input type="button" value="Medir"/>	Alto: 3.2457												
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho: 1.43368												
Tallo													
<input type="button" value="Medir"/>	Alto 70.882												
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho 0.91685												
<p>Botón</p> <p>Alto = 3,2 cm – Ancho = 1,3 cm</p> 													

Tabla 20

Medidas de la rosa N° 7 o sección N°7

Flor N° 7	
Tallo	
Alto = 45 cm – Ancho = 0,7 cm	
	Sistema Registrador cm x pixel = 0,395564
	
Botón	
No presenta botón, flor en crecimiento solo con tallo.	

Tabla 21

Medidas de la rosa N°8 o sección N°8

Flor N° 8													
<p>Tallo</p> <p>Alto = 85 cm – Ancho = 0,8 cm</p> 	<p>Sistema Registrador</p> <p>cm x pixel = 0,395564</p> <table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Botón</th></tr></thead><tbody><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto: 4.8393</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho: 1.27328</td></tr><tr><th colspan="2">Tallo</th></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Alto 85.30789</td></tr><tr><td><input type="button" value="Medir"/></td><td>Ancho 0.81859</td></tr></tbody></table>	Botón		<input type="button" value="Medir"/>	Alto: 4.8393	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho: 1.27328	Tallo		<input type="button" value="Medir"/>	Alto 85.30789	<input type="button" value="Medir"/>	Ancho 0.81859
Botón													
<input type="button" value="Medir"/>	Alto: 4.8393												
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho: 1.27328												
Tallo													
<input type="button" value="Medir"/>	Alto 85.30789												
<input type="button" value="Medir"/>	Ancho 0.81859												
<p>Botón</p> <p>Alto = 4,8 cm – Ancho = 1,4 cm</p> 													

Para poder complementar la parte de las pruebas experimentales en el invernadero, se tomó una imagen panorámica de las secciones. Además en cada una de las flores se utilizó fundas de papel de color azul que representan ser la futura producción de rosas del invernadero, mientras que las flores que forman parte de la cosecha estarán sin la funda de papel, esto se realizó para el conteo de las mismas teniendo en cuenta que se realizaron las máscaras para poder diferenciar a las flores de cosecha (rojo) y producción (azul) considerando que el uso de las fundas de color azul se debe a que al colocar fundas de papel sin tonalidad se pueden confundir con el color de los tallos o parte de la estructura del invernadero, los valores de conteo de un área en específico se lo puede ver en la figura 59.

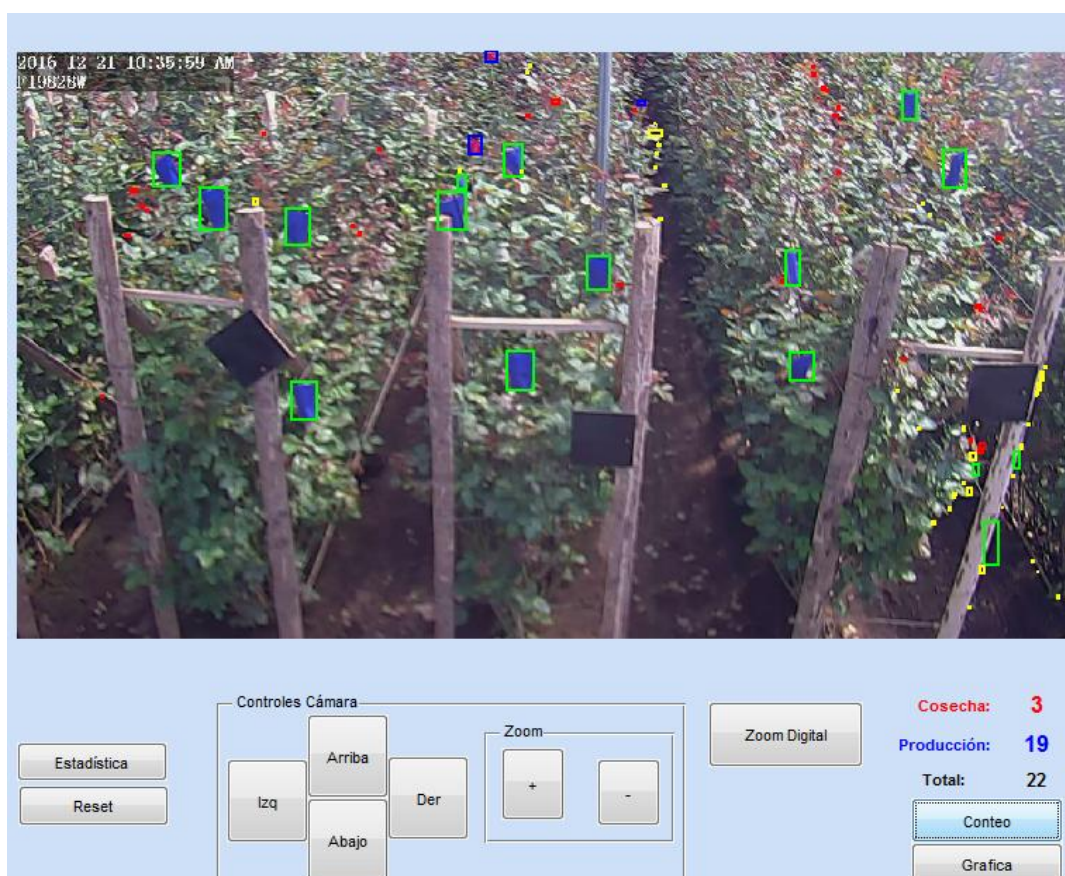


Figura 59. Conteo de las rosas de cosecha y producción en el SR

5.4 Análisis de resultados.

Para poder determinar el error promedio que va tener el Sistema Registrador de Crecimiento de rosas freedom, se realizó un análisis con objetos que puedan asemejarse a una rosa, en este caso se empleó globos largos y globos circulares, por la facilidad que tienen de modificar su tamaño mediante el ingreso de aire a diferentes presiones, para este caso se realizaron 100 mediciones, para el globo circular como el globo alargado. Para el globo circular (medición en alto) se obtuvo las siguientes mediciones las cuales se indican en la Tabla F-1 del ANEXO F. De las mediciones realizadas, se puede visualizar gráficamente cómo varía cada medición realizada por el Sistema respecto a la medición hecha en forma manual, ver figura 60.

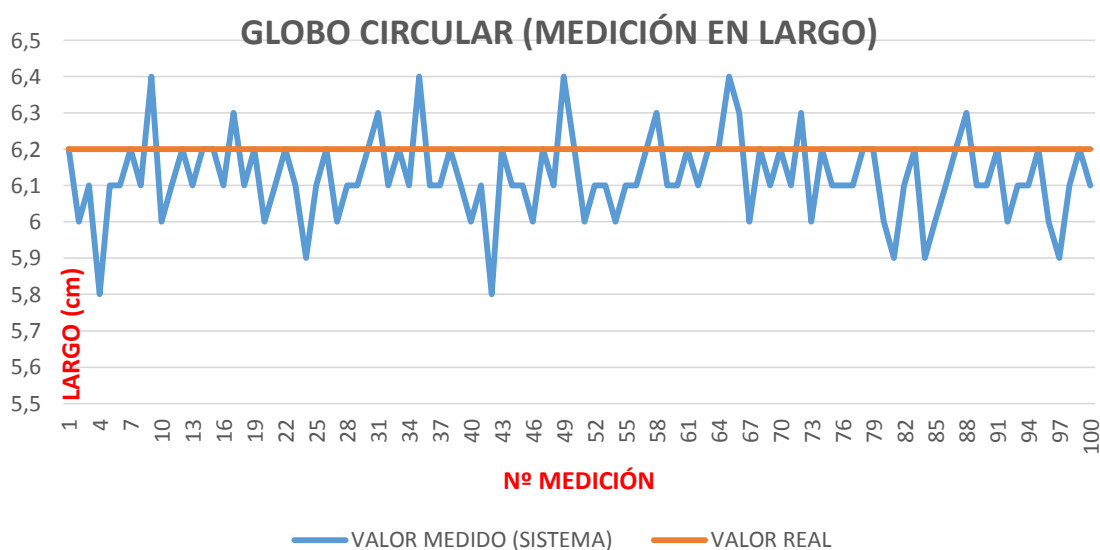


Figura 60. Mediciones del globo circular Manual vs Sistema

Mediante Microsoft Excel se realizó el cálculo de los valores estadísticos mediante cada una de las funciones respectivas a cada variable, obteniendo los siguientes resultados:

Moda: = MODA(número1;[número2];.....)

Moda = 6,1

Promedio: = PROMEDIO(número1;número2;.....)

Promedio = 6,124

Desviación estándar: = DESVEST.M(número1;número2;.....)

Desviación Estándar = 0,11469767

Número de mediciones realizadas: **n = 100**

Varianza: = VAR.S(número1;número2;.....)

Varianza = 0,013155556

Finalmente se obtienen los errores absolutos y relativos de cada medición, como se indica en la Tabla F-2 del ANEXO F y de esta forma a través de los errores absolutos de cada medición, se obtiene un valor promedio de la sumatoria total.

$$\overline{xe_{abs}} = \frac{10.4}{100}$$

$$\overline{xe_{abs}} = 0,104$$

Por lo que se puede determinar que el error promedio generado por el Sistema con respecto a la medición real obtenida previamente en el caso del Globo Circular (Medición en Alto), es de 0,104.

En la figura 61 se indica la dispersión del error de cada medición con respecto al error óptimo esperado que viene a ser de cero.

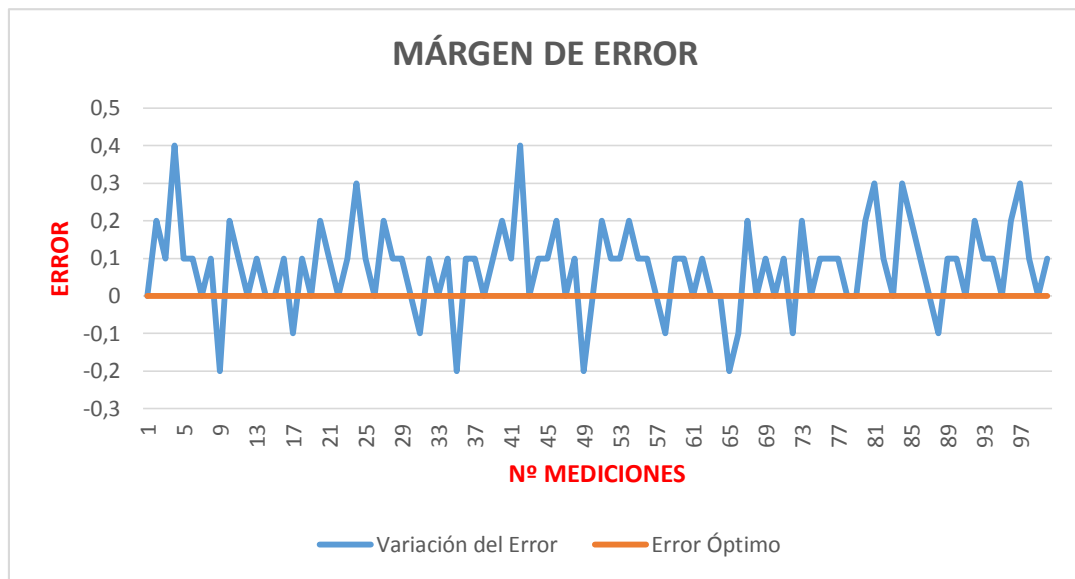


Figura 61. Margen de error en mediciones del globo circular (alto)

Finalmente mediante el histograma de frecuencias se puede visualizar, que el dato 6,1 cm es el que tiene mayor grado de repetitividad, acercándose al valor real que corresponde de 6,2 cm, ver figura 62.

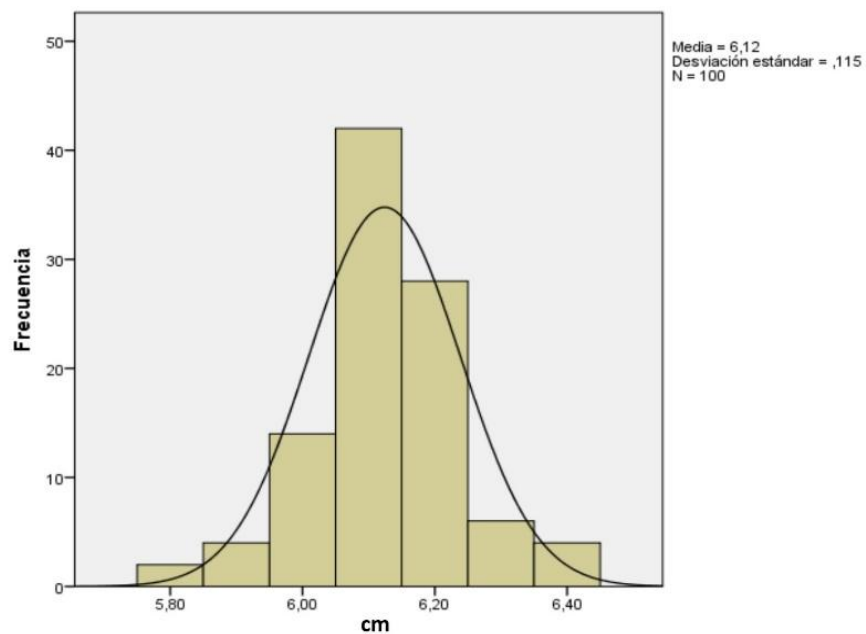


Figura 62. Histograma de frecuencias del globo circular (alto)

De igual manera se realizó un total de 100 mediciones para el globo alargado (medición en ancho), del cual se obtuvo las siguientes mediciones las cuales se indican en la Tabla F-3 del ANEXO F. De las mediciones realizadas, se puede visualizar gráficamente cómo varía cada medición realizada por el Sistema respecto a la medición hecha en forma manual, ver figura 63.

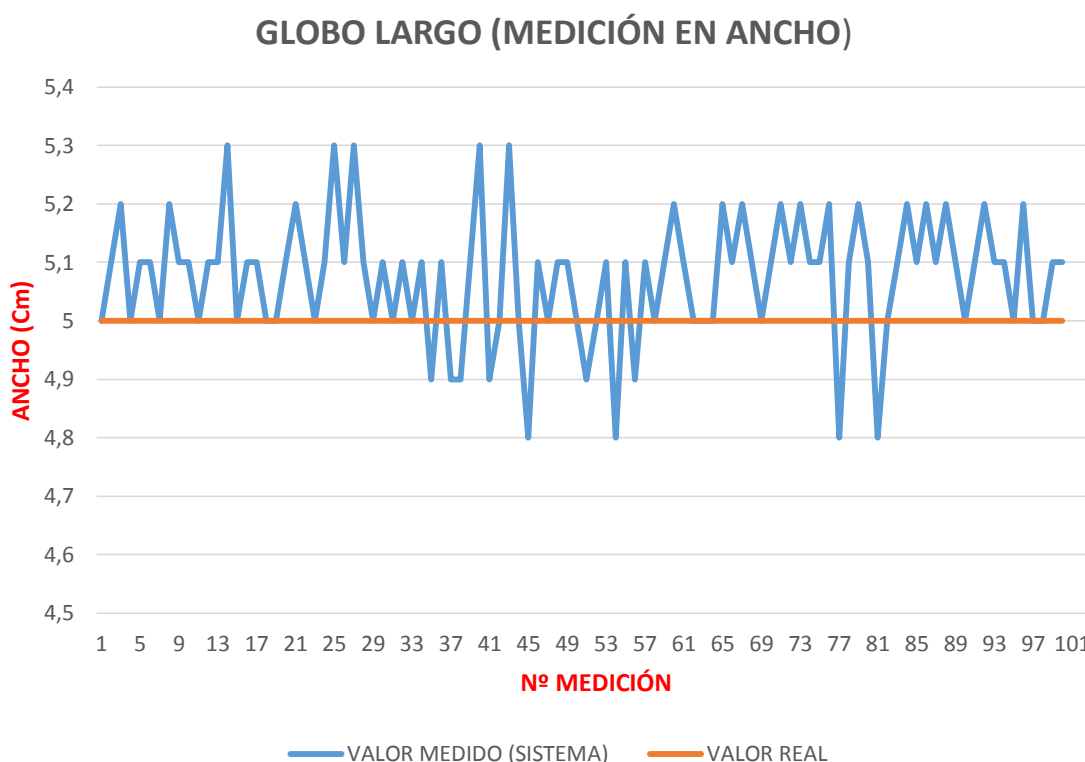


Figura 63. Mediciones del globo alargado Manual vs Sistema

Mediante Microsoft Excel se realizó el cálculo de los valores estadísticos mediante cada una de las funciones respectivas a cada variable, obteniendo los siguientes resultados:

Moda: = MODA(número1;[número2];.....)

Moda = 5,1

Promedio: = PROMEDIO(número1;[número2];.....)

Promedio = 5,075

Desviación estándar: = DESVEST.M(número1;[número2];.....)

Desviación estándar = 0,108

Número de mediciones realizadas: **n = 100**

Varianza: = VAR.S(número1;[número2];.....)

Varianza = 0,0116

Finalmente se obtienen los errores absolutos y relativos de cada medición, como se indica en la Tabla F-4 del ANEXO F y de esta forma a través de los errores absolutos de cada medición, se obtiene un valor promedio de la sumatoria total.

$$\overline{xe_{abs}} = \frac{11.2}{100}$$

$$\overline{xe_{abs}} = 0,112$$

Por lo que se puede determinar que el error promedio generado por el Sistema con respecto a la medición real obtenida previamente en el caso del Globo Alargado (Medición en Ancho), es de 0,112.

En la figura 64 se indica la dispersión del error de cada medición con respecto al error óptimo esperado que viene a ser de cero.

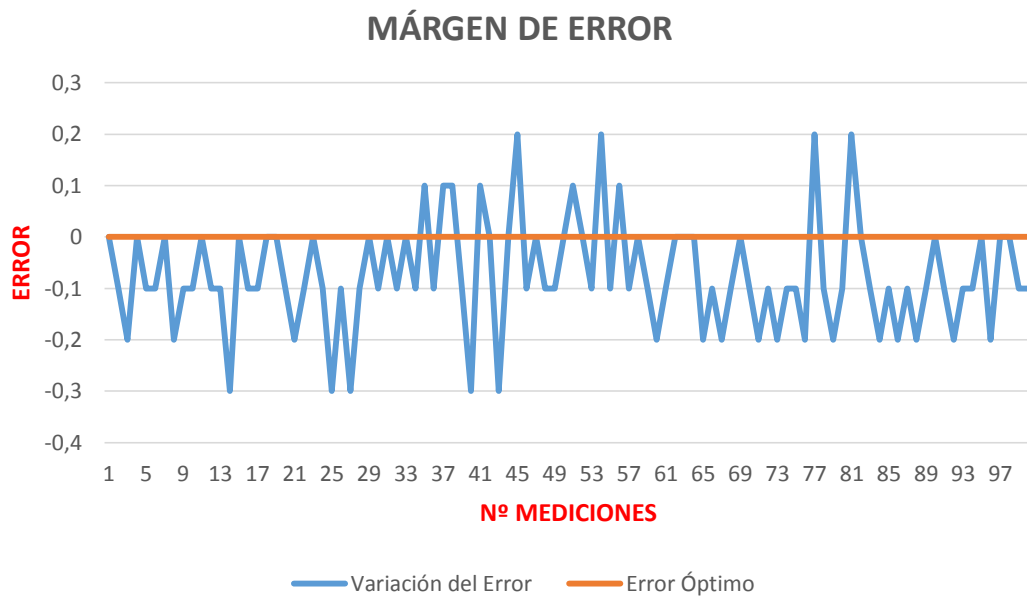


Figura 64. Margen de error del globo alargado (ancho)

Finalmente mediante el histograma de frecuencias se puede visualizar, que el dato 5,1 cm es el que tiene mayor grado de repetitividad, acercándose al valor real que corresponde de 5 cm, ver figura 65.

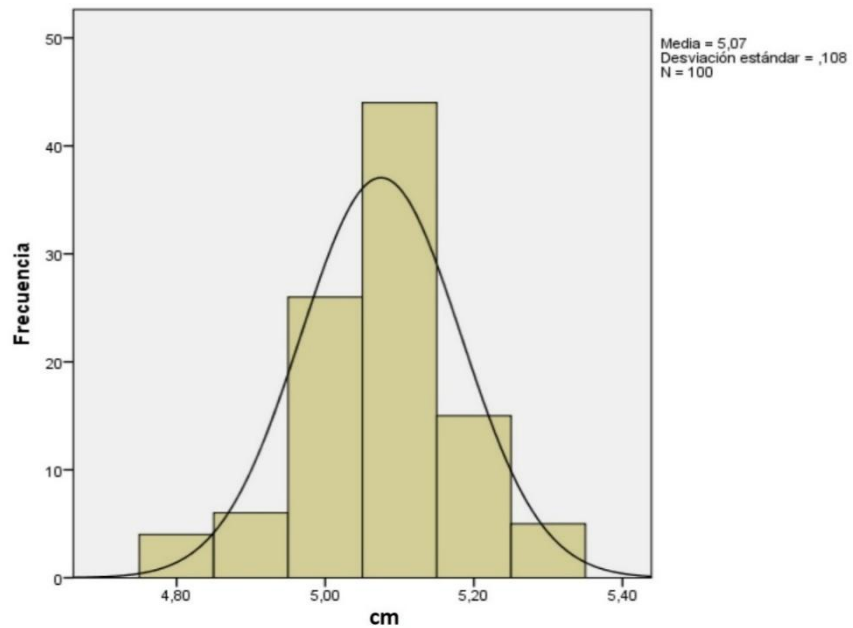


Figura 65. Histograma de frecuencias del globo alargado (ancho)

Después de haber determinado el valor de error que presenta el sistema registrador para determinar que los datos estén entre el valor permitido, comparamos los valores entregados de manera manual y del sistema con respecto a las mediciones del primer día, quinto y el décimo día, en cuanto a la medición del tallo y botón tanto en alto y ancho respectivamente.

- **Datos del Primer Día**

En la Tabla 22 se puede ver los datos registrados en el primer día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el tallo en alto y ancho de las diferentes rosas o secciones de trabajo.

Tabla 22.

Alto y ancho del tallo del Sistema vs Manual (1er día)

Valor del Tallo Manual vs Sistema del Primer Día				
Flor (Sección)	Tallo Medido Manualmente		Tallo Medido por el Sistema	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho
N° 1	78	0,7	77,873	0,82259
N° 2	81	0,6	81,522	0,60585
N° 3	69	0,6	69,173	0,61585
N° 4	6	0,4	5,9731	0,39914
N° 5	69	0,6	69,027	0,61212
N° 6	64	0,5	64,449	0,64921
N° 7	32,5	0,5	32,193	0,49892
N° 8	79	0,7	79,251	0,71176

En la figura 66 se puede ver los datos registrados en el primer día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el alto del tallo de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras.

ALTO DEL TALLO SISTEMA VS MANUAL (POR SECCIÓN)

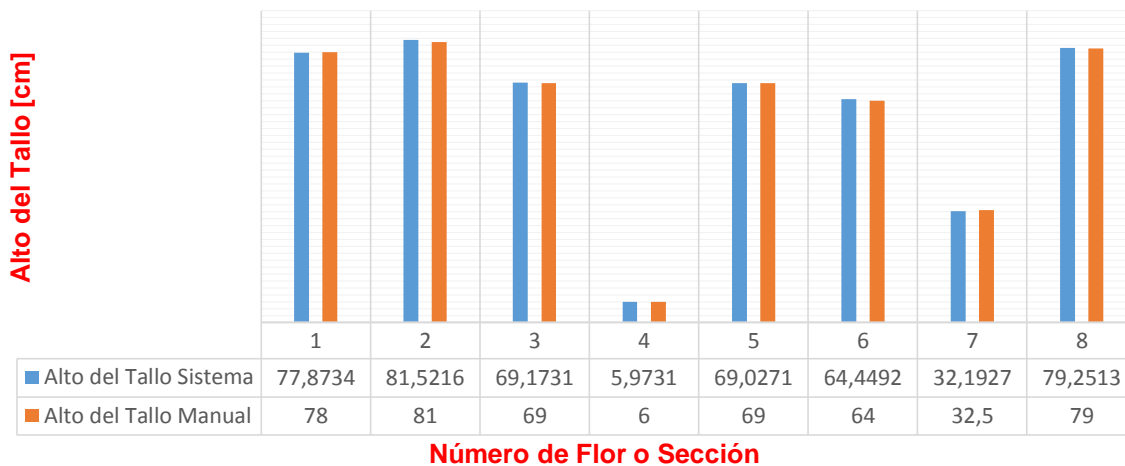


Figura 66. Alto del tallo del Sistema vs Manual (1er día)

En la figura 67 se puede ver los datos registrados en el primer día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el ancho del tallo de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras.

ANCHO DEL TALLO SISTEMA VS MANUAL (POR SECCIÓN)

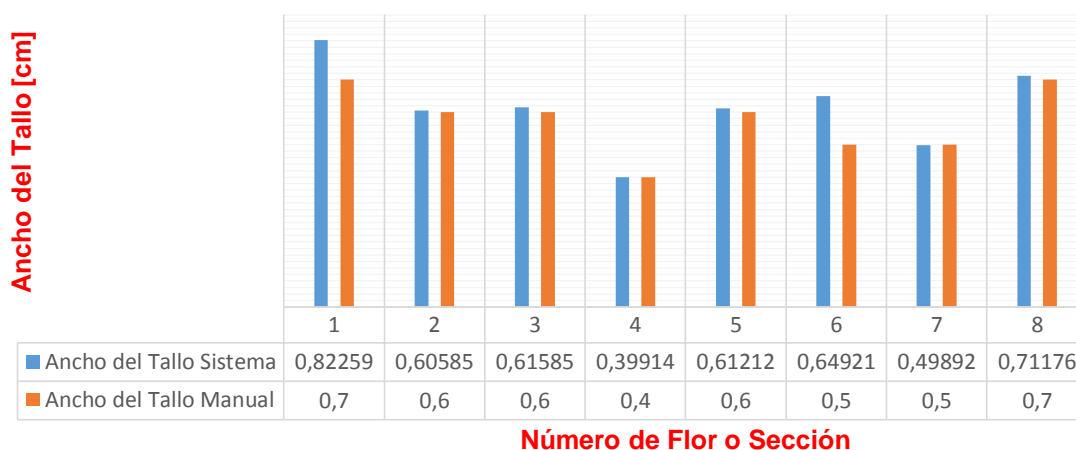


Figura 67. Ancho del tallo del Sistema vs Manual (1er día)

En la Tabla 23 se puede ver los datos registrados en el primer día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el botón en alto y ancho de las diferentes rosas o secciones de trabajo.

Tabla 23

Alto y ancho del botón del Sistema vs Manual (1er día)

Valor del Botón Manual vs Sistema del Primer Día				
Flor (Sección)	Botón Medido Manualmente		Botón Medido por el Sistema	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho
N° 1	3	2,5	3,1217	2,6938
N° 2	3	1,5	3,1875	1,4255
N° 3	3,4	1,6	3,4022	1,6077
N° 4	0	0	0	0
N° 5	2,8	1	2,8163	0,9779
N° 6	2	0,6	2,0232	0,59556
N° 7	0	0	0	0
N° 8	0	0	0	0

En la figura 68 se puede ver los datos registrados en el primer día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el alto del botón de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras, para algunos casos el valor es 0 por lo que significa que la rosa no tiene botón.

ALTO DEL BOTÓN SISTEMA VS MANUAL (POR SECCIÓN)

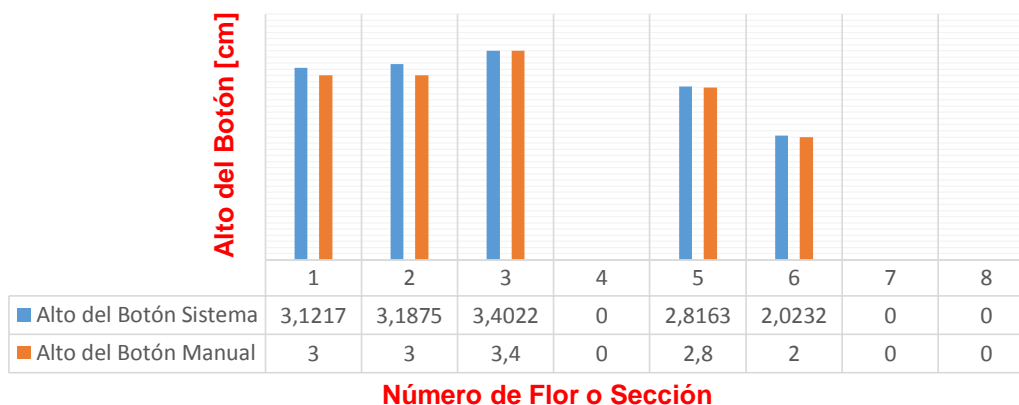


Figura 68. Alto de botón del Sistema vs Manual (1er día)

En la figura 69 se puede ver los datos registrados en el primer día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el ancho del botón de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras, para algunos casos el valor es 0 por lo que significa que la rosa no tiene botón

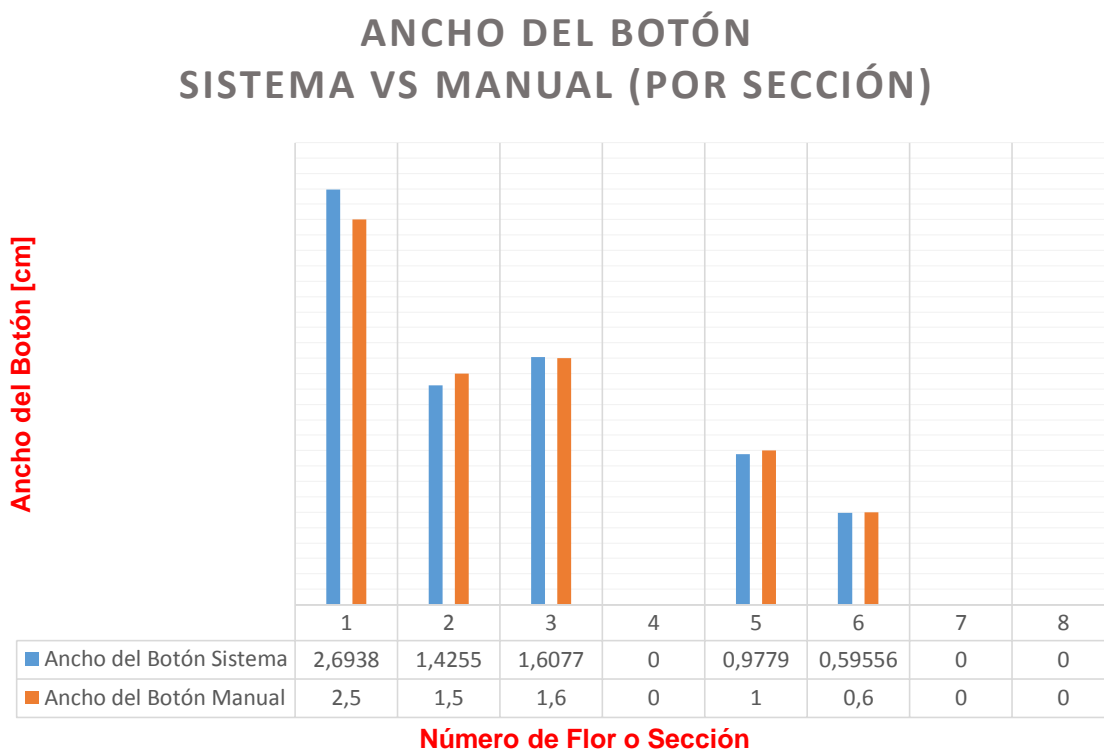


Figura 69. Ancho del botón del Sistema vs Manual (1er día)

- **Datos del Quinto Día**

En la Tabla 24 se puede ver los datos registrados en el quinto día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el tallo en alto y ancho de las diferentes rosas o secciones de trabajo.

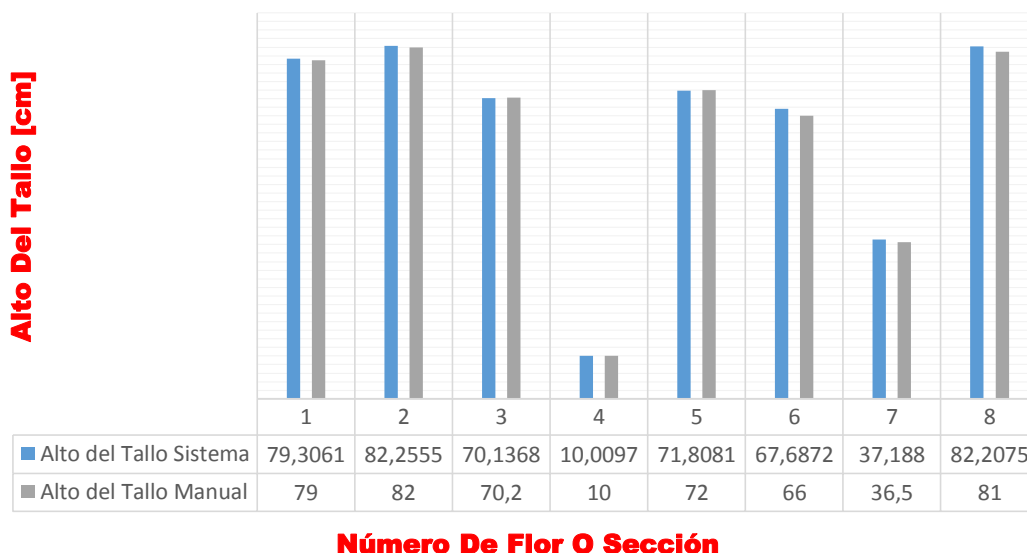
Tabla 24

Alto y ancho del tallo del Sistema vs Manual (5to día)

Valor del Tallo Manual vs Sistema del Quinto Día				
Flor (Sección)	Tallo Medido Manualmente		Tallo Medido por el Sistema	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho
N° 1	79	0,8	79,306	0,8755
N° 2	82	0,7	82,256	0,71202
N° 3	70,2	0,6	70,137	0,68694
N° 4	10	0,7	10,01	0,71773
N° 5	72	0,8	71,808	0,80722
N° 6	66	0,82	67,687	0,88722
N° 7	36,5	0,7	37,188	0,66152
N° 8	81	0,7	82,208	0,78352

En la figura 66 se puede ver los datos registrados en el quinto día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el alto del tallo de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras.

ALTO DEL TALLO SISTEMA VS MANUAL (POR SECCIÓN)



Número De Flor O Sección

Figura 70. Alto del tallo del Sistema vs Manual (5to día)

En la figura 71 se puede ver los datos registrados en el quinto día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el ancho del tallo de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras.

ANCHO DEL TALLO SISTEMA VS MANUAL (POR SECCIÓN)

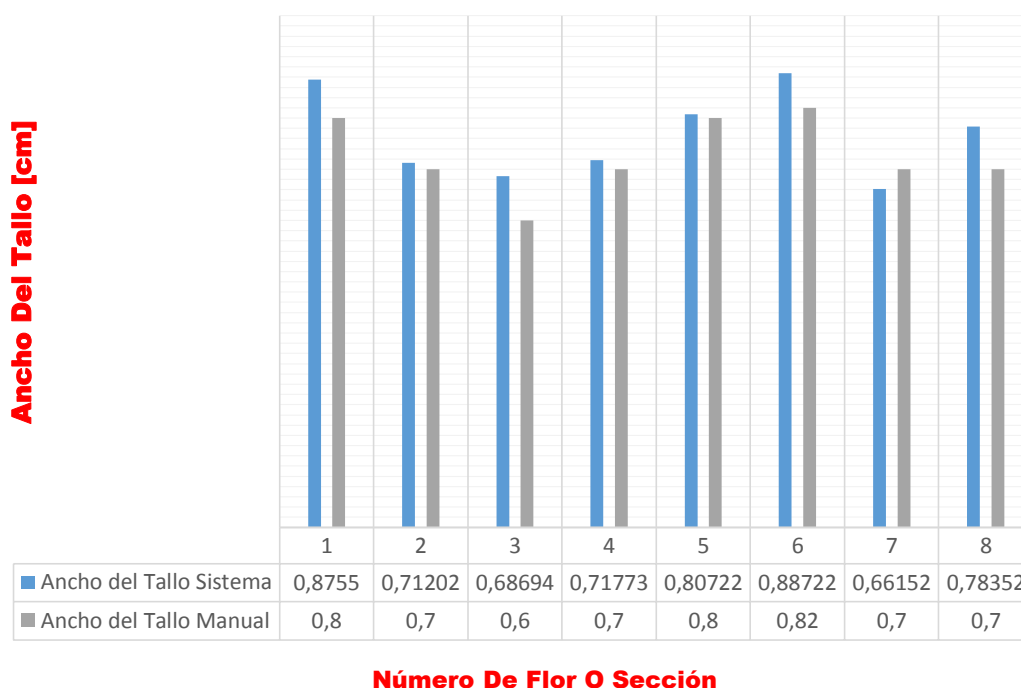


Figura 71. Ancho del tallo del Sistema vs Manual (5to día)

En la Tabla 25 se puede ver los datos registrados en el quinto día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el botón en alto y ancho de las diferentes rosas o secciones de trabajo.

Tabla 25

Alto y ancho del botón del Sistema vs Manual (5to día)

Valor del Botón Manual vs Sistema del Quinto Día				
Flor (Sección)	Botón Medido Manualmente		Botón Medido por el Sistema	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho
N° 1	3,8	2,8	3,8582	2,9294
N° 2	3,3	1,7	3,4228	1,7114
N° 3	3,7	1,6	3,8242	1,6385
N° 4	0	0	0	0
N° 5	3	1,2	3,0995	1,2609
N° 6	2,2	0,9	2,3757	1,0181
N° 7	0	0	0	0
N° 8	2,5	1,1	2,5075	1,0996

En la figura 72 se puede ver los datos registrados en el quinto día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el alto del botón de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras, para algunos casos el valor es 0 por lo que significa que la rosa no tiene botón.

ALTO DEL BOTÓN SISTEMA VS MANUAL (POR SECCIÓN)

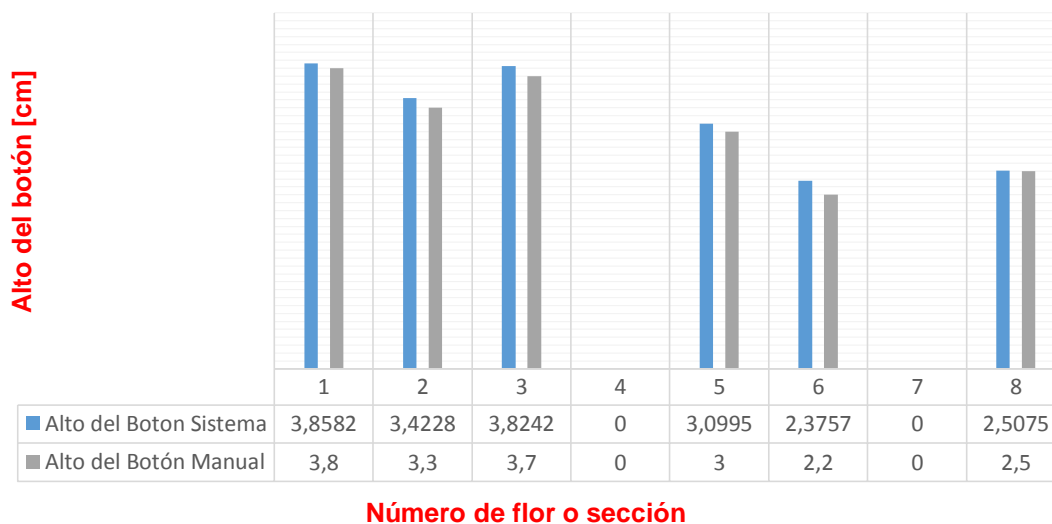


Figura 72. Alto del botón del Sistema vs Manual (5to día)

En la figura 73 se puede ver los datos registrados en el quinto día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el ancho del botón de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras, para algunos casos el valor es 0 por lo que significa que la rosa no tiene botón.

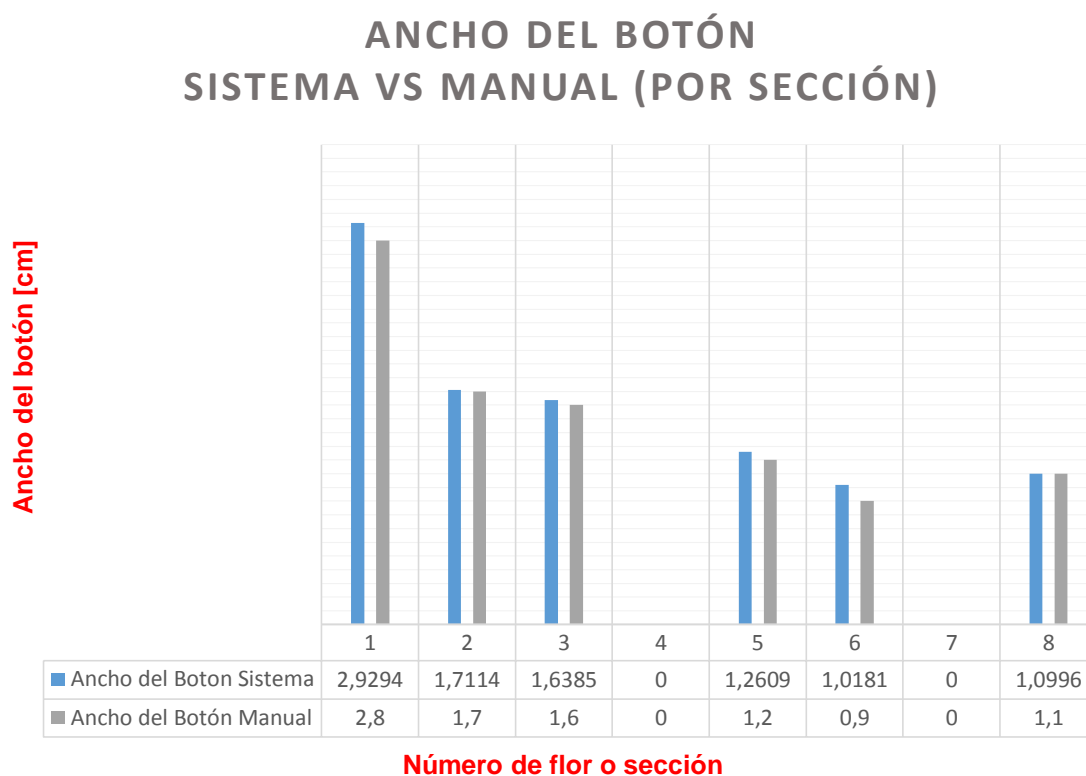


Figura 73. Ancho del botón del Sistema vs Manual (5to día)

- **Datos del Décimo Día**

En la Tabla 26 se puede ver los datos registrados en el décimo día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el tallo en alto y ancho de las diferentes rosas o secciones de trabajo.

Tabla 26

Alto y ancho del tallo del Sistema vs Manual (10mo día)

Valor del Tallo Manual vs Sistema del Décimo Día				
Flor (Sección)	Tallo Medido Manualmente		Tallo Medido por el Sistema	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho
N° 1	81	0,92	80,264	0,96453
N° 2	85	0,8	84,869	0,85945
N° 3	73	0,8	70,882	0,91685
N° 4	17	0,7	73,128	0,71343
N° 5	75	0,8	16,083	0,76444
N° 6	71	0,8	75,084	0,80999
N° 7	45	0,7	45,406	0,77484
N° 8	85	0,8	85,308	0,81859

En la figura 74 se puede ver los datos registrados en el décimo día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el alto del tallo de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras.

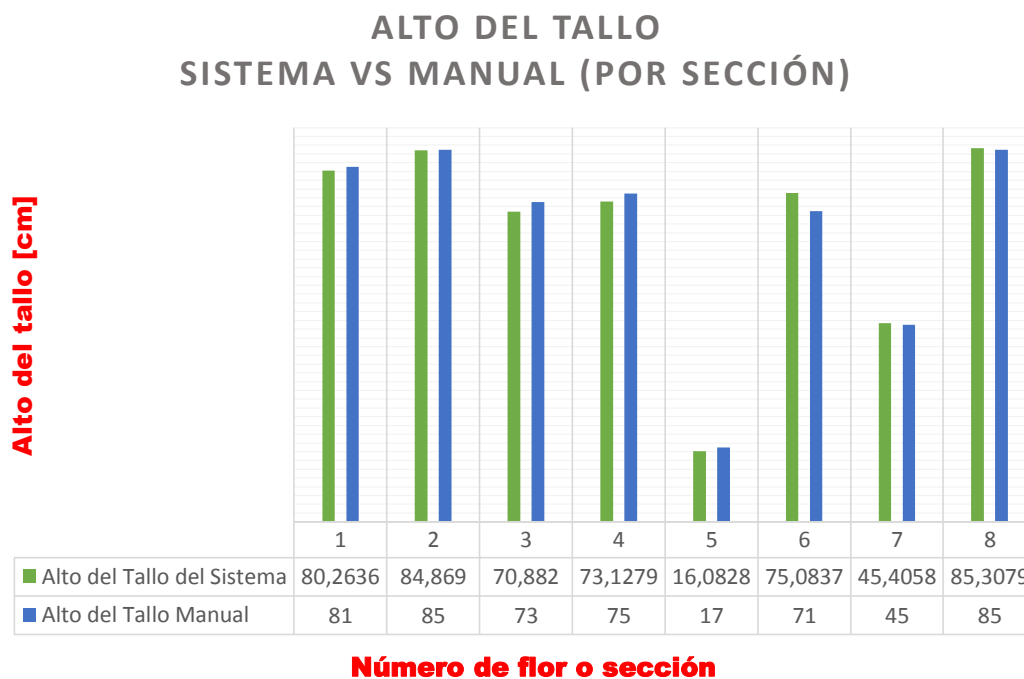


Figura 74. Alto del tallo del Sistema vs Manual (10mo día)

En la figura 75 se puede ver los datos registrados en el décimo día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el ancho del tallo de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras

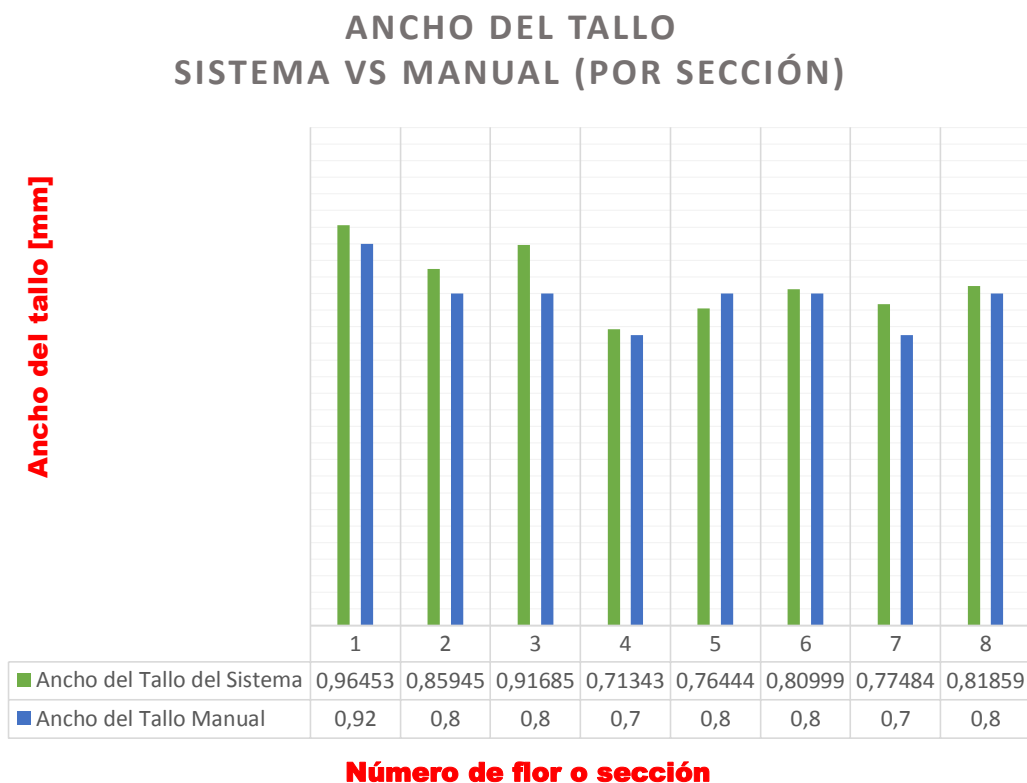


Figura 75. Ancho del tallo del Sistema vs Manual (10mo día)

En la Tabla 27 se puede ver los datos registrados en el décimo día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el botón en alto y ancho de las diferentes rosas o secciones de trabajo.

Tabla 27

Alto y ancho del botón del Sistema vs Manual (10mo día)

Valor del Botón Manual vs Sistema del Décimo Día				
Flor (Sección)	Botón Medido Manualmente		Botón Medido por el Sistema	
	Alto	Ancho	Alto	Ancho
N° 1	4,8	3,4	4,8227	3,4101
N° 2	3,8	2,2	3,8163	2,1072
N° 3	4,2	2,3	4,2654	2,1621
N° 4	0	0	0	0
N° 5	4,1	1,7	4,1795	1,6393
N° 6	3,2	1,3	3,2457	1,4337
N° 7	0	0	0	0
N° 8	4,8	1,4	4,8393	1,2733

En la figura 76 se puede ver los datos registrados en el décimo día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el alto del botón de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras, para algunos casos el valor es 0 por lo que significa que la rosa no tiene botón.

ALTO DEL BOTÓN SISTEMA VS MANUAL (POR SECCIÓN)

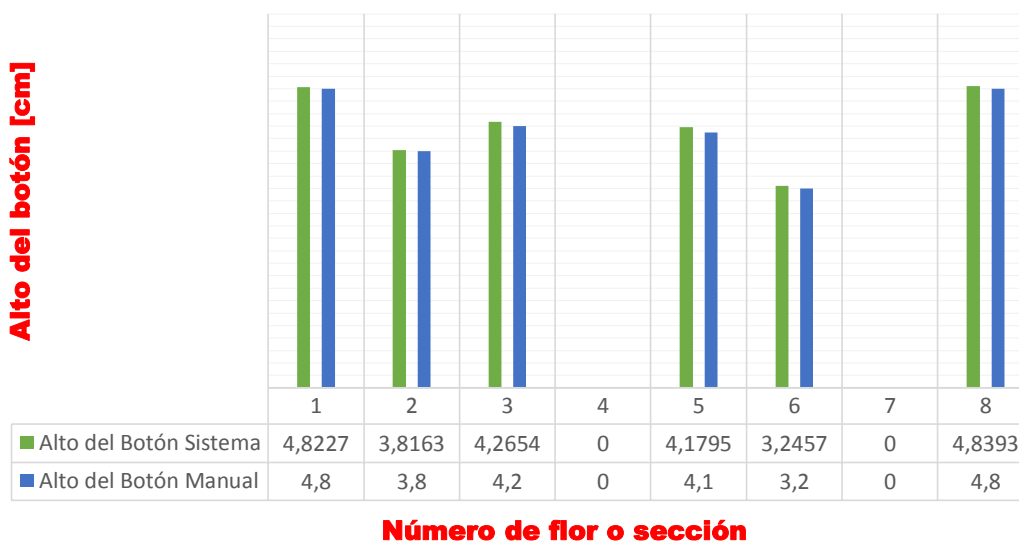


Figura 76. Alto del botón del Sistema vs Manual (10mo día)

En la figura 77 se puede ver los datos registrados en el décimo día con respecto a la medición manual y del sistema registrador en referencia al valor que tiene el ancho del botón de las diferentes rosas o secciones de trabajo por medio de un gráfico de barras, para algunos casos el valor es 0 por lo que significa que la rosa no tiene botón.

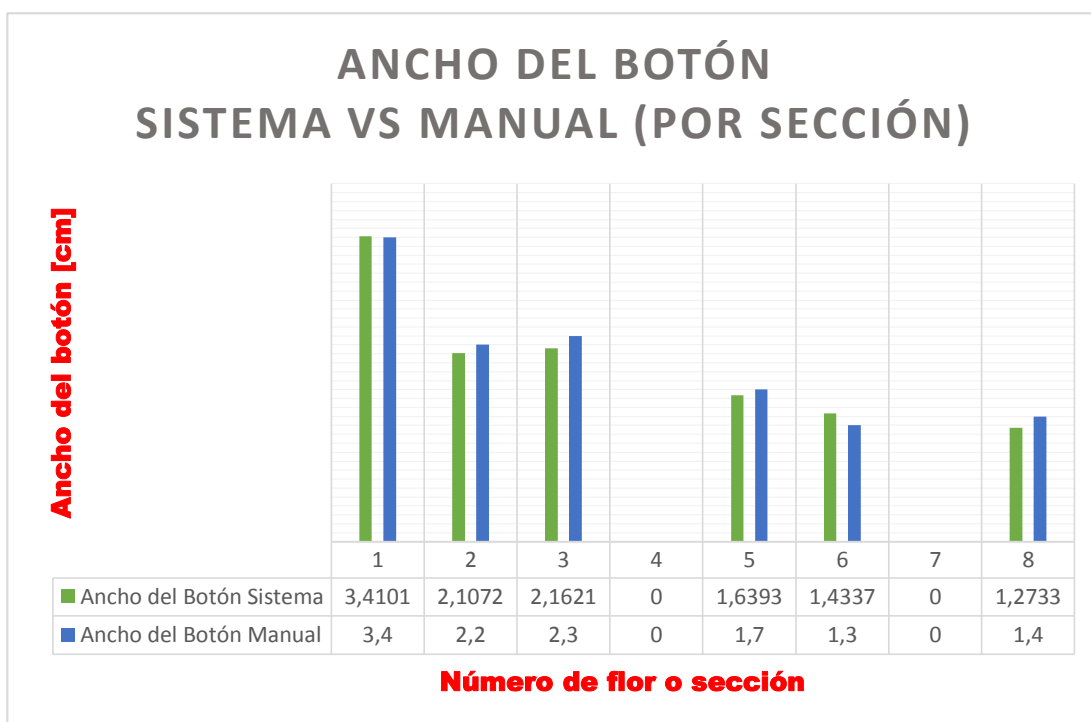


Figura 77. Ancho del botón del Sistema vs Manual (10mo día)

Finalmente después de realizar el análisis en cuanto a los valores de medición y los demás datos estadísticos de esta parte del sistema registrador, se procedió a guardarlos en la base de datos creadas en MySQL además para que estos datos sean guardados se comprobó el algoritmo de conteo para verificar su funcionamiento.

- **Verificación de la etapa de Conteo**

Para esta prueba de funcionamiento se tomó una muestra de 100 imágenes en la misma posición, en la cual se tiene rosas sin funda de contraste (cosecha) y con fundas de contraste (producción), en la cual

existen 24 rosas (cosecha) y 35 rosas (producción), como se muestra en la figura 78.



Figura 78. Cantidad de rosas de cosecha y producción

Mediante el sistema de tomo 100 imágenes obteniendo 100 valores para poder determinar el número de rosas de producción, dichos valores se encuentran en la Tabla F-5 del ANEXO F, a continuación se puede ver como varía cada uno de los 100 valores obtenidos respecto al valor verdadero, ver figura 79.

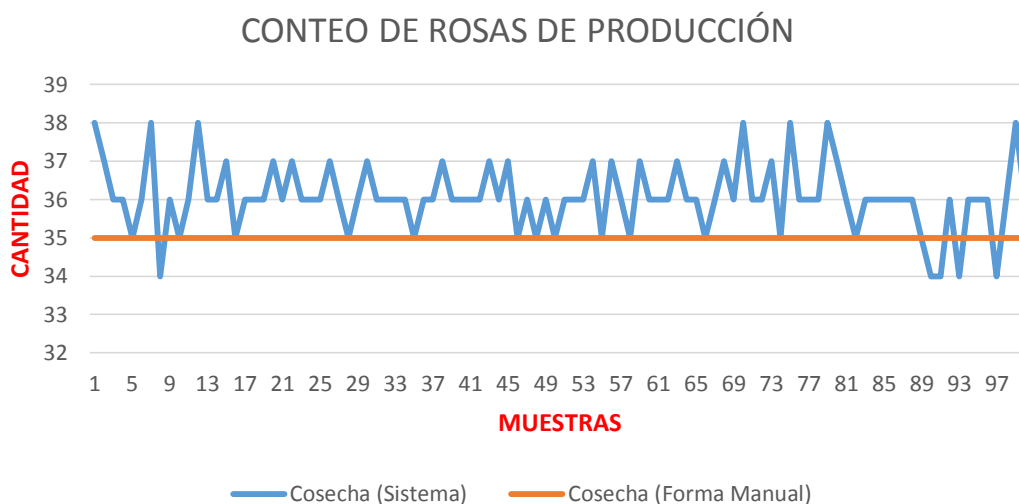


Figura 79. Valor del conteo de rosas de producción

Mediante Microsoft Excel se realizó el cálculo de los valores estadísticos mediante cada una de las funciones respectivas a cada variable, obteniendo los siguientes resultados:

Moda: = MODA(número1;[número2];.....)

Moda = 36

Promedio: = PROMEDIO(número1;[número2];.....)

Promedio = 36,06

Desviación estándar: = DESVEST.M(número1;[número2];.....)

Desviación estándar = 0,886

Número de mediciones realizadas: **n = 100**

Varianza: = VAR.S(número1;[número2];.....)

Varianza = 0,784

Finalmente se obtienen los errores absolutos y relativos del conteo, como se indica en la Tabla F-6 de ANEXO F y de esta forma a través de los errores absolutos del conteo respectivo, se obtiene un valor promedio de la sumatoria total.

$$\overline{xe_{abs}} = \frac{116}{100}$$

$$\overline{xe_{abs}} = 1,16$$

Por lo que se puede determinar que el error promedio generado por el Sistema con respecto al conteo de rosas de producción (fundas de contraste), llega a un valor de 1,16.

En la figura 80 se indica la dispersión del error de cada proceso de conteo realizado con respecto al error óptimo esperado que viene a ser de cero.

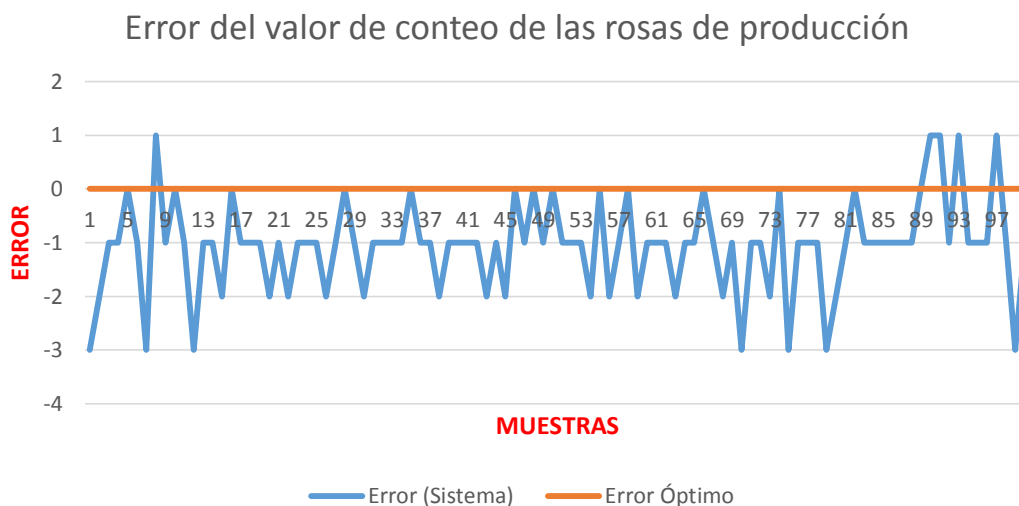


Figura 80. Valores del error de conteo de rosas de producción

Finalmente mediante el histograma de frecuencias se puede visualizar, que el dato 36 es el que tiene mayor grado de repetitividad, acercándose al valor real observado que corresponde de 35, ver figura 81.

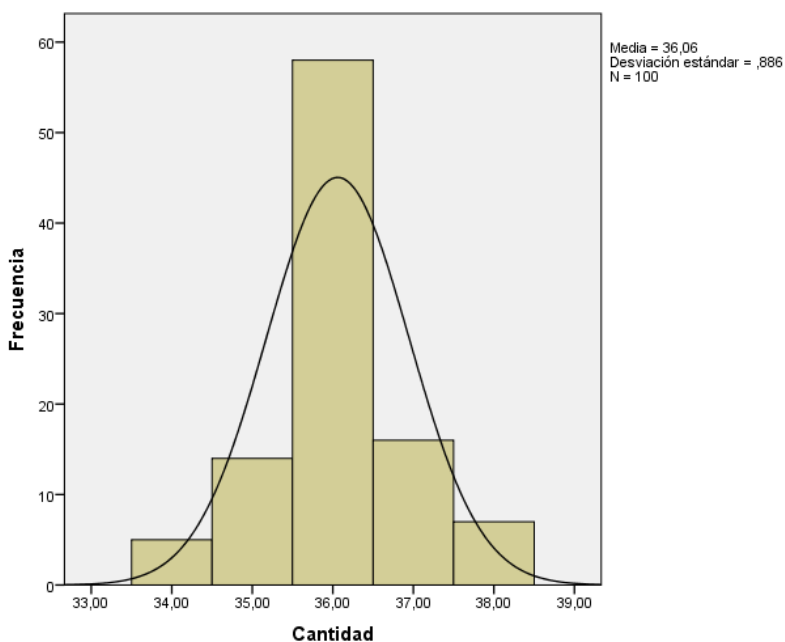


Figura 81. Histograma del conteo de rosas de producción

Finalmente se procede al conteo de rosas de cosecha (sin funda de contraste), tomando 100 muestras por lo que se obtuvo 100 valores, dichos datos se encuentran en la Tabla F-6 del ANEXO F, a continuación se puede ver como varía cada uno de los 100 valores obtenidos respecto al valor verdadero, ver figura 82.

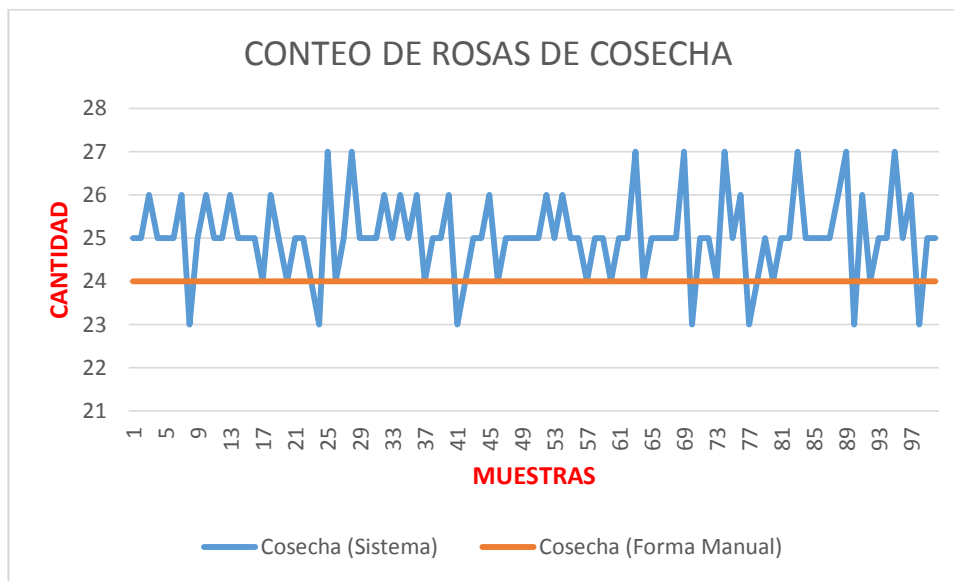


Figura 82. Valor del conteo de rosas de cosecha

Mediante Microsoft Excel se realizó el cálculo de los valores estadísticos mediante cada una de las funciones respectivas a cada variable, obteniendo los siguientes resultados:

Moda: = MODA(número1;[número2];.....)

Moda = 25

Promedio: = PROMEDIO(número1;[número2];.....)

Promedio = 25,04

Desviación estándar: = DESVEST.M(número1;[número2];.....)

Desviación estándar = 0,953

Número de mediciones realizadas: **n = 100**

Varianza: = VAR.S(número1;[número2];.....)

Varianza = 0,907

Finalmente se obtienen los errores absolutos y relativos de conteo, como se indica en la tabla N del Anexo F y de esta forma a través de los errores absolutos de cada conteo, se obtiene un valor promedio de la sumatoria total.

$$\overline{xe_{abs}} = \frac{118}{100}$$

$$\overline{xe_{abs}} = 1,18$$

Por lo que se puede determinar que el error promedio generado por el Sistema con respecto al conteo de rosas de cosecha (botones), el cual tiene un valor de 1,18.

En la figura 83 se indica la dispersión del error de cada proceso de conteo con respecto al error óptimo esperado que viene a ser de cero.

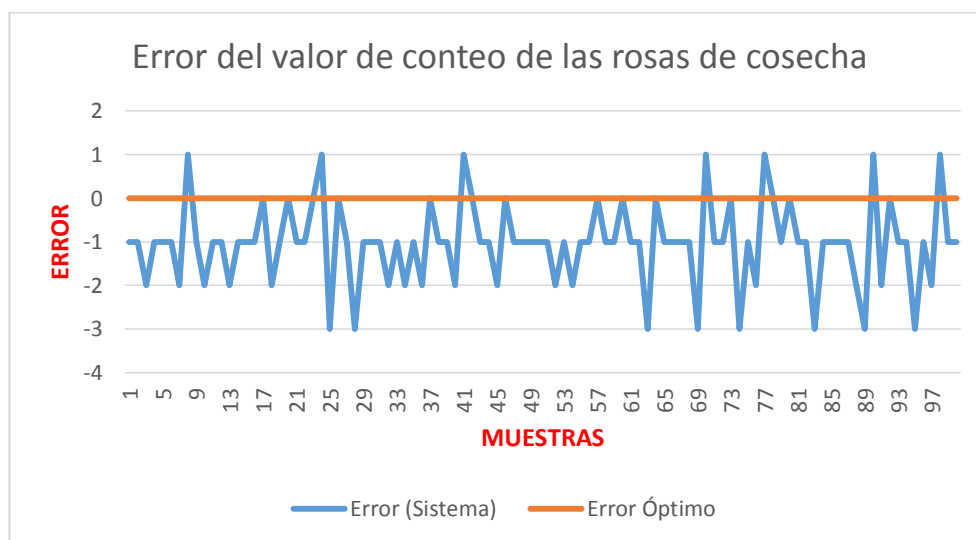


Figura 83. Valores del error de conteo de las rosas de cosecha

Finalmente mediante el histograma de frecuencias se puede visualizar, que el dato 25 es el que tiene mayor grado de repetitividad, acercándose al valor real observado que corresponde a 24, ver figura 84.

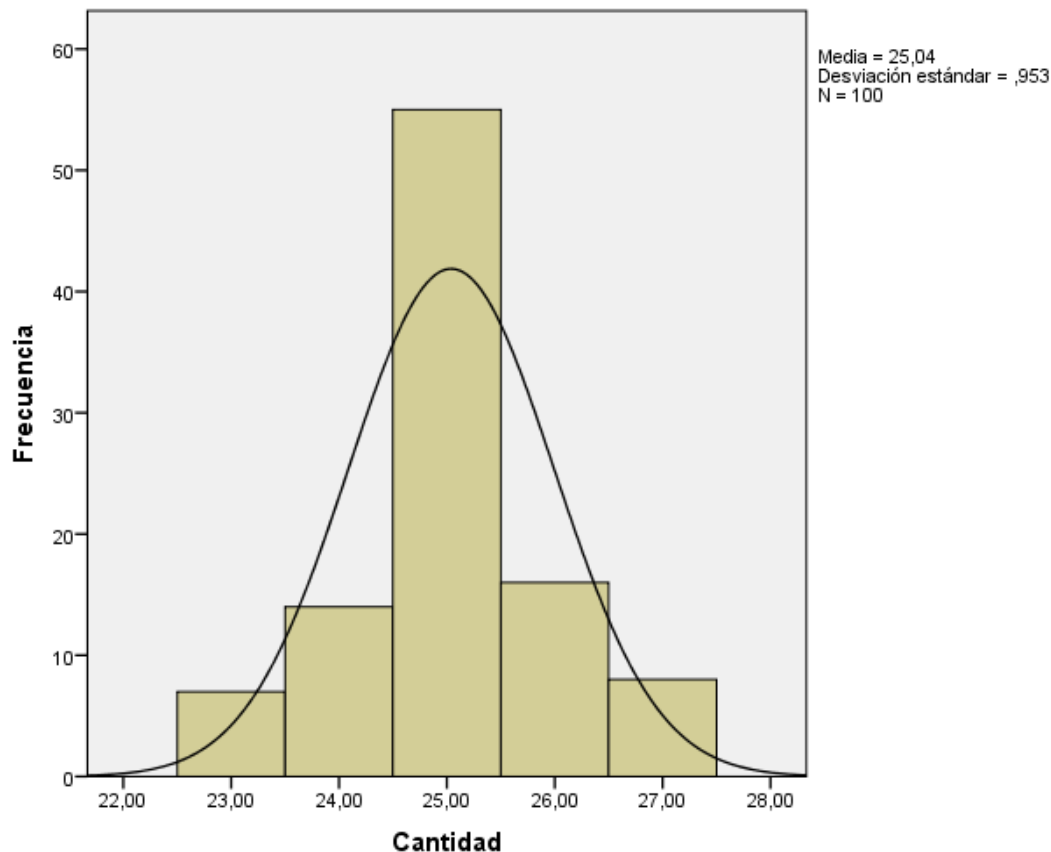


Figura 84. Histograma del conteo de rosas de cosecha

5.5 Comprobación de la hipótesis.

La hipótesis planteada para el proyecto de investigación es la siguiente:

“La implementación de un sistema registrador de crecimiento mediante el uso de técnicas de visión artificial permitirá clasificar el cultivo de rosas freedom”

Al concluir el presente proyecto de investigación se ha alcanzado los siguientes resultados que permiten verificar la hipótesis planteada empleando el método estadístico Chi-Cuadrado, ver Tabla 28.

Tabla 28**Valores de las variables del Chi-cuadrado (10 días)**

Sistema Registrador de Crecimiento de Rosas Freedom				
Pruebas	Rosas medidas sin error	Rosas medidas con error	Rosas no Procesadas	Total
Día 1	5	2	1	8
Día 2	5	2	1	8
Día 3	7	1	0	8
Día 4	7	1	0	8
Día 5	8	0	0	8
Día 6	6	2	0	8
Día 7	6	2	0	8
Día 8	7	1	0	8
Día 9	6	1	1	8
Día 10	6	1	1	8
Total	63	13	4	80

Para la validación de la hipótesis se utilizó el método del Chi-Cuadrado con un nivel de confianza del 95% o $\alpha=0,05$, el cual requiere generar una Hipótesis Nula H_0 y una Hipótesis Alternativa H_1 que se muestran a continuación.

- $H_0=$ ¿Si se puede clasificar el cultivo de rosas freedom empleando el sistema registrador de crecimiento?
- $H_1=$ ¿No se puede clasificar el cultivo de rosas freedom empleando el sistema registrador de crecimiento?

El cálculo de la frecuencia esperada se lo realizó de la siguiente manera, y sus valores se los muestra en la Tabla 29. Donde:

RSE= Rosas medidas sin error.

RCE= Rosas medidas con error.

RNP= Rosas no procesados

Tabla 29

Tabla de frecuencias esperadas

Tabla de Frecuencias esperadas				
Pruebas	RSE	RCE	RNP	Total
Día 1	Dato 1	Dato 3	Dato 5	Total Día 1
Día 2	Dato 2	Dato 4	Dato 6	Total Día 2
Total	Total RSE	Total RCE	Total RNP	Total

Donde:

$$\text{Dato1} = (\text{Total RSE} \times \text{Total Día1}) / (\text{Total})$$

$$\text{Dato2} = (\text{Total RSE} \times \text{Total Día2}) / (\text{Total})$$

.....

$$\text{Dato6} = (\text{Total RNP} \times \text{Total Día2}) / (\text{Total})$$

Para nuestro caso se establecen 3 datos por día, para lo cual se obtiene la tabla de frecuencias esperadas, como se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30

Tabla de frecuencias calculadas

Tabla de Frecuencias			
	RSE	RCE	RNP
Día 1	6,3	1,3	0,4
Día 2	6,3	1,3	0,4
Día 3	6,3	1,3	0,4
Día 4	6,3	1,3	0,4
Día 5	6,3	1,3	0,4
Día 6	6,3	1,3	0,4
Día 7	6,3	1,3	0,4
Día 8	6,3	1,3	0,4
Día 9	6,3	1,3	0,4
Día 10	6,3	1,3	0,4

Una vez obtenidos los valores de frecuencia esperada se procedió a realizar mediante Excel el cálculo del valor del Chi-cuadrado, esto se lo realizó mediante la función "PRUEBA.CHICUAD" permitiendo obtener el

valor de la distribución Chi-Cuadrado que posibilita determinar si un experimento se ajusta a los resultados teóricos.

$$p = \text{PRUEBA.CHICUAD}(\text{rango_real}; \text{rango_esperado})$$

$$p = 0,916610456$$

Posteriormente se procedió a calcular los grados de libertad y el valor Chi-Cuadrado-Inverso con la función "PRUEBA.CHI.INV".

$V =$ grados de libertad.

$$V = ((\text{número de filas}) - 1) * ((\text{número de columnas}) - 1)$$

$$V = (10 - 1) * (3 - 1)$$

$$V = 18$$

$$x^2_p = \text{PRUEBA.CHI.INV}(\text{probabilidad}; \text{grados_de_libertad})$$

$$x^2_p = 10,43956044$$

Finalmente se comparó el valor Chi-Cuadrado calculado $x^2_p = 10,43956044$, con el valor obtenido de la tabla de distribución Chi-Cuadrado con dieciocho grados de libertad y un nivel de confianza del 95% (ver anexo G) se obtuvo un valor Chi-Cuadrado tabla $x^2_t = 28,869$, permitiendo determinar si la hipótesis planteada es o no verdadera. A continuación se muestran las consideraciones que permiten validar la hipótesis nula o alternativa.

- Si el valor de Chi-Cuadrado calculado $x^2_p >$ Chi-Cuadrado tabla x^2_t se puede declarar que la H_0 es inválida, obteniendo como resultado H_1
- Si el valor de Chi-Cuadrado calculado $x^2_p <$ Chi-Cuadrado tabla x^2_t se puede declarar que la H_1 es inválida, obteniendo como resultado la H_0

$$x^2_p = 10,43956044 < x^2_t = 28,869$$

Al analizar los datos obtenidos y compararlos con los criterios anteriormente mencionados se puede concluir que si se puede clasificar el cultivo de rosas freedom empleando el sistema registrador de crecimiento.

5.6 Alcances y limitaciones.

5.6.1 Alcances.

- El sistema registrador permite realizar mediciones en alto y ancho para las rosas freedom.
- El sistema registrador permite realizar mediciones con un margen de error aproximado al 3%.
- El sistema registrador permite realizar el conteo de rosas freedom tanto en cosecha y producción.

5.6.2 Limitaciones.

- La falta de cámaras debido a su alto costo y requerimientos de compatibilidad con Matlab.
- Debido a la alta población de rosas, se toma como muestra 8 secciones, de las cuales se selecciona una rosa por sección para su análisis de crecimiento.
- Tener datos generados con exactitud por parte del sistema, debido a factores externos (iluminación, fundas de color similares al tallo y resolución de la cámara).

CONCLUSIONES

- El sistema registrador de crecimiento facilita al agricultor realizar una toma de datos continuos de las características evolutivas de crecimiento de las rosas freedom y lograr tener un mejor registro en cuanto a la cantidad de rosas que formarán parte de la futura cosecha.
- Las pruebas mediante objetos comunes sirvieron para conocer como el sistema funciona en entornos no estructurados, por lo que al realizar pruebas de mediciones a elementos patrones como el calibrador pie de rey se pudo validar el funcionamiento del sistema.
- El sistema registrador presentó un margen de error promedio de 0,104 cm en su medición en largo y 0,112 cm en su medición en ancho para los globos de prueba, pero al momento de realizar las mediciones de campo en el invernadero dicho margen de error se incrementó alrededor de los 0,3 cm, debido a la presencia de obstáculos como flores cercanas a los puntos específicos de medición o a su vez a errores humanos.
- En la parte de conteo el sistema registrador presenta un error aproximado a $\pm 2\%$ con respecto a la cantidad de rosas de producción y cosecha que ha logrado detectar.
- El error presentado en las mediciones no es estrictamente debido al sistema, sino que también es debido a fallas por parte del operario ya que es él quien se encarga de trazar las líneas de medición sobre las imágenes, y al no seleccionar en los puntos específicos su medición real se ve afectada.

- Con el empleo del sistema registrador de crecimiento se mejora el ambiente laboral del operador o agricultor, evitando que esté en continuo contacto con agentes químicos, pesticidas; los mismos que tienden a afectar su salud y ocasionar enfermedades laborales.
- Mediante el sistema desarrollado se ha logrado involucrar a los operarios a manejar herramientas tecnológicas para facilitar su trabajo cotidiano, y a través de dichas herramientas poder definir planes estratégicos para un mejor control de recursos agrícolas según la información recolectada en la base de datos de la evolución en el crecimiento de las rosas freedom.
- Con el sistema registrador de crecimiento se tiene una mayor exactitud al momento de clasificar los cultivos de rosas freedom durante la etapa de crecimiento.
- La selección de una rosa por sección se debe a la gran población de rosas en el invernadero, por lo que al analizar una rosa por cada sección se puede determinar la tendencia de crecimiento del resto de rosas que conforman las respectivas secciones.
- El valor de calibración difiere en cada sección debido a la visión estereoscópica de la cámara, por lo que las secciones 4 y 5 del área de prueba, toman un valor de calibración exacto con respecto al valor de referencia.
- El control de movimientos de la cámara Foscam FI9828W desde Matlab presenta un tiempo de retardo con respecto al Software propio de la cámara, debido a la forma de enlace que utilizan Matlab y la cámara.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda verificar previamente la compatibilidad de la cámara IP con Matlab, dado que existe restricción por parte de dicho Software al momento de establecer una conexión con determinados modelos de cámaras IP.
- Es necesario utilizar un mayor número de cámaras para tener el monitoreo total del invernadero.
- Para evitar adquirir un alto número de cámaras, se recomienda implementar un mecanismo de movimiento que permita recorrer a la cámara por toda el área del invernadero.
- Utilizar en la zona de trabajo fundas de contraste, para minimizar los errores al momento de realizar la etapa de conteo y tener un aproximado de la futura producción.
- De acuerdo a la zona donde va trabajar la cámara es necesario configurarla con una dirección IP estática y a su vez utilizarla en modo vía cable de red, ya que de esta forma se evita tener inconvenientes de desconexión y fallas de transmisión, debido al ambiente cerrado y factores externos como temperatura, humedad que existe dentro del invernadero.
- Al momento de manipular el sistema para realizar mediciones en las rosas, es necesario identificar las etiquetas colocadas sobre las mismas, ya que estas representan la zona desde donde empieza el tallo de la rosa a monitorear.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amazon. (29 de Diciembre de 2014). Recuperado el 12 de Marzo de 2016, de Amazon: <https://www.amazon.es/Foscam-FI9828W-vigilancia-exterior-motorizada/dp/B00HZR8VD4>
- Arce Ruiz, R. (2007). *Las tecnologías de la información y las comunicaciones y el medio ambiente* (Primera ed.). (F. G. Natural, Ed.) Barcelona, España. Recuperado el 14 de Agosto de 2016, de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:75783/componente75782.pdf
- Castro, C. (2011). Determinación de distancias entre objetos. (U. N. Colombia, Recopilador) Bogotá, Colombia. Recuperado el 5 de Enero de 2017, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/4204/1/CarlosJavierCastroQuintana.2011.pdf>
- CCM. (Octubre de 2016). *CCM*. Recuperado el 25 de Diciembre de 2016, de <http://es.ccm.net/contents/253-lan-red-de-area-local>
- Cheng, X., Ogawa, Y., & Fujiura, T. (9 de Octubre de 2015). A halation reduction method for high quality images of tomato fruits in greenhouse. *ScienceDirect Library* , 1-7. Recuperado el 16 de Octubre de 2016, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1881836615000439>
- Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (Octubre de 2008). *Insht*. Recuperado el 16 de Mayo de 2016, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Instituto/Comision/GruposTrabajo/ficheros/folleto%20enfermedades.pdf>
- Cuenca, E. d. (2009). Recuperado el 12 de Enero de 2017, de <http://informatica.uv.es/iiguia/VC/tutorial.pdf>

- Cuenca, E. d. (2012). Recuperado el 13 de Enero de 2017, de <http://informatica.uv.es/iiguia/VC/tutorial.pdf>
- Darquea E., J. (2013). *Evaluación del Comportamiento de Injertos en Rosas, de la Variedad Freedom, Realizadas con Yemas Ubicadas a Diferentes Alturas del Tallo*. Universidad Politécnica Salesiana, Quito. Recuperado el 16 de Octubre de 2016, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4773/1/UPS-CYT00088.pdf>
- DATAPRIX. (2014). Recuperado el 22 de Noviembre de 2016, de DATAPRIX Web site: <http://www.dataprix.com/bases-datos-mysql>
- Ecured. (2016). *Ecured*. Recuperado el 1 de Enero de 2017, de https://www.ecured.cu/Interfaz_de_usuario
- Exsis. (s.f.). *Exsis - Agricultura de Precisión*. Recuperado el 23 de Julio de 2016, de <http://agriculturadeprecision.co/agricultura-de-precision/>
- Fainstein, R. (1997). *Manual del Cultivo de Rosas en Latinoamérica*. Quito: Ecuafz. Recuperado el 17 de Agosto de 2016
- Fernández, N. (2011). *Introducción a la Visión Artificial*. Escuela Politécnica Superior Universidad de Córdoba, Córdoba, España. Recuperado el 16 de Octubre de 2016, de <http://www.uco.es/users/ma1fegan/2011-2012/vision/Temas/Vision-artificial.pdf>
- Foscam Corporation. (2014). Recuperado el 20 de Marzo de 2016, de Foscam UK Distribution: <http://foscam.uk.com/foscam-fi9828p>
- FotoNostra. (s.f.). *FotoNostra*. Recuperado el 20 de Octubre de 2016, de <http://www.fotonostra.com/albums/plantas/rosas.htm>
- Gallegos, P. (2014). Recuperado el 28 de Enero de 2017, de Calameo: <http://es.calameo.com/read/000876473ff21c1bfd361>
- García, B. (2014). *Tutorial de Matlab*. Universidad de las Américas de Puebla, Puebla, México, D.F. :Recuperado el 17 de Octubre de 2016,

de

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/garcia_b_s/capitulo3.pdf

Garcia, I. (2008). *Visión Artificial y Procesamiento Digital de Imágenes usando Matlab*. (P. U. Ecuador, Ed.) Ibarra, Ecuador. Recuperado el 12 de Agosto de 2016, de <https://es.scribd.com/doc/226655280/Vision-Artificial-y-Procesamiento-Digital-de-Imagenes-Usando-Matlab>

gsmSpain.com. (2016). Recuperado el 27 de Diciembre de 2016, de <http://www.gsmSpain.com/glosario/?palabra=WLAN>

Haimovich, D., & Rychter, D. (2015). *Desarrollo de Sistemas de Detección de Características Morfológicas de Plantas Mediante de Procesamiento Digital de Imágenes*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Argentina. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de http://pdi-fich.wdfiles.com/local--files/investigacion/PF_Rychter-Haimovich_Plantas.pdf

Heusleer, P. (1991). *Estudio de la Producción de Flores para Corte* (Primera ed.). Quito, Ecuador: Capeluz. Recuperado el 16 de Agosto de 2016

Hidalgo, E. (2017). *About.com en Español*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016, de <http://computadorasmac.about.com/od/nuevos-usuarios-mac/g/Interfaz-De-Usuario.htm>

INFAIMON S.L. (2017). *INFAIMON VISION ARTIFICIAL*. Recuperado el 1 de Enero de 2017, de <http://www.infaimon.com/es/software-de-imagen-industria>

Jiaofei, W., Shuangxi, W., & Yanli, C. (16 de Abril de 2011). Research on the color image segmentation of plant disease in the greenhouse. *IEEE Xplorer®, Digital Library*, 1 - 3. Recuperado el 16 de Octubre de 2016, de <http://ieeexplore.ieee.org/document/5768494/>

- Juan. (2016). *WebTaller*. Recuperado el 25 de Diciembre de 2016, de <http://www.webtaller.com/maletin/articulos/que-es-tecnologia-wi-fi.php>
- Las Plantas de Gema. (23 de Abril de 2008). *Blogspot Las Plantas de Gema*. Recuperado el 17 de Agosto de 2016, de http://lasplantasdegema.blogspot.com/2008/04/el-tallo-y-las-yemas_23.html
- LB-LINK*. (2004). Recuperado el 26 de Noviembre de 2016, de <http://www.lb-link.cn/products-detail.php?ProId=94>
- Lee, J.-G., Lee, H., & Moon, A. (15 de Diciembre de 2014). Segmentation method of COI for monitoring and prediction of the crop growth. *IEEE Xplorer®, Digital Library*, 1-2. Recuperado el 16 de Octubre de 2016, de <http://ieeexplore.ieee.org/document/6983239/>
- LEXIS. (20 de Octubre de 2008). (LEXIS, Ed.) Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- López, R. (2015). *Google Sites*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2016, de <https://sites.google.com/site/tecnorlopez39/home/tema-7-comunicaciones/2-comunicacion-alambrica>
- Lu, C., Deng, L., & Fei, M. (27 de Noviembre de 2015). An improved visualization modelling method of greenhouse tomato plants based on L-system. *IEEE Xplorer®, Digital Library*, 1-6. Recuperado el 16 de Octubre de 2016, de <http://ieeexplore.ieee.org/document/7382548/>
- Maestros del Web*. (23 de Marzo de 2001). Recuperado el 13 de Enero de 2017, de <http://www.maestrosdelweb.com/cgiintro/>
- Marcos enhancement*. (2016). Recuperado el 17 de Enero de 2017, de http://www.dimages.es/Tutorial%20A.l/calibra/marcos_calibra.htm
- Martínez, E. (2014). Recuperado el 14 de Setptiembre de 2016, de iimas: http://turing.iimas.unam.mx/~elena/PDI-Lic/Tema_1_DE.pdf

Nereida. (2014). Recuperado el 16 de Octubre de 2016, de Nereida Web site:

<http://nereida.deioc.ull.es/~pcgull/ihiu01/cdrom/matlab/contenido/node3.html>

Omron, INGenING, INTEPLAST, LAZPIUR, IKUSPE, EUSKO JAURLARITZA. (Febrero de 2012). Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de Visión Artificial Web site: http://visionartificial.fpcat.cat/wp-content/uploads/UD_1_didac_Conceptos_previos.pdf

Pérez, D. (26 de Octubre de 2007). *Maestros del Web*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2016, de <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>

Piza, G. (12 de Diciembre de 2013). *Blogspot*. Recuperado el 23 de Julio de 2016, de http://giordanapiza.blogspot.com/p/sector-agricola_9936.html

PRO ECUADOR. (15 de Abril de 2015). *PRO ECUADOR*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2016, de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/PROEC_AS2015_FLORES_VERANO.pdf

Rodríguez Ojeda, L. (2014). *Matlab Programación* (Primera ed.). (E. S. Litoral, Ed.) Guayaquil, Guayas, Ecuador. Recuperado el 18 de Octubre de 2016

Tocoma, G. (2014). Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de <http://alojamientos.us.es/gtocoma/pid/tema4.pdf>

Toledo, G., & Shiftan, Y. (5 de Junio de 2015). Can feedback from in-vehicle data recorders improve driver behavior and reduce fuel consumption? *ScienceDirect Library*, 1-11. Recuperado el 17 de Octubre de 2016, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096585641630773X>

Villegas, J. (30 de Abril de 2013). Recuperado el 22 de Noviembre de 2016, de Tecno Seguro: <http://www.tecnoseguro.com/tutoriales/video-ip/conceptos-basicos-en-comunicaciones-de-video-en-red.htm>

Vision Online S.L. (2015). Recuperado el 12 de Septiembre de 2016, de Vision Online Web site: <http://www.visiononline.es/es/actualidad-en-vision-artificial/la-vision-artificial-y-su-influencia-en-espana>

Yanchpaxi, J., & Calvache, M. (2010). *Elaboración de un manual técnico-práctico del cultivo de rosas (rosa sp.) para exportación*. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado el 17 de Agosto de 2016

ANEXOS

**ANEXO A:
CONFIGURACIÓN
DEL REPETIDOR BL
– 732RE**

Las características técnicas del repetidor WIFI se las puede visualizar en la tabla A – 1.

Tabla A - 1

Especificaciones técnicas del repetidor BL – 732RE

Especificaciones técnicas del repetidor WIFI	
Interface	1 LAN Port 1 WAN Port
Button	WPS / Reset Button
Operating Modes	Wireless Repeater / AP
Antenna	2 external antennas
Wireless Standards	IEEE802.11g (54Mbit/s), IEEE802.11b (11Mbit/s)
Frequency	2.4GHz
Signal Rate	Wireless speed up to 300Mbps
Wireless Security	WPA / WPA2 / WEP (128/64)
Wireless Functions	Repeater function allows more terminals to access the internet

Fuente: (LB-LINK, 2004)

Para la configuración del Dispositivo Repetidor BL - 732RE, se lo realizó mediante el Modo Wireless de la siguiente manera:

1. Conectar el Dispositivo Repetidor a un tomacorriente que se encuentre cerca al Router Original, es decir dicho Dispositivo debe estar en un lugar donde se tenga acceso a Internet.
2. Dar un click en el icono de red y seleccionar el Nombre de Red del Repetidor que por defecto viene dado como B-LINK_9D2900.
3. A través de un navegador por ejemplo Google Chrome, ubicar en la barra de direcciones, la dirección IP propia que viene dada en el Dispositivo Repetidor, en este caso la siguiente: <http://192.168.16.254>

4. Se aparece la siguiente pantalla en la que pide se ingrese el nombre de usuario y password del Dispositivo Repetidor. Por defecto el nombre de usuario y password es admin, ver figura A - 1.

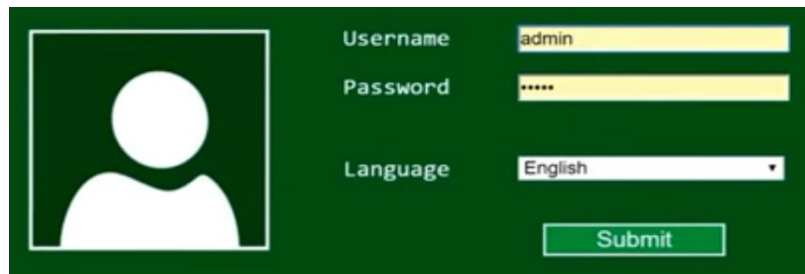
La imagen muestra una interfaz de usuario de configuración con un fondo verde oscuro. A la izquierda hay un ícono de un usuario. A la derecha, hay tres campos de entrada: 'Username' con el texto 'admin', 'Password' con caracteres ocultos por asteriscos, y 'Language' con un menú desplegable que muestra 'English'. Debajo de estos campos hay un botón rectangular con el texto 'Submit'.

Figura A - 1. Pantalla de identificación del repetidor

Fuente: (LB-LINK, 2004)

5. Se selecciona el Modo de Trabajo del Dispositivo, es decir se procede a escoger la opción Repetidor, ver figura A – 2.



Figura A - 2. Selección de la opción repetidor

Fuente: (LB-LINK, 2004)

6. Aparece una ventana que muestra la lista de las redes Wi-Fi que se encuentran cerca y a la cual se quiere acceder a través del dispositivo repetidor, en este caso se seleccionó la Red de origen del Router llamada "highconnection", ver figura A – 3.



Figura A - 3. Selección de la red de origen

Fuente: (LB-LINK, 2004)

- Después de seleccionar la Red Wi-Fi original de la que se va regenerar la señal con el dispositivo repetidor, se procede a colocar una clave de acceso, la cual en este caso puede ser la misma que se encuentra configurada en el Router Original, ver figura A – 4.



Figura A - 4. Asignación de la clave de acceso

Fuente: (LB-LINK, 2004)

- Finalmente aparece un mensaje indicando que el dispositivo repetidor se encuentra satisfactoriamente configurado.
- Retirar el Dispositivo Repetidor del tomacorriente.
- Colocar el Dispositivo Repetidor en el tomacorriente del lugar donde se desee tener un mejor acceso a Internet, es decir en lugares donde la señal de Internet del Router Original llega en mínima intensidad.

**ANEXO B:
CARACTERÍSTICAS
TÉCNICAS DE LA
CÁMARA**

La cámara IP Foscam FI9828W se la puede visualizar en la figura B – 1.



Figura B - 1. Cámara IP Foscam FI9828W

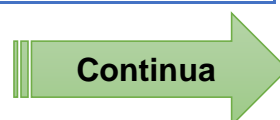
Fuente: (Foscam Corporation, 2014)

Las diferentes características técnicas de la cámara Foscam FI9828W se las puede visualizar en las siguientes tablas.

Tabla B - 1

Características de imagen de la cámara Foscam F9828W

Imagen / Lente	
Tipo de Sensor	1/3" CMOS
Resolución	1.3 Megapixels, 1280 x 960
Velocidad de Fotogramas	30fps
Iluminación mínima	0 Lux (With IR Illuminator)
Tipo de Lente	f:3.7mm~14.8mm, F:1.6
Zoom	3x Optical Zoom
Ángulo de Visión Diagonal	75°



Ángulo de Visión Horizontal	30-68°
Ángulo de Rotación	Horizontal 355°, Vertical 78°
Modo Infrarrojo	Automatic or Manual
Visión Nocturna	20 Meters

Fuente: (Foscam Corporation, 2014)

Tabla B - 2

Características de conectividad de la cámara Foscam FI9828W

Conectividad	
Ethernet	Si , RJ45 Connection
Wireless	IEEE 802.11b/g/n
Wireless Security	WEP, WPA, WPA2

Fuente: (Foscam Corporation, 2014)

Tabla B - 3

Características de software de la cámara Foscam FI9828W

Características del Software	
Formato de video	H.264
Multi-Stream	Dual Streams
Detección de movimiento	Si
E-mail/FTP Alarma	Si
Grabación Programada	Si
UPnP	Si
Servidor Integrado DDNS	Si
Navegadores Compatibles	Windows: IE6 and above, Firefox, Chrome. Mac: Safari
OS Supported	Android, iOS
Firewall	Soporta Filtrado IP
Cuentas de Usuario	Tres niveles de roles de usuario

Fuente: (Foscam Corporation, 2014)

Tabla B - 4

Características de audio de la cámara Foscam FI9828W

Audio	
Soporte de Audio Bidireccional	Si
Entrada Externa de micrófono	Si
Salida Externa de altavoz	Si

Fuente: (Foscam Corporation, 2014)

Tabla B - 5

Características físicas y de entorno de la cámara Foscam FI9828W

Características Físicas y su Entorno	
Grado de Protección	IP66 Calificado
Dimensiones (mm)	240(L) x 140(W) x 260(H)
Peso neto	1100g
Adaptador de Corriente	12V/2A
Consumo de Energía	<12W
Temperatura de Funcionamiento	-20°C ~ 60°C
Humedad de Funcionamiento	10% ~ 80% sin condensación
Reset	Vía Botón
Garantía	Garantía Limitada de 2 años

Fuente: (Foscam Corporation, 2014)

ANEXO C: CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA

La configuración de la cámara se lo realizó para el funcionamiento vía cable de red, adicionalmente asignándola una dirección IP estática, dicho procedimiento se lo realiza de la siguiente manera:

1. Realizar las respectivas conexiones para el encendido de la cámara es decir conectar la fuente de poder de la cámara al tomacorriente y el cable de red de la misma al Repetidor BL - 732RE.
2. Mediante el programa IP Camera Tool, buscar la dirección IP que ha sido asignada a la cámara por parte de la red en dicho instante.
3. Una vez encontrada la dirección IP de la cámara, dar click derecho sobre la misma y elegir la opción Network Configuration, como se muestra en la figura C -1.

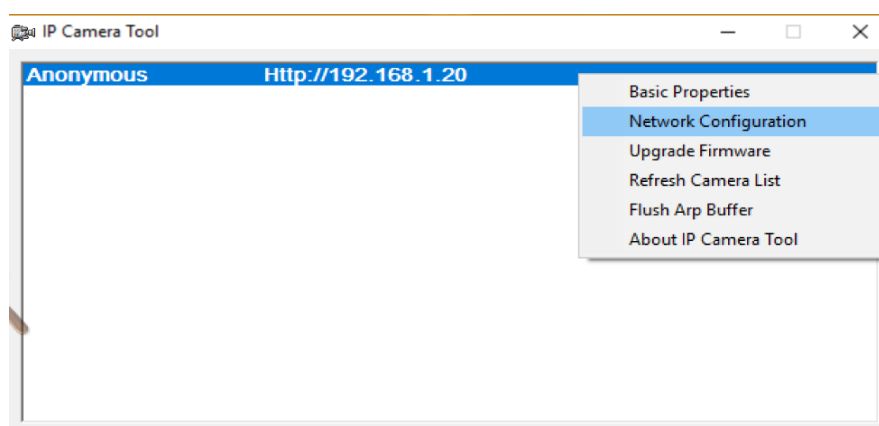


Figura C - 1. Ventana de configuración de la cámara IP

4. Deshabilitar la opción, Obtain IP from DHCP server.
5. Se procede a configurar los siguientes parámetros, ver figura C – 2, tomando en cuenta lo siguiente:
 - **IP Address.-** Es la dirección que se va a asignar a la cámara, la cual debe estar dentro del rango de direcciones del router.
 - **Subnet Mask.-** Por defecto será 255.255.255.0
 - **Gateway.-** Representa la dirección IP del router.
 - **DNS Server.-** Se coloca la misma dirección colocada en el Gateway.

- **Http Port.-** Especifica que el navegador web se conecta en un determinado puerto del servidor HTTP.
- **User.-** Nombre de Usuario de la cámara.
- **Password.-** Clave de acceso de la cámara.

Obtain IP from DHCP server

IP Address	192 .168 . 1 .100
Subnet Mask	255 .255 .255 . 0
Gateway	192 .168 . 1 . 1
DNS Server	192 .168 . 1 . 1

Http Port

User

Password

Figura C - 2. Parámetros de configuración

6. Se espera un lapso de un minuto, mientras la cámara se reinicia.
7. Finalmente la cámara ha sido configurada con una dirección estática, para verificar que la configuración ha sido realizada con éxito se ingresa en la barra de direcciones de un navegador de Internet la dirección configurada en este caso:

http://192.168.1.100:3333

**ANEXO D:
CONFIGURACIÓN
MYSQL Y
MATLAB**

Para realizar la comunicación entre Matlab y la Base de Datos MySQL, se lo realiza utilizando el estándar ODBC, de la siguiente manera.

1. Disponer de una base de datos creada dentro de MySQL, la misma que contenga tablas y datos en la misma.
2. Dirigirse a Matlab y en la pantalla de Command Window, escribir el comando **dexplore**.
3. Aparece la pantalla DATABASE EXPLORER, y en la esquina superior izquierda de la misma, seleccionar New y después la opción ODBC, ver figura D – 1.

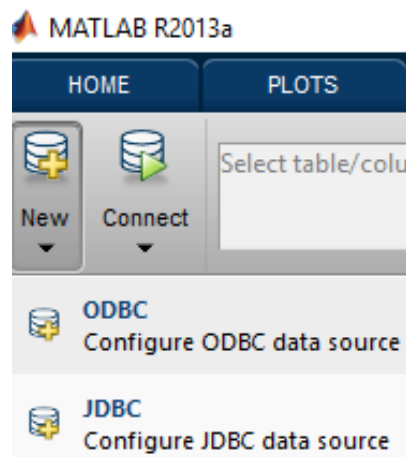


Figura D - 1. Ventana database MySQL

4. En las pantallas que se despliegan elegir la opción Agregar seguido de la opción MySQL ODBC 5.3 Unicode Driver.
5. Se presenta la ventana de la figura D – 2, en la cual se realiza el proceso de conexión, de la siguiente manera:

Dónde:

- **'Datos_floricola'** es el nombre de archivo con el que se guardará dentro de ODBC.
- **'local host'** es el host necesario para conectarse a una base de datos se encarga de proveer datos como *ip*, *url* o un puerto de acceso.

- ‘root’ es el nombre de usuario del propietario de la base de datos utilizada ‘.....’ es el nombre de la contraseña para poder acceder a la base de datos MySQL.
- ‘floricola’ es el nombre de la base de datos a la cual se especifica se va realizar la conexión.

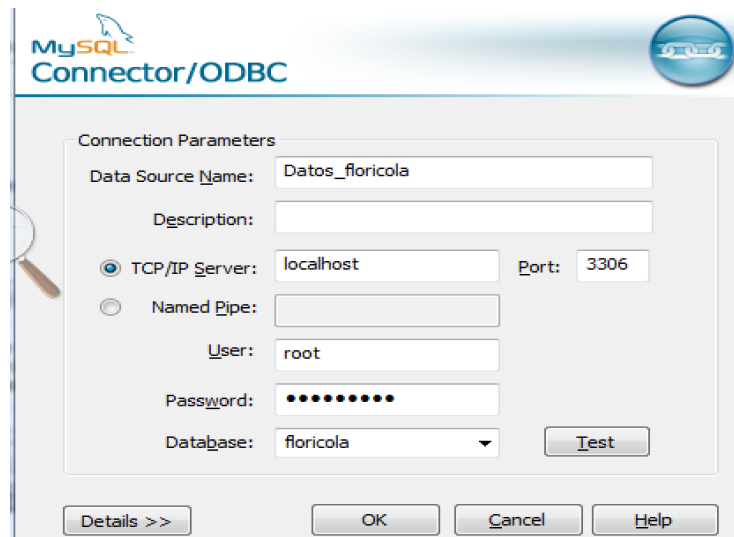


Figura D - 2. Ventana de parámetros de MySQL

6. Una vez llenado los campos de configuración dar click en el botón Test, para comprobar que la conexión haya sido realizada con éxito.
7. Dirigirse nuevamente a la pantalla DATABASE EXPLORER, y en la esquina superior izquierda de la misma, seleccionar la opción Connect, ver figura D – 3.

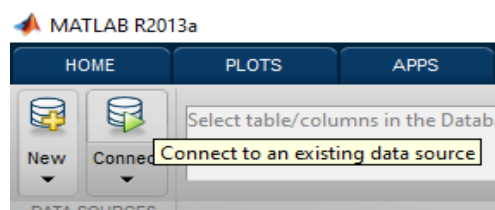
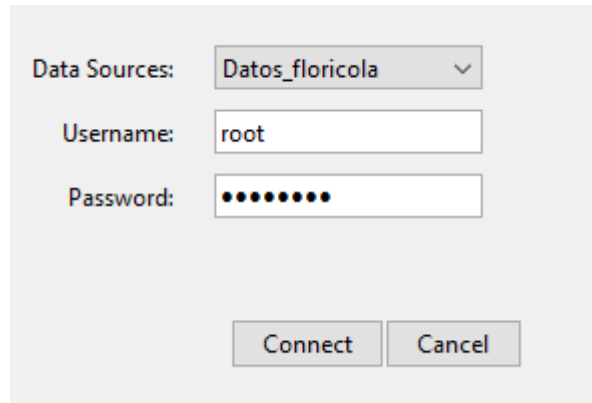


Figura D - 3. Opción Connect

8. Aparece la siguiente ventana, donde pide se ingrese el nombre de archivo con el que se guardó al momento de realizar la conexión con

ODBC, adicionalmente del nombre de usuario y contraseña de acceso a la base de Datos MySQL, y pulsar en el botón Connect, ver figura D – 4.

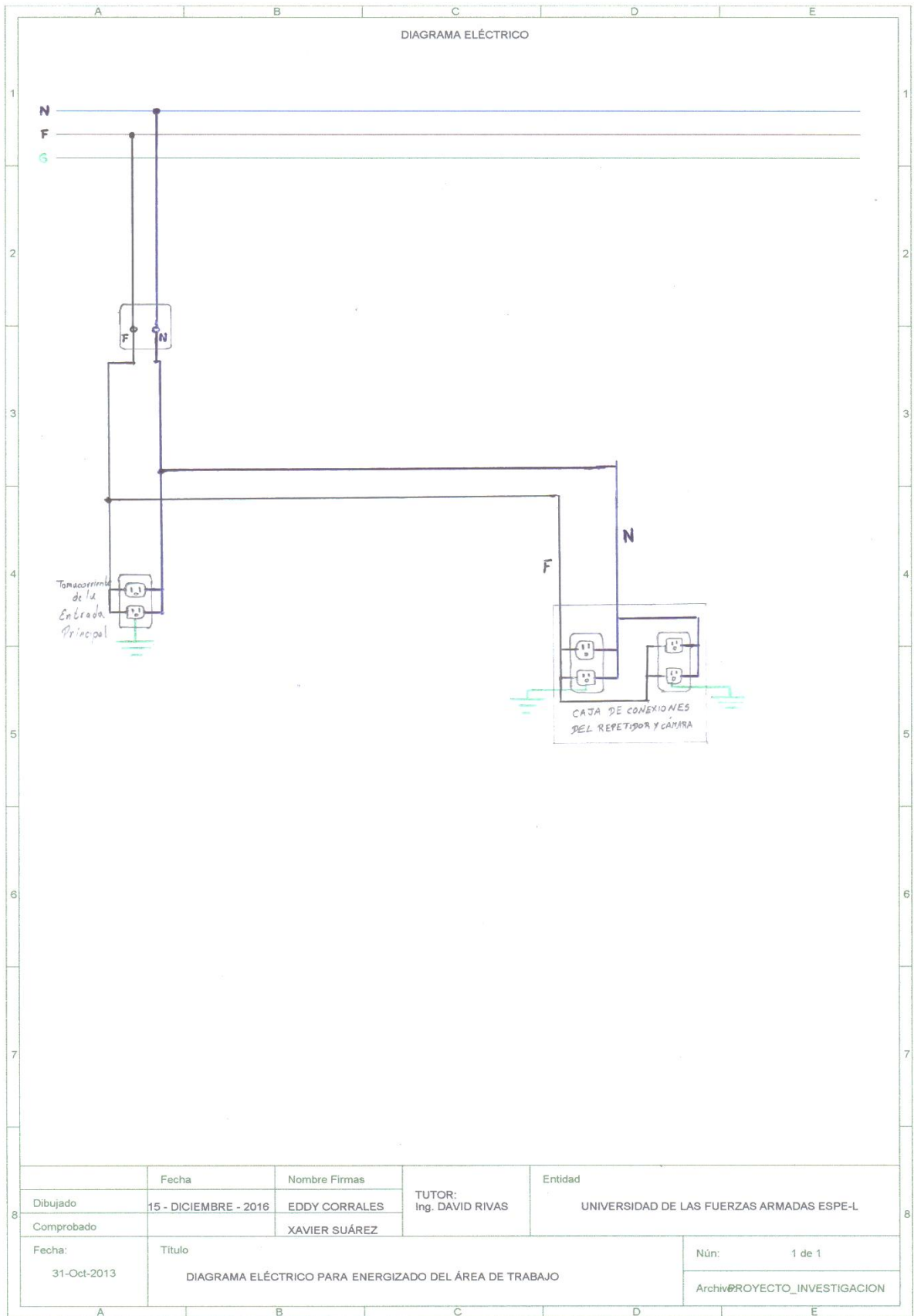


The image shows a standard ODBC connection dialog box. It has three input fields: a dropdown menu for 'Data Sources' showing 'Datos_floricola', a text box for 'Username' with 'root' entered, and a password field with ten dots. Below these fields are two buttons: 'Connect' and 'Cancel'.

Figura D - 4. Ventana de ingreso entre MySQL & Matlab

9. Finalmente la base de datos ha sido conectada satisfactoriamente con Matlab, y en la cual se puede visualizar la información contenida en la base de datos de MySQL.

ANEXO E: DIAGRAMA ELÉCTRICO



	Fecha	Nombre Firmas	TUTOR:	Entidad
Dibujado	15 - DICIEMBRE - 2016	EDDY CORRALES	Ing. DAVID RIVAS	UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE-L
Comprobado		XAVIER SUÁREZ		
Fecha: 31-Oct-2013	Titulo DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA ENERGIZADO DEL ÁREA DE TRABAJO			Núm: 1 de 1
				Archiv@PROYECTO_INVESTIGACION

ANEXO F: RECOLECCIÓN DE DATOS

En la tabla F-1 se encuentran los valores obtenidos en las mediciones del globo circular con respecto a su medida en alto.

Tabla F - 1

Mediciones realizadas por el sistema para el globo circular (alto)

Medidas del globo circular (en alto) a través del sistema [cm]									
#	Alto	#	Alto	#	Alto	#	Alto	#	Alto
1	6,20	21	6,10	41	6,10	61	6,20	81	5,90
2	6,00	22	6,20	42	5,80	62	6,10	82	6,10
3	6,10	23	6,10	43	6,20	63	6,20	83	6,20
4	5,80	24	5,90	44	6,10	64	6,20	84	5,90
5	6,10	25	6,10	45	6,10	65	6,40	85	6,00
6	6,10	26	6,20	46	6,00	66	6,30	86	6,10
7	6,20	27	6,00	47	6,20	67	6,00	87	6,20
8	6,10	28	6,10	48	6,10	68	6,20	88	6,30
9	6,40	29	6,10	49	6,40	69	6,10	89	6,10
10	6,00	30	6,20	50	6,20	70	6,20	90	6,10
11	6,10	31	6,30	51	6,00	71	6,10	91	6,20
12	6,20	32	6,10	52	6,10	72	6,30	92	6,00
13	6,10	33	6,20	53	6,10	73	6,00	93	6,10
14	6,20	34	6,10	54	6,00	74	6,20	94	6,10
15	6,20	35	6,40	55	6,10	75	6,10	95	6,20
16	6,10	36	6,10	56	6,10	76	6,10	96	6,00
17	6,30	37	6,10	57	6,20	77	6,10	97	5,90
18	6,10	38	6,20	58	6,30	78	6,20	98	6,10
19	6,20	39	6,10	59	6,10	79	6,20	99	6,20
20	6,00	40	6,00	60	6,10	80	6,00	100	6,10

En la tabla F – 2 se encuentran los errores obtenidos para cada medición con respecto a su valor real de las mediciones del globo circular en su medición en alto.

Tabla F - 2

Valor de los errores absolutos y relativos de la medida en alto del globo circular

Errores absolutos y relativos del globo circular (en alto)														
#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$
1	0	0,00%	21	0,1	1,61%	41	0,1	1,61%	61	0	0,00%	81	0,3	4,84%
2	0,2	3,23%	22	0	0,00%	42	0,4	6,45%	62	0,1	1,61%	82	0,1	1,61%
3	0,1	1,61%	23	0,1	1,61%	43	0	0,00%	63	0	0,00%	83	0	0,00%
4	0,4	6,45%	24	0,3	4,84%	44	0,1	1,61%	64	0	0,00%	84	0,3	4,84%
5	0,1	1,61%	25	0,1	1,61%	45	0,1	1,61%	65	0,2	3,23%	85	0,2	3,23%
6	0,1	1,61%	26	0	0,00%	46	0,2	3,23%	66	0,1	1,61%	86	0,1	1,61%
7	0	0,00%	27	0,2	3,23%	47	0	0,00%	67	0,2	3,23%	87	0	0,00%
8	0,1	1,61%	28	0,1	1,61%	48	0,1	1,61%	68	0	0,00%	88	0,1	1,61%
9	0,2	3,23%	29	0,1	1,61%	49	0,2	3,23%	69	0,1	1,61%	89	0,1	1,61%
10	0,2	3,23%	30	0	0,00%	50	0	0,00%	70	0	0,00%	90	0,1	1,61%
11	0,1	1,61%	31	0,1	1,61%	51	0,2	3,23%	71	0,1	1,61%	91	0	0,00%
12	0	0,00%	32	0,1	1,61%	52	0,1	1,61%	72	0,1	1,61%	92	0,2	3,23%
13	0,1	1,61%	33	0	0,00%	53	0,1	1,61%	73	0,2	3,23%	93	0,1	1,61%
14	0	0,00%	34	0,1	1,61%	54	0,2	3,23%	74	0	0,00%	94	0,1	1,61%
15	0	0,00%	35	0,2	3,23%	55	0,1	1,61%	75	0,1	1,61%	95	0	0,00%
16	0,1	1,61%	36	0,1	1,61%	56	0,1	1,61%	76	0,1	1,61%	96	0,2	3,23%
17	0,1	1,61%	37	0,1	1,61%	57	0	0,00%	77	0,1	1,61%	97	0,3	4,84%
18	0,1	1,61%	38	0	0,00%	58	0,1	1,61%	78	0	0,00%	98	0,1	1,61%
19	0	0,00%	39	0,1	1,61%	59	0,1	1,61%	79	0	0,00%	99	0	0,00%
20	0,2	3,23%	40	0,2	3,23%	60	0,1	1,61%	80	0,2	3,23%	100	0,1	1,61%

En la tabla F – 3 se encuentran los valores obtenidos en las mediciones del globo alargado con respecto a su medida en ancho.

Tabla F - 3

Mediciones realizadas por el sistema para el globo largo (ancho)

Medidas del globo alargado (en ancho) por el sistema [cm]									
#	Ancho	#	Ancho	#	Ancho	#	Ancho	#	Ancho
1	5	21	5,1	41	5	61	5	81	5
2	5,1	22	5	42	5,3	62	5	82	5,1
3	5,2	23	5,1	43	5	63	5	83	5,2
4	5	24	5,3	44	4,8	64	5,2	84	5,1
5	5,1	25	5,1	45	5,1	65	5,1	85	5,2
6	5,1	26	5,3	46	5	66	5,2	86	5,1
7	5	27	5,1	47	5,1	67	5,1	87	5,2
8	5,2	28	5	48	5,1	68	5	88	5,1
9	5,1	29	5,1	49	5	69	5,1	89	5
10	5,1	30	5	50	4,9	70	5,2	90	5,1
11	5	31	5,1	51	5	71	5,1	91	5,2
12	5,1	32	5	52	5,1	72	5,2	92	5,1
13	5,1	33	5,1	53	4,8	73	5,1	93	5,1
14	5,3	34	4,9	54	5,1	74	5,1	94	5
15	5	35	5,1	55	4,9	75	5,2	95	5,2
16	5,1	36	4,9	56	5,1	76	4,8	96	5
17	5,1	37	4,9	57	5	77	5,1	97	5
18	5	38	5,1	58	5,1	78	5,2	98	5,1
19	5	39	5,3	59	5,2	79	5,1	99	5,1
20	5,1	40	4,9	60	5,1	80	4,8	100	5

En la tabla F – 4 se encuentran los errores obtenidos para cada medición con respecto a su valor real de las mediciones del globo alargado en su medición en ancho.

Tabla F - 4

Valor de los errores relativos y porcentuales de la medida en ancho del globo largo

Errores absolutos y relativos del globo alargado (en ancho)														
#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$
1	0	0%	21	0,2	4%	41	0,1	2%	61	0,1	2%	81	0,2	4%
2	0,1	2%	22	0,1	2%	42	0	0%	62	0	0%	82	0	0%
3	0,2	4%	23	0	0%	43	0,3	6%	63	0	0%	83	0,1	2%
4	0	0%	24	0,1	2%	44	0	0%	64	0	0%	84	0,2	4%
5	0,1	2%	25	0,3	6%	45	0,2	4%	65	0,2	4%	85	0,1	2%
6	0,1	2%	26	0,1	2%	46	0,1	2%	66	0,1	2%	86	0,2	4%
7	0	0%	27	0,3	6%	47	0	0%	67	0,2	4%	87	0,1	2%
8	0,2	4%	28	0,1	2%	48	0,1	2%	68	0,1	2%	88	0,2	4%
9	0,1	2%	29	0	0%	49	0,1	2%	69	0	0%	89	0,1	2%
10	0,1	2%	30	0,1	2%	50	0	0%	70	0,1	2%	90	0	0%
11	0	0%	31	0	0%	51	0,1	2%	71	0,2	4%	91	0,1	2%
12	0,1	2%	32	0,1	2%	52	0	0%	72	0,1	2%	92	0,2	4%
13	0,1	2%	33	0	0%	53	0,1	2%	73	0,2	4%	93	0,1	2%
14	0,3	6%	34	0,1	2%	54	0,2	4%	74	0,1	2%	94	0,1	2%
15	0	0%	35	0,1	2%	55	0,1	2%	75	0,1	2%	95	0	0%
16	0,1	2%	36	0,1	2%	56	0,1	2%	76	0,2	4%	96	0,2	4%
17	0,1	2%	37	0,1	2%	57	0,1	2%	77	0,2	4%	97	0	0%
18	0	0%	38	0,1	2%	58	0	0%	78	0,1	2%	98	0	0%
19	0	0%	39	0,1	2%	59	0,1	2%	79	0,2	4%	99	0,1	2%
20	0,1	2%	40	0,3	6%	60	0,2	4%	80	0,1	2%	100	0,1	2%

En la tabla F – 5 se encuentran los valores obtenidos en el conteo de las rosas de producción (fundas de contraste).

Tabla F - 5.

Cantidad de rosas de producción detectadas por el sistema

Cantidad de rosas de producción									
#	Cantidad	#	Cantidad	#	Cantidad	#	Cantidad	#	Cantidad
1	38	21	36	41	36	61	36	81	36
2	37	22	37	42	36	62	36	82	35
3	36	23	36	43	37	63	37	83	36
4	36	24	36	44	36	64	36	84	36
5	35	25	36	45	37	65	36	85	36
6	36	26	37	46	35	66	35	86	36
7	38	27	36	47	36	67	36	87	36
8	34	28	35	48	35	68	37	88	36
9	36	29	36	49	36	69	36	89	35
10	35	30	37	50	35	70	38	90	34
11	36	31	36	51	36	71	36	91	34
12	38	32	36	52	36	72	36	92	36
13	36	33	36	53	36	73	37	93	34
14	36	34	36	54	37	74	35	94	36
15	37	35	35	55	35	75	38	95	36
16	35	36	36	56	37	76	36	96	36
17	36	37	36	57	36	77	36	97	34
18	36	38	37	58	35	78	36	98	36
19	36	39	36	59	37	79	38	99	38
20	37	40	36	60	36	80	37	100	36

En la tabla F – 6 se encuentra los errores obtenidos para el conteo de rosas de producción con respecto al valor real de rosas.

Tabla F - 6

Valor de los errores absolutos y relativos del conteo de rosas de producción

Errores absolutos y relativos de las rosas de producción														
#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$
1	3	9%	21	1	3%	41	1	3%	61	1	3%	81	1	3%
2	2	6%	22	2	6%	42	1	3%	62	1	3%	82	0	0%
3	1	3%	23	1	3%	43	2	6%	63	2	6%	83	1	3%
4	1	3%	24	1	3%	44	1	3%	64	1	3%	84	1	3%
5	0	0%	25	1	3%	45	2	6%	65	1	3%	85	1	3%
6	1	3%	26	2	6%	46	0	0%	66	0	0%	86	1	3%
7	3	9%	27	1	3%	47	1	3%	67	1	3%	87	1	3%
8	1	3%	28	0	0%	48	0	0%	68	2	6%	88	1	3%
9	1	3%	29	1	3%	49	1	3%	69	1	3%	89	0	0%
10	0	0%	30	2	6%	50	0	0%	70	3	9%	90	1	3%
11	1	3%	31	1	3%	51	1	3%	71	1	3%	91	1	3%
12	3	9%	32	1	3%	52	1	3%	72	1	3%	92	1	3%
13	1	3%	33	1	3%	53	1	3%	73	2	6%	93	1	3%
14	1	3%	34	1	3%	54	2	6%	74	0	0%	94	1	3%
15	2	6%	35	0	0%	55	0	0%	75	3	9%	95	1	3%
16	0	0%	36	1	3%	56	2	6%	76	1	3%	96	1	3%
17	1	3%	37	1	3%	57	1	3%	77	1	3%	97	1	3%
18	1	3%	38	2	6%	58	0	0%	78	1	3%	98	1	3%
19	1	3%	39	1	3%	59	2	6%	79	3	9%	99	3	9%
20	2	6%	40	1	3%	60	1	3%	80	2	6%	100	1	3%

En la tabla F – 7 se encuentran los valores obtenidos en el conteo de las rosas de cosecha.

Tabla F - 7

Cantidad de las rosas de cosecha detectadas por el sistema

Cantidad de rosas de cosecha									
#	Cantidad	#	Cantidad	#	Cantidad	#	Cantidad	#	Cantidad
1	25	21	25	41	23	61	25	81	25
2	25	22	25	42	24	62	25	82	25
3	26	23	24	43	25	63	27	83	27
4	25	24	23	44	25	64	24	84	25
5	25	25	27	45	26	65	25	85	25
6	25	26	24	46	24	66	25	86	25
7	26	27	25	47	25	67	25	87	25
8	23	28	27	48	25	68	25	88	26
9	25	29	25	49	25	69	27	89	27
10	26	30	25	50	25	70	23	90	23
11	25	31	25	51	25	71	25	91	26
12	25	32	26	52	26	72	25	92	24
13	26	33	25	53	25	73	24	93	25
14	25	34	26	54	26	74	27	94	25
15	25	35	25	55	25	75	25	95	27
16	25	36	26	56	25	76	26	96	25
17	24	37	24	57	24	77	23	97	26
18	26	38	25	58	25	78	24	98	23
19	25	39	25	59	25	79	25	99	25
20	24	40	26	60	24	80	24	100	25

En la tabla F – 6 se encuentra los errores obtenidos para el conteo de rosas de cosecha con respecto al valor real de rosas.

Tabla F - 8

Valor de los errores absolutos y relativos del conteo de las rosas de cosecha

Errores absolutos y relativos de las rosas de cosecha														
#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$	#	E_{abs}	$E_{r\%}$
1	1	4%	21	1	4%	41	1	4%	61	1	4%	81	1	4%
2	1	4%	22	1	4%	42	0	0%	62	1	4%	82	1	4%
3	2	8%	23	0	0%	43	1	4%	63	3	13%	83	3	13%
4	1	4%	24	1	4%	44	1	4%	64	0	0%	84	1	4%
5	1	4%	25	3	13%	45	2	8%	65	1	4%	85	1	4%
6	1	4%	26	0	0%	46	0	0%	66	1	4%	86	1	4%
7	2	8%	27	1	4%	47	1	4%	67	1	4%	87	1	4%
8	1	4%	28	3	13%	48	1	4%	68	1	4%	88	2	8%
9	1	4%	29	1	4%	49	1	4%	69	3	13%	89	3	13%
10	2	8%	30	1	4%	50	1	4%	70	1	4%	90	1	4%
11	1	4%	31	1	4%	51	1	4%	71	1	4%	91	2	8%
12	1	4%	32	2	8%	52	2	8%	72	1	4%	92	0	0%
13	2	8%	33	1	4%	53	1	4%	73	0	0%	93	1	4%
14	1	4%	34	2	8%	54	2	8%	74	3	13%	94	1	4%
15	1	4%	35	1	4%	55	1	4%	75	1	4%	95	3	13%
16	1	4%	36	2	8%	56	1	4%	76	2	8%	96	1	4%
17	0	0%	37	0	0%	57	0	0%	77	1	4%	97	2	8%
18	2	8%	38	1	4%	58	1	4%	78	0	0%	98	1	4%
19	1	4%	39	1	4%	59	1	4%	79	1	4%	99	1	4%
20	0	0%	40	2	8%	60	0	0%	80	0	0%	100	1	4%

ANEXO G: TABLA DISTRIBUCIÓN CHI- CUADRADO

En la figura G – 1 se encuentra los valores para la distribución chi-cuadrado que permitió realizar la validación de la hipótesis.

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361

Figura G - 1. Valores de la tabla de distribución chi-cuadrado

ANEXO H: INSTALACIONES DE LA FLORICOLA

La florícola High Connection Flowers cuenta con 3 invernaderos de los cuales se va a trabajar en el invernadero N°2, como se muestra en la figura H – 1.



Figura H - 1. Invernadero N°2 de la florícola High Connection Flowers

Además cuenta con un área de medición en donde se realiza la verificación del tamaño de la rosa para posteriormente ser enviada al área de clasificación, como se indica en la figura H – 2.



Figura H - 2 . Área de medición de rosas

Una vez verificado el tamaño de la rosa después de ser cosechada es enviada al área de corte para posteriormente ser ubicada en las diferentes estanterías, como se muestra en la figura H – 3.



Figura H - 3. Área de corte de rosas

Después de pasar por el área de corte se procede a ubicarlas en las diferentes estanterías en donde se las clasifica por su tamaño y se arma los bonches para exportación o nacional, como se indica en la figura H – 4.



Figura H - 4. Área de estanterías

Para conservar el estado de la rosa son sometidas a bajas temperaturas, en este caso se las envía a un cuarto frío en donde posteriormente son ubicadas por tamaño las rosas de exportación, mientras que las rosas nacionales son desplazadas a un área específica sin etiquetado (sin importar su tamaño), como se muestra en la figura H – 5.



Figura H - 5. Cuarto frío

En el cuarto frío se realiza el proceso de separación de las rosas de acuerdo a su tamaño que viene en la etiqueta de cada bonche y son ubicados en canastas para su posterior empaquetado (rosas de exportación), como se muestra la figura H – 6.



Figura H - 6. Separado de rosas por tamaño

Antes del empaquetado final el operario del cuarto frío separa a los bonches de exportación que contienen una envoltura con el nombre de la florícola en la cual se especifica el tamaño y tipo de rosa, como se muestra en la figura H – 7.



Figura H - 7. Etiquetado en la envoltura de los bonches de exportación

Posteriormente se clasifica los bonches destinados para nivel nacional que contienen una envoltura de cartón sin ninguna especificación en su envoltura, como se muestra en la figura H – 8.



Figura H - 8. Área de bonches nacionales

Finalmente después de separar los bonches por parte del operario, se procede a su empaquetado en cartones en donde se enviarán las rosas a sus diferentes destinos sea a nivel nacional o internacional, como se muestra en la figura H – 9.



Figura H - 9. Empaquetado final de los bonches de exportación

**ANEXO I:
CERTIFICADO
FLORICOLA**



Mulalo, 20 de febrero del 2017

CERTIFICADO

PAULINA ALEXANDRA MAYORGA CEVALLOS, con RUC: 0502789621001,
PROPIETARIA de HIGH CONNECTION FLOWERS.

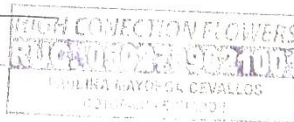
CERTIFICO:

Que los señores Suárez Parra Edison Xavier con cédula de identidad No 050277507-5 y Corrales Bastidas Eddy Fabián con cédula de identidad No 050325373-4 realizaron el Proyecto de Titulación denominado. "Diseñar e Implementar un Sistema Registrador de Crecimiento mediante el uso de Técnicas de Visión Artificial para la Clasificación del Cultivo de Rosas Freedom en el Invernadero de la Florícola High Connection Flowers de la parroquia de Mulalo provincia de Cotopaxi"

Demostrando durante su permanencia responsabilidad, honestidad y dedicación en el Proyecto de Titulación previo para obtener el título de Ingeniería en Electrónica e Instrumentación.

Se expide el presente certificado, para los fines que estimen conveniente.

Ing. Paulina Mayorga
Propietaria
HIGH CONNECTION FLOWERS



Mulalo, Vía San Ramón
Latacunga- Ecuador
Telf. (593) 0987800238 – 0992973237 - 0996382711

ANEXO J: PROGRAMA

```

function varargout = Interfaz(varargin)

gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @Interfaz_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @Interfaz_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

% --- Executes just before Interfaz is made visible.
function Interfaz_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
clear;
clc;
global boton_alto_vector;
global boton_ancho_vector;
global tallo_alto_vector;
global tallo_ancho_vector;
global Grupo
Grupo=0;
boton_alto_vector=[];
boton_ancho_vector=[];
tallo_alto_vector=[];
tallo_ancho_vector=[];

global calibration
    calibration.units = 'cm';
    calibration.distanceInPixels = 76.7;
    calibration.distanceInUnits = 20;
    calibration.distancePerPixel = 20/76.7;
global boton_Alto
boton_Alto=0;
global boton_Ancho
boton_Ancho=0;
global tallo_Alto
tallo_Alto=0;
global tallo_Ancho
tallo_Ancho=0;
end

function varargout = Interfaz_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
a=imread('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin');
axes(handles.axes1)

```

```

imshow(a, 'InitialMagnification', 'fit');
varargout{1} = handles.output;
end

% --- Executes on button press in button_camara.
function button_camara_Callback(hObject, eventdata, handles)
global detener;
detener=0;
set(handles.Vivo_Procesa, 'String', 'En
Vivo', 'BackgroundColor', 'red');
hold off;
while 1
    a=imread('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin');
    axes(handles.axes1)
    if detener
        %close (a);
        break;
    end
    imshow(a, 'InitialMagnification', 'fit');
end
end

% --- Executes on button press in up_button.
function up_button_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to up_button (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
for i=1:1:30
    [stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzMoveUp&usr=admin&pwd=admin');
    %close(h);
end
end

% --- Executes on button press in down_button.
function down_button_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to down_button (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
for i=1:1:30
    [stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzMoveDown&usr=admin&pwd=admin');
    %    close(h);
end
end

% --- Executes on button press in left_button.
function left_button_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to left_button (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
for i=1:1:30

```

```

        [stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzMoveLeft&usr=admin&pwd=admin');
        % close(h);
end
end

% --- Executes on button press in rigth_button.
function rigth_button_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to rigth_button (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
for i=1:1:30
    [stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzMoveRight&usr=admin&pwd=admin');
    % close(h);
end
end

% --- Executes on button press in Abrir_boton.
function Abrir_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)%%OJO
% hObject handle to Abrir_boton (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
global curs_medidas_tallo
global curs_medidas_boton

conn = database('Datos_floricola', 'root', 'floricola');
curs_medidas_boton = exec(conn, ['SELECT * FROM
floricola.medidas_boton']);
curs_medidas_tallo = exec(conn, ['SELECT * FROM
floricola.medidas_tallo']);
curs_medidas_boton = fetch(curs_medidas_boton);
close(curs_medidas_boton);
curs_medidas_tallo = fetch(curs_medidas_tallo);
close(curs_medidas_tallo);

curs_medidas_tallo.Data;
curs_medidas_boton.Data;
end

% --- Executes on button press in Graficas_boton.
function Graficas_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)
global curs_medidas_tallo
global curs_medidas_boton
global estadotallo
global detener;
detener=1;
set(handles.Vivo_Procesa, 'String', 'Procesamiento', 'BackgroundColor',
'yellow');

if (get(handles.Menu_medidas, 'Value')==1)
    medida_de='Alto'
else
    medida_de='Ancho'

```

```

end

conn = database('Datos_floricola', 'root', 'floricola');
if (get(handles.Menu_Seccion,'Value')==9)
    curs_medidas_boton = exec(conn, ['SELECT * FROM
floricola.medidas_boton'])
    curs_medidas_tallo = exec(conn, ['SELECT * FROM
floricola.medidas_tallo'])
else
    curs_medidas_boton = exec(conn, ['SELECT * FROM
floricola.medidas_boton where
seccion='',num2str(get(handles.Menu_Seccion,'Value')),'''])
    curs_medidas_tallo = exec(conn, ['SELECT * FROM
floricola.medidas_tallo where
seccion='',num2str(get(handles.Menu_Seccion,'Value')),'''])
end

curs_medidas_boton = fetch(curs_medidas_boton);
close(curs_medidas_boton);
curs_medidas_tallo = fetch(curs_medidas_tallo);
close(curs_medidas_tallo);

estadotallo=get(handles.Graficas_tallo,'Value');

tallo=curs_medidas_tallo.Data;
boton=curs_medidas_boton.Data;
alto_t=zeros(1,size(tallo,1));
ancho_t=zeros(1,size(tallo,1));
alto_b=zeros(1,size(boton,1));
ancho_b=zeros(1,size(boton,1));
conteo_b=zeros(1,size(boton,1));
for i=1:size(tallo,1)
    alto_t(i)=str2double(tallo{i,1});
end
for i=1:size(tallo,1)
    ancho_t(i)=str2double(tallo{i,2});
end
for i=1:size(boton,1)
    alto_b(i)=str2double(boton{i,1});
end
for i=1:size(boton,1)
    ancho_b(i)=str2double(boton{i,2});
end
for i=1:size(boton,1)
    conteo_b(i)=str2double(boton{i,4});
end
if estadotallo
    if (get(handles.Menu_medidas,'Value')==1)
        axes(handles.axes2);
        plot(alto_t);
        title ('Alto del Tallo')
    else
        axes(handles.axes2);
        plot(ancho_t);
        title ('Ancho del Tallo')
    end
    xlabel('Fecha')
    ylabel('Medida cm')
end

```

```

        grid on;
    else
        if (get(handles.Menu_medidas, 'Value')==1)
            axes(handles.axes2);
            plot(alto_b);
            title ('Alto del Boton')
        else
            axes(handles.axes2);
            plot(ancho_b);
            title ('Ancho del Boton')
        end
        xlabel('Fecha')
        ylabel('Medida cm')
    end
end
grid on
end

```

```

function Exportar_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)
global tallo_Ancho
global tallo_Alto
global boton_Ancho
global boton_Alto
global conteo
conteo=get(handles.Conteo_num_azul, 'String')
fecha=datestr(now, 'dd-mmm-yyyy HH:MM:SS')
conn = database('Datos_floricola', 'root', 'floricola');
datoInsertar_tallo=strcat('insert into
Medidas_Tallo(Alto,Ancho,Fecha,Conteo,Seccion) values (
'',num2str(tallo_Alto),'',num2str(tallo_Ancho),'', fecha, '','',
conteo, '','',get(handles.Seccion_text, 'String'),'')')
curs_medidas_tallo = exec(conn, datoInsertar_tallo);
datoInsertar_boton=strcat('insert into
Medidas_Boton(Alto,Ancho,Fecha,Conteo,Seccion) values (
'',num2str(boton_Alto),'',num2str(boton_Ancho),'', fecha, '','',
conteo, '','',get(handles.Seccion_text, 'String'),'')')
curs_medidas_boton = exec(conn, datoInsertar_boton);
close(curs_medidas_tallo);
close(curs_medidas_boton);
instructions = sprintf('Se exportaron nuevos datos');
msgboxw(instructions);
end

```

```

function Vista1_Callback(hObject, eventdata, handles)
url = 'http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzGotoPresetPoint&name=img1&usr=admin&pwd=adm
in';
[stat,h]=web(url);
%close(h);
set(handles.Seccion_text, 'String',1);
end

```

```

function Vista2_Callback(hObject, eventdata, handles)
url = 'http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzGotoPresetPoint&name=img2&usr=admin&pwd=adm
in';

```

```

[stat,h]=web(url);
%close(h);
set(handles.Seccion_text,'String',2);
end

% --- Executes on button press in Vista3.
function Vista3_Callback(hObject, eventdata, handles)
url = 'http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzGotoPresetPoint&name=img3&usr=admin&pwd=adm
in';
[stat,h]=web(url);
%close(h);
set(handles.Seccion_text,'String',3);
end

% --- Executes on button press in Vista4.
function Vista4_Callback(hObject, eventdata, handles)
url = 'http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzGotoPresetPoint&name=img4&usr=admin&pwd=adm
in';
[stat,h]=web(url);
%close(h);
set(handles.Seccion_text,'String',4);

end

% --- Executes on button press in Vista5.
function Vista5_Callback(hObject, eventdata, handles)
url = 'http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzGotoPresetPoint&name=img5&usr=admin&pwd=adm
in';
[stat,h]=web(url);
%close(h);
set(handles.Seccion_text,'String',5);
end

% --- Executes on button press in Vista_6.
function Vista_6_Callback(hObject, eventdata, handles)
url = 'http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzGotoPresetPoint&name=img6&usr=admin&pwd=adm
in';
[stat,h]=web(url);
%close(h);
set(handles.Seccion_text,'String',6);
end

% --- Executes on button press in Vista7.
function Vista7_Callback(hObject, eventdata, handles)

```

```

url = 'http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzGotoPresetPoint&name=img7&usr=admin&pwd=adm
in';
[stat,h]=web(url);
%close(h);
set(handles.Seccion_text,'String',7);
end

% --- Executes on button press in Vista8.
function Vista8_Callback(hObject, eventdata, handles)
url = 'http://admin:@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=ptzGotoPresetPoint&name=img8&usr=admin&pwd=adm
in';
[stat,h]=web(url);
%close(h);
set(handles.Seccion_text,'String',8);
end

%%%Funciones medicion
function success = Calibrate()
global calibration;
try
    success = false;
    instructions = sprintf('Mensajes para calibrar');
    msgboxw(instructions);
    %subplot(1,2,1);
    [cx, cy, rgbValues, xi,yi] = improfile(1000);

    % rgbValues is 1000x1x3. Call Squeeze to get rid of the
    singleton dimension and make it 1000x3.
    distanceInPixels = sqrt( (xi(2)-xi(1)).^2 + (yi(2)-yi(1)).^2);
    if length(xi) < 2
        return;
    end

    hold on;
    plot(xi, yi, 'y-', 'LineWidth', 2);

    userPrompt = {'Ingrese la unidad real (e.g. microns):','Ingrese
el valor de la unidad de medicion:'};
    dialogTitle = 'Información de calibración';
    numberOfLines = 1;
    def = {'cm', '20'};
    answer = inputdlg(userPrompt, dialogTitle, numberOfLines, def);
    if isempty(answer)
        return;
    end
    calibration.units = answer{1};
    calibration.distanceInPixels = distanceInPixels;
    calibration.distanceInUnits = str2double(answer{2});
    calibration.distancePerPixel = calibration.distanceInUnits /
distanceInPixels;
    success = true;

```



```

        message = sprintf('La cantidad de %.2f pixeles = %f %s.\nEl
número de %s por pixeles es %f.\nEl número de pixeles por %s es
%f',...
        distanceInPixels, calibration.distanceInUnits,
calibration.units, ...
        calibration.units, calibration.distancePerPixel, ...
        calibration.units, 1/calibration.distancePerPixel);
        uiwait(msgbox(message));
catch ME
    errorMessage = sprintf('Error en la funcion de
calibracion.\nEmpieze haciendo un click izquierdo y luego un derecho
y pulse enter?\n\nMensaje de error:\n%s', ME.message);
    fprintf(1, '%s\n', errorMessage);
    WarnUser(errorMessage);
end
return; % from Calibrate()
end

```

```

% --- Trazado de línea para medición.
function success = DrawLine()
global lastDrawnHandle;
    global calibration;
    global distanceInRealUnits;
    global detener;
try
    distanceInRealUnits=0;

    instructions = sprintf('Realice la medición');
    title(instructions);
    msgboxw(instructions);
    while(1)
        [cx,cy, rgbValues, xi,yi] = improfile(1000);
        distanceInPixels = sqrt( (xi(2)-xi(1)).^2 + (yi(2)-yi(1)).^2)
        distanceInRealUnits = distanceInPixels *
calibration.distancePerPixel + distanceInRealUnits;
        if length(xi) < 2
            return;
        end

        hold on;
        lastDrawnHandle = plot(xi, yi, 'y-', 'LineWidth', 2);
        if(waitforbuttonpress)
            break;
        end
    end

    txtInfo = sprintf('Distancia = %.1f %s, which = %.1f
pixels.',distanceInRealUnits, calibration.units, distanceInPixels);
    msgboxw(txtInfo);
    hold off

catch ME
    errorMessage = sprintf('Error en la forma de
medicion.\n\nMensaje de error\n%s', ME.message);
    fprintf(1, '%s\n', errorMessage);
    WarnUser(errorMessage);

```

```
end
return
```

```
end
```

```
function msgboxw(message)
    uiwait(msgbox(message));
end
```

```
function WarnUser(message)
    uiwait(msgbox(message));
end
```

```
% --- Executes on button press in Calibrar_boton.
function Calibrar_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)
global detener;
detener=1;
set(handles.Vivo_Procesa, 'String', 'Procesamiento', 'BackgroundColor',
'yellow');
Calibrate();
end
```

```
% --- Executes on button press in Medir_bo_Alto.
function Medir_bo_Alto_Callback(hObject, eventdata, handles)
global boton_Alto
global distanceInRealUnits
global detener;
detener=1;
set(handles.Vivo_Procesa, 'String', 'Procesamiento', 'BackgroundColor',
'yellow');
DrawLine()
set(handles.Alto_bo_num, 'String', distanceInRealUnits);
boton_Alto=distanceInRealUnits;
end
```

```
% --- Executes on button press in Medir_bo_Ancho.
function Medir_bo_Ancho_Callback(hObject, eventdata, handles)
global boton_Ancho
global distanceInRealUnits
global detener;
detener=1;
set(handles.Vivo_Procesa, 'String', 'Procesamiento', 'BackgroundColor',
'yellow');
DrawLine()
set(handles.Ancho_bo_num, 'String', distanceInRealUnits);
boton_Ancho=distanceInRealUnits;
end
```

```
% --- Ejecuta medición al presionar sobre el boton en Medir_Ta_Alto.
function Medir_Ta_Alto_Callback(hObject, eventdata, handles)
global tallo_Alto
```

```

global distanceInRealUnits
global detener;
detener=1;
set(handles.Vivo_Procesa, 'String', 'Procesamiento', 'BackgroundColor',
'yellow');
DrawLine();
set(handles.Alto_ta_num, 'String', distanceInRealUnits);
tallo_Alto=distanceInRealUnits;
end

```

```

% --- Ejecuta medición al presionar sobre el boton en
Medir_Ta_Ancho.
function Medir_Ta_Ancho_Callback(hObject, eventdata, handles)
global tallo_Ancho
global distanceInRealUnits
global detener;
detener=1;
set(handles.Vivo_Procesa, 'String', 'Procesamiento', 'BackgroundColor',
'yellow');
DrawLine();
set(handles.Ancho_ta_num, 'String', distanceInRealUnits);
tallo_Ancho=distanceInRealUnits;
end

```

```

% --- Realiza el Zoom_out.
function Zoom_out_Callback(hObject, eventdata, handles)
for i=1:1:5
    [stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333//cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=zoomOut&usr=admin&pwd=admin');
    % close(h);
end
end

```

```

% --- Realiza el Zoom_in.
function Zoom_in_Callback(hObject, eventdata, handles)
for i=1:1:5
    [stat,h]=web('http://admin:admin@192.168.0.100:3333//cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=zoomIn&usr=admin&pwd=admin');
    % close(h);
end
end

```

```

% --- Executes on selection change in Menu_medidas.
function Menu_medidas_Callback(hObject, eventdata, handles)
end

```

```

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function Menu_medidas_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end
end

```

```
end
```

```
% --- Executes on selection change in Menu_Seccion.  
function Menu_Seccion_Callback(hObject, eventdata, handles)  
end
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.  
function Menu_Seccion_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)  
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),  
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))  
    set(hObject,'BackgroundColor','white');  
end  
end
```

```
% --- Executes on button press in Lista_boton.  
function Lista_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
global curs_medidas_tallo  
global curs_medidas_boton
```

```
conn = database('Datos_floricola', 'root', 'floricola');  
if (get(handles.Menu_Seccion,'Value')==11)  
    curs_medidas_boton = exec(conn, ['SELECT * FROM  
floricola.medidas_boton'])  
    curs_medidas_tallo = exec(conn, ['SELECT * FROM  
floricola.medidas_tallo'])  
else  
    curs_medidas_boton = exec(conn, ['SELECT * FROM  
floricola.medidas_boton where  
seccion='',num2str(get(handles.Menu_Seccion,'Value')),'''])  
    curs_medidas_tallo = exec(conn, ['SELECT * FROM  
floricola.medidas_tallo where  
seccion='',num2str(get(handles.Menu_Seccion,'Value')),'''])  
end  
curs_medidas_boton = fetch(curs_medidas_boton);  
close(curs_medidas_boton);  
curs_medidas_tallo = fetch(curs_medidas_tallo);  
close(curs_medidas_tallo);  
tallo=curs_medidas_tallo.Data  
boton=curs_medidas_boton.Data  
if get(handles.Graficas_tallo,'Value')  
    set(handles.Tabla_BBDD,'Data',tallo);  
else  
    set(handles.Tabla_BBDD,'Data',boton);  
end  
end
```

```
% --- Executes on button press in Conteo_boton.  
function Conteo_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)  
% hObject      handle to Conteo_boton (see GCBO)  
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB  
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```

url1= 'http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin';
data1data = imread(url1);

%GUARDA LAS GRAFICAS CON extension jpg.
for i=1:100
imwrite(data1data,['C:\Users\USUARIO\Desktop\TESIS\ESCRITO -
PRACTICO TESIS FINAL\Interfaz Final v1.0\',num2str(i),'.jpg']);
end

hmsg=msgbox('Loading....');
pause(0.1);
delete(hmsg);

im= imread('C:\Users\USUARIO\Desktop\TESIS\ESCRITO - PRACTICO TESIS
FINAL\Interfaz Final v1.0\100.JPG');

R=im(:,:,1);
G=im(:,:,2);
B=im(:,:,3);
Z1=R*0.73-G*0.63-B*0.63;
Z=Z1>10;
[L Ne]=bwlabel(Z);
propied=regionprops(L);
hold on
for n=1:size(propied,1)

rectangle('Position',propied(n).BoundingBox,'EdgeColor','b','LineWid
th',2);
end
s=find([propied.Area]<30);
for n=1:size(s,2)

rectangle('Position',propied(s(n)).BoundingBox,'EdgeColor','r','Line
Width',2);
end

for n=1:size(s,2)
    d=round(propied(s(n)).BoundingBox);
    Z(d(2):d(2)+d(4),d(1):d(1)+d(3))=0;
end
Im_etiqueta=bwlabel(Z,4);
total_objetos=max(max(Im_etiqueta));
set(handles.Conteo_num,'String',total_objetos);
disp('El numero total de objetos en la imagen es:')
disp(total_objetos)

R2=im(:,:,1);
G2=im(:,:,2);
B2=im(:,:,3);
Z2=B2*0.73-G2*0.63-R2*0.63;
Zs2=Z2>10;
[Js2 Ne]=bwlabel(Zs2);
propied2=regionprops(Js2);
hold on
for n=1:size(propied2,1)

```

```

rectangle('Position',propied2(n).BoundingBox,'EdgeColor','g','LineWi
dth',2);
end
s2=find([propied2.Area]<30);
for n=1:size(s2,2)

rectangle('Position',propied2(s2(n)).BoundingBox,'EdgeColor','y','Li
neWidth',2);
end

for n=1:size(s2,2)
    d2=round(propied2(s2(n)).BoundingBox);
    Zs2(d2(2):d2(2)+d2(4),d2(1):d2(1)+d2(3))=0;
end
Im_etiqueta2=bwlabel(Zs2,4);
total_objetos2=max(max(Im_etiqueta2));
set(handles.Conteo_num_azul,'String',total_objetos2);
disp('El numero total de objetos en la imagen es:')
disp(total_objetos2)
set(handles.Total_conteo,'String',total_objetos2+total_objetos);
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function Slider_escala_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Slider_escala (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns
called

% Hint: slider controls usually have a light gray background.
if isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor',[.9 .9 .9]);
end
end

% --- Executes on button press in Conteo_grafica.
function Conteo_grafica_Callback(hObject, eventdata, handles)
global curs_medidas_tallo

conn = database('Datos_floricola', 'root', 'floricola');
curs_medidas_tallo = exec(conn, ['SELECT * FROM
floricola.medidas_tallo']);
curs_medidas_tallo = fetch(curs_medidas_tallo);
close(curs_medidas_tallo);
tallo=curs_medidas_tallo.Data;
conteo_b=zeros(1,size(tallo,1));
for i=1:size(tallo,1)
    conteo_b(i)=str2double(tallo{i,4});
end
axes(handles.axes2);

plot(conteo_b);
title ('Conteo')
xlabel ('Fecha')

```

```

ylabel('Unidades')
grid on;

end

function figure1_CloseRequestFcn(hObject, eventdata, handles)
global detener;
detener=1;
delete(hObject);
end

% --- Executes on button press in Vista9.
function Vista9_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.Seccion_text, 'String', 9);
end

% --- Executes on button press in Vista10.
function Vista10_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.Seccion_text, 'String', 10);
end

% --- Executes on button press in Zoom_boton.
function Zoom_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)
set(handles.Vivo_Procesa, 'String', 'Procesamiento', 'BackgroundColor',
'yellow');
im=imread('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin');
global detener;
detener=1;
rec=imcrop;
axes(handles.axes1)
imshow(rec);
end

% --- Executes on button press in Procesar_boton.
function Procesar_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)
global detener;
detener=1;
hold off;
set(handles.Vivo_Procesa, 'String', 'Procesamiento', 'BackgroundColor',
'yellow');
originalImage=imread('http://admin:admin@192.168.0.100:3333/cgi-
bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=admin&pwd=admin');
axes(handles.axes1)
imshow(originalImage, 'InitialMagnification', 'fit');
end

% --- Executes on button press in Estadistica_boton.
function Estadistica_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)
global boton_alto_vector;
global boton_ancho_vector;

```

```

global tallo_alto_vector;
global tallo_ancho_vector;
global boton_alto_error;
global boton_ancho_error;
global tallo_alto_error;
global tallo_ancho_error;
global fecha_matriz;
global Grupo;

promedioBoton_alto=mean(boton_alto_vector);
promedioBoton_ancho=mean(boton_ancho_vector);
promedioTallo_alto=mean(tallo_alto_vector);
promedioTallo_ancho=mean(tallo_ancho_vector);

conn = database('Datos_floricola', 'root', 'floricola');
Grupo=Grupo+1

for i=1:size(tallo_alto_vector,2)
    datoInsertar_tallo_estadisticos=strcat('insert into
Medidas_Tallo_estadisticas(Alto,Error_Alto,Promedio_Alto,Ancho,Error
_Ancho,Promedio_Ancho,Grupo,Fecha) values (
"',num2str(tallo_alto_vector(i)),'"','"',num2str(tallo_alto_error(i)),
"',"',num2str(promedioTallo_alto),'"',"',num2str(tallo_ancho_vector(i
)),"',"',num2str(tallo_ancho_error(i)),'"','"',num2str(promedioTallo_a
ncho),'"',"',num2str(Grupo),'"',"',fecha_matriz(i,1:20),'"')')
    curs_medidas_tallo = exec(conn,
datoInsertar_tallo_estadisticos);
end
for i=1:size(boton_alto_vector,2)
    datoInsertar_boton_estadisticos=strcat('insert into
Medidas_Boton_estadisticas(Alto,Error_Alto,Promedio_Alto,Ancho,Error
_Ancho,Promedio_Ancho,Grupo,Fecha) values (
"',num2str(boton_alto_vector(i)),'"','"',num2str(boton_alto_error(i)),
"',"',num2str(promedioBoton_alto),'"',"',num2str(boton_ancho_vector(i
)),"',"',num2str(boton_ancho_error(i)),'"','"',num2str(promedioBoton_a
ncho),'"',"',num2str(Grupo),'"',"',fecha_matriz(i,1:20),'"')')
    curs_medidas_boton = exec(conn,
datoInsertar_boton_estadisticos);
end
close(curs_medidas_tallo);
close(curs_medidas_boton);
instructions = sprintf('Se exportaron nuevos datos');
msgboxw(instructions);

end

% --- Executes on button press in Reset_boton.
function Reset_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)
global boton_alto_vector;
global boton_ancho_vector;
global tallo_alto_vector;
global tallo_ancho_vector;
global boton_alto_error;
global boton_ancho_error;
global tallo_alto_error;
global tallo_ancho_error;

```



```

global fecha_matriz;
fecha_matriz=[];
boton_alto_error=[];
boton_ancho_error=[];
tallo_alto_error=[];
tallo_ancho_error=[];

boton_alto_vector=[];
boton_ancho_vector=[];
tallo_alto_vector=[];
tallo_ancho_vector=[];
set(handles.boton_tabla,'Data',[boton_alto_vector',boton_alto_error'
,boton_ancho_vector',boton_ancho_error']);
set(handles.tallo_tabla,'Data',[tallo_alto_vector',tallo_alto_error'
,tallo_ancho_vector',tallo_ancho_error']);

end

```

```

% --- Executes on button press in Pasardatos_boton.
function Pasardatos_boton_Callback(hObject, eventdata, handles)
global boton_alto_vector;
global boton_ancho_vector;
global tallo_alto_vector;
global tallo_ancho_vector;

global boton_alto_error;
global boton_ancho_error;
global tallo_alto_error;
global tallo_ancho_error;
global fecha_matriz;
tallo_alto_vector=[tallo_alto_vector,str2double(get(handles.Alto_ta_
num,'String'))];
tallo_ancho_vector=[tallo_ancho_vector,str2double(get(handles.Ancho_
ta_num,'String'))];
boton_alto_vector=[boton_alto_vector,str2double(get(handles.Alto_bo_
num,'String'))];
boton_ancho_vector=[boton_ancho_vector,str2double(get(handles.Ancho_
bo_num,'String'))];
fecha_matriz=[fecha_matriz;datestr(now,'dd-mmm-yyyy HH:MM:SS')];

set(handles.Promedio_Alto_bo,'String',num2str(mean(boton_alto_vector
)));
set(handles.Promedio_Ancho_bo,'String',num2str(mean(boton_ancho_vect
or)));
set(handles.Promedio_Alto_ta,'String',num2str(mean(tallo_alto_vector
)));
set(handles.Promedio_Ancho_ta,'String',num2str(mean(tallo_ancho_vect
or)));

boton_alto_error=boton_alto_vector-mean(boton_alto_vector)
boton_ancho_error=boton_ancho_vector-mean(boton_ancho_vector)
tallo_alto_error=tallo_alto_vector-mean(tallo_alto_vector)
tallo_ancho_error=tallo_alto_vector-mean(tallo_alto_vector)

set(handles.boton_tabla,'Data',[boton_alto_vector',boton_alto_error'
,boton_ancho_vector',boton_ancho_error']);

```

```
set(handles.tallo_tabla,'Data',[tallo_alto_vector',tallo_alto_error'  
,tallo_ancho_vector',tallo_ancho_error']);  
end
```



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN.

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por el señor **EDDY FABIÁN CORRALES BASTIDAS** y el señor **EDISON XAVIER SUÁREZ PARRA**.

En la ciudad de Latacunga a los 24 días del mes de febrero del 2016

Aprobado por

Ing. David Rivas

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Franklin Silva

DIRECTOR DE CARRERA

Dr. Rodrigo Vaca

SECRETARIO ACADÉMICO