



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

“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

Tutor:

Ing. David Rivas



AGENDA

Objetivos

Formulación del Problema

Justificación

Diseño del Sistema

Descripción del Trabajo

Pruebas Realizadas

Análisis de Resultados

Alcances

Conclusiones

Recomendaciones



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.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar las técnicas para el enlace y comunicación con las cámaras de monitorización.

Desarrollar un algoritmo el mismo que permita realizar conteo, discriminación, tonalidad, ancho y alto de las rosas freedom con relación al número de pixeles.

Detectar y extraer las características evolutivas de crecimiento de la rosa freedom desde la toma de imágenes.

Diseñar un HMI para la presentación del sistema registrador de rosas.



FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las diferentes actividades agrícolas a las cuales están sujetos los operarios presentan diferentes problemáticas entre las que se pueden considerar las siguientes:

- 1.- Poca accesibilidad a las zonas de trabajo.
- 2.- Riesgos para su salud debido a la presencia de químicos.
- 3.- Riesgos ergonómicos.
- 4.- Mediciones erróneas.
- 5.- Desorganización en el registro y almacenamiento de datos.



JUSTIFICACIÓN

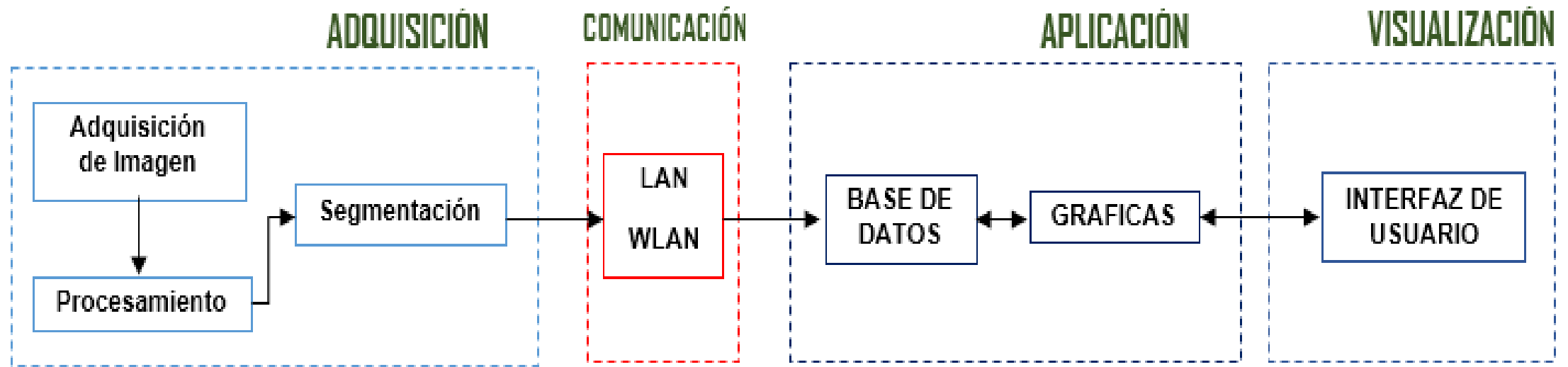
En la actualidad el invernadero High Connection Flowers no cuenta con un registro en cuanto a cómo va desarrollándose el proceso de crecimiento de las rosas de un día a otro, además de otros factores como tiempo y seguridad para los agricultores los cuales inspeccionan personalmente el cultivo.

Factor Tiempo → Área de siembra es muy extenso y poco accesible para el agricultor.

Factor Seguridad → Presencia de agentes químicos, altas temperaturas, enfermedades laborales.



DISEÑO DEL SISTEMA



DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Al ser un proyecto a realizarse en un invernadero se tomó como punto de partida la agricultura de precisión la cual se centra en un área específica del invernadero, para lo cual se ha seleccionado ochos camas (secciones) las mismas que constituyen el área del monitoreo realizado.



DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Para poder realizar el monitoreo a las 8 secciones seleccionadas, se necesita utilizar un dispositivo que permita la adquisición de imágenes a través de videos, capturas en tiempo real, por lo que se utilizó la cámara 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.



DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

El proyecto consta del diseño de dos algoritmos:

Medición



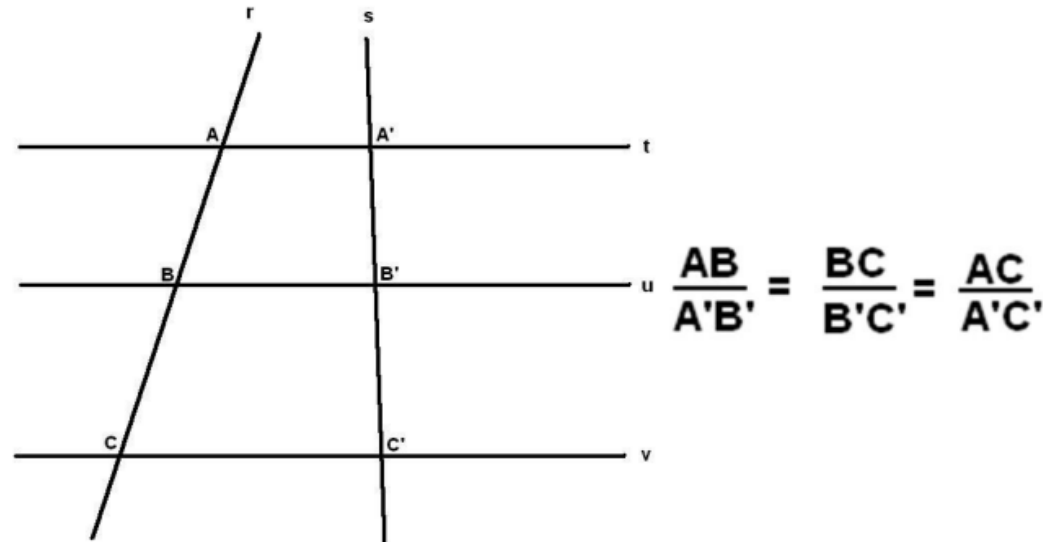
Conteo



ALGORITMO DE MEDICIÓN

Para el desarrollo del algoritmo de medición se empleó la técnica de calibración de imágenes digitales, la misma que 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.

Se basa en el principio del Teorema de Tales.



ALGORITMO DE MEDICIÓN

De acuerdo a este principio se puede establecer una relación entre un objeto de referencia en una imagen del cual se conoce su medida con un objeto del cual se desea conocer su medida.

- **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.



ALGORITMO DE MEDICIÓN



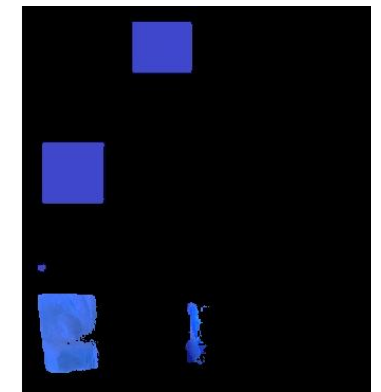
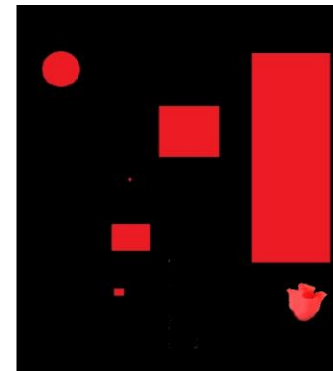
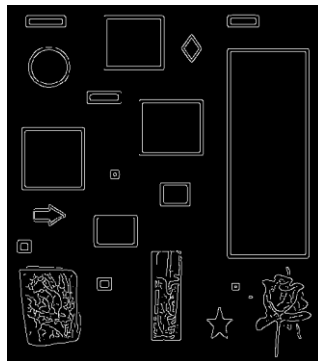
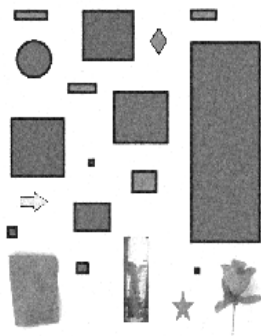
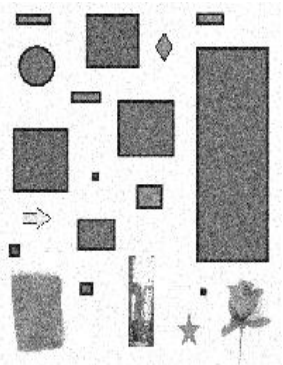
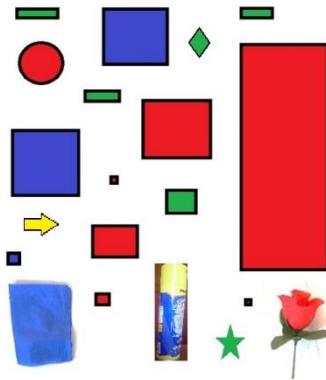
ALGORITMO DE CONTEO

Para el desarrollo del algoritmo de conteo se utilizó las distintas técnicas de procesamiento de imágenes a fin de poder tener una cantidad estimada en cuanto al número de botones de las rosas freedom que representan la producción y a su vez determinar un aproximado de la producción a futuro; para lo cual se realizó etapas de segmentación a fin de obtener únicamente los colores rojos (botones - cosecha), y colores azul (capuchones – futura producción).

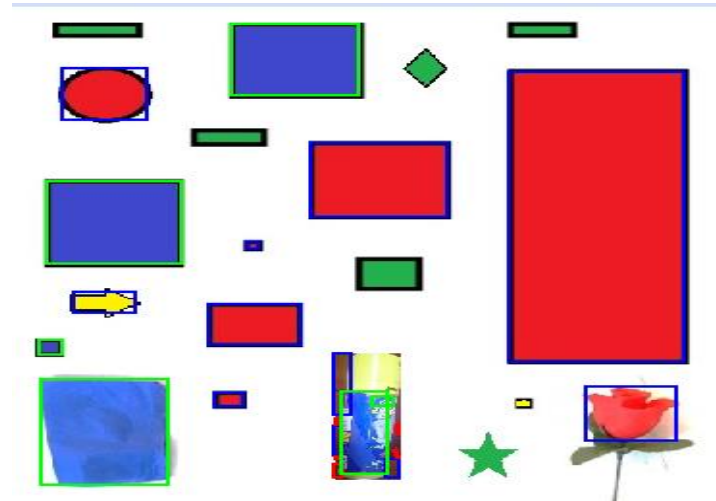
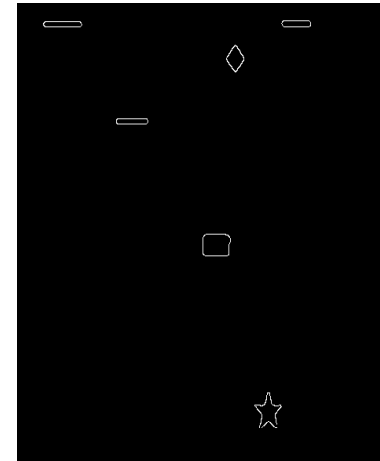
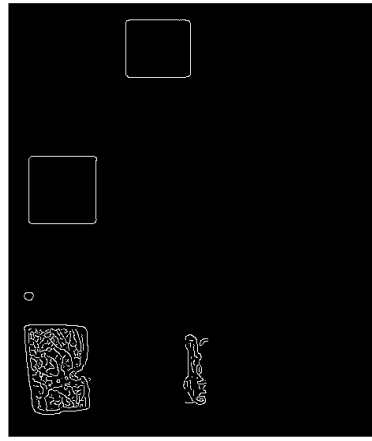
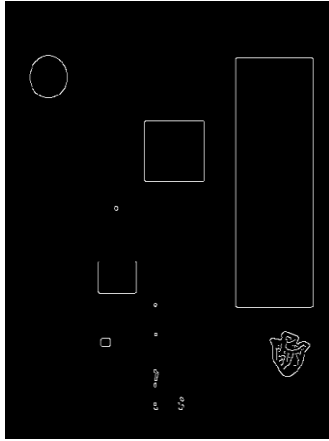


ALGORITMO DE CONTEO

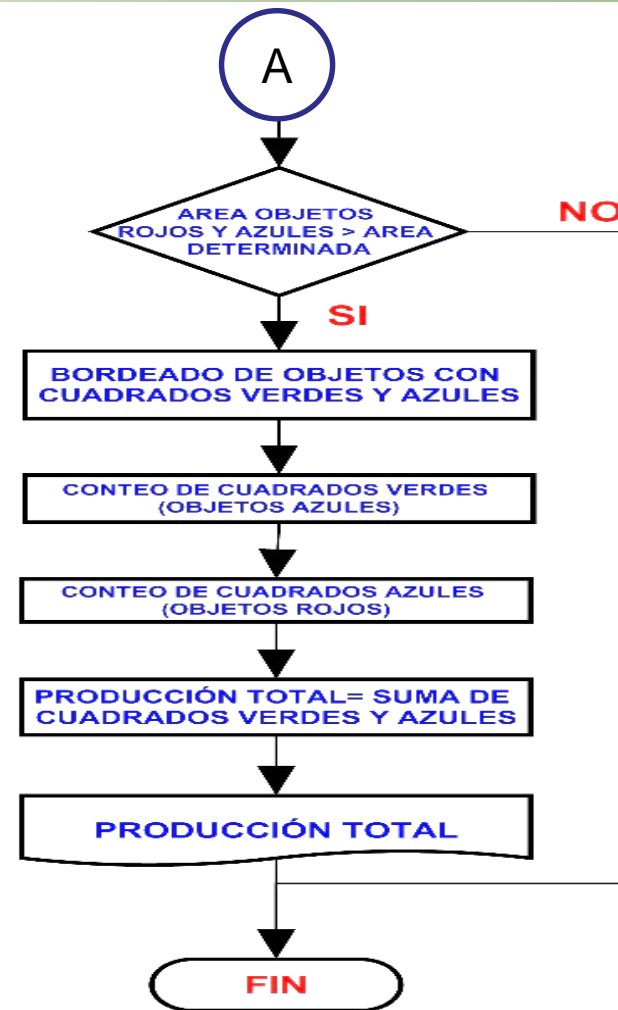
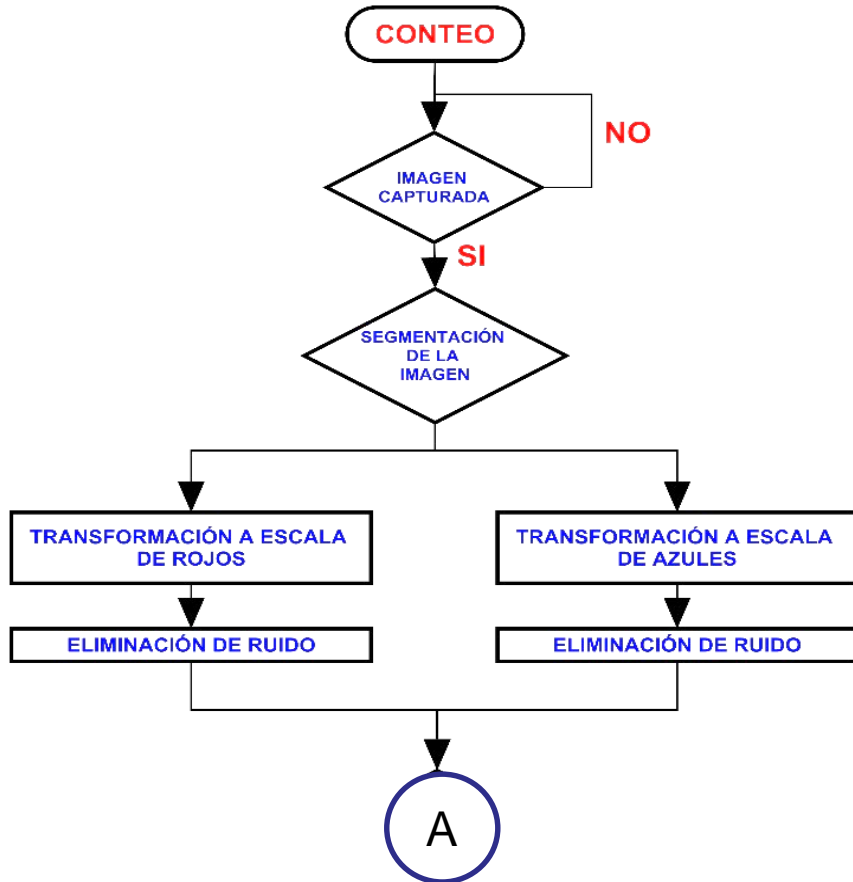
Además de etapas de detección de bordes, eliminación de ruidos, bordeado de regiones a fin de seleccionar áreas de interés para poder lograr el conteo total.



ALGORITMO DE CONTEO



ALGORITMO DE CONTEO



PRUEBAS REALIZADAS

El sistema registrador fue sometido a pruebas para verificar su comportamiento en cuanto a su característica de medición, para esto se usó diferentes objetos de los cuales se conoce su medición real obtenida en forma manual, como por ejemplo un calibrador pie de rey, objetos comunes como un control remoto, una medalla, y objetos de fácil crecimiento como globos.



EXPERIMENTO 1: CALIBRADOR PIE DE REY

El objeto a medir a través del sistema viene a ser el calibrador pie de rey en su largo y en su posición de apertura; para lo cual se toma como referencia de calibración el ancho de la tabla del piso sobre la cual se encuentra colocada el calibrador pie de rey.



Mediciones Previas (Forma Manual)

Largo del Calibrador: 16 cm

Valor de Apertura: 3,02 cm

Valor de Objeto de Referencia (Ancho Tabla): 11,5 cm



El Resultado arrojado por el sistema es el siguiente:



EXPERIMENTO 2: GLOBO LARGO

Para dicho experimento fue necesario utilizar un compresor para facilitar el inflado del globo, donde a distintas presiones y a intervalos de 10 segundos se iba registrando de forma manual el valor en ancho del globo.



| 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 |



El Resultado arrojado por el sistema es el siguiente:

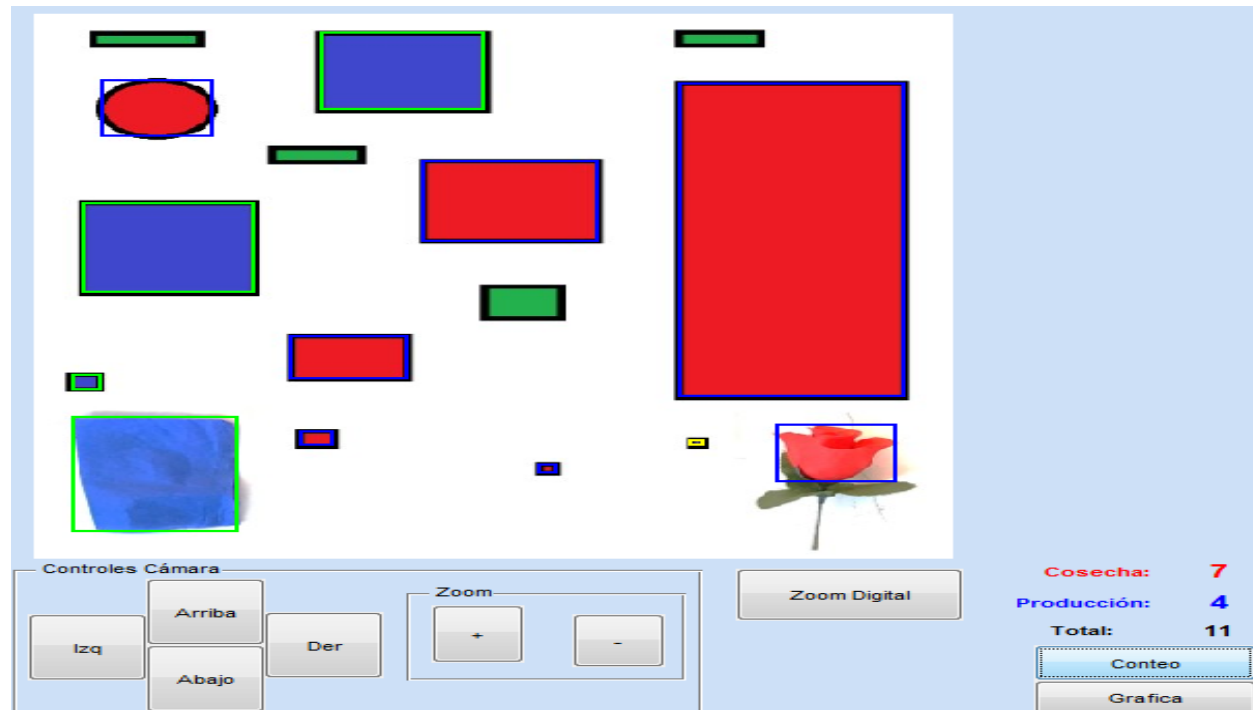
| Boton | | |
|--------------------------------------|--------|---|
| <input type="button" value="Medir"/> | Alto: | 0 |
| <input type="button" value="Medir"/> | Ancho: | 0 |

| Tallo | | |
|--------------------------------------|-------|--------|
| <input type="button" value="Medir"/> | Alto | 0 |
| <input type="button" value="Medir"/> | Ancho | 5.1036 |



EXPERIMENTO 3: CONTEO OBJETOS

Para la etapa de conteo, se procedió a probar colocando distintas figuras, objetos a fin de verificar si el algoritmo de conteo está determinando cuantos objetos de color rojo y azul se encuentran en una imagen.



PRUEBAS EXPERIMENTALES EN EL INVERNADERO

Por la alta población de rosas que existen, se determinó en primera instancia una rosa por sección, la misma que indicará una tendencia en cuanto a como va el crecimiento de las demás rosas que conforman las respectivas secciones.

Por lo tanto se hizo un seguimiento a un total de 8 rosas (una por sección), durante el lapso de 10 días, a fin de ir registrando sus mediciones y comparar cuánto a crecido de un día a otro.

Se pudo apreciar que los operarios se encargan de realizar las mediciones de los tallos de las rosas mediante cintas métricas y la medición de los botones mediante un calibrador pie de rey.



PRUEBAS EXPERIMENTALES EN EL INVERNADERO

Valores medidos manualmente en cada sección (día 1)

| Valores Medidos Manualmente | | | | |
|-----------------------------|------------|-------|------------|-------|
| Flor (Sección) | Tallo (Cm) | | Botón (Cm) | |
| | 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 |



PRUEBAS EXPERIMENTALES EN EL INVERNADERO

Valores medidos manualmente en cada sección (día 5)

| Valores Medidos Manualmente | | | | |
|-----------------------------|------------|-------|------------|-------|
| Flor (Sección) | Tallo (Cm) | | Botón (Cm) | |
| | 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 |



PRUEBAS EXPERIMENTALES EN EL INVERNADERO

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 |



PRUEBAS EXPERIMENTALES EN EL INVERNADERO



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PRUEBAS EXPERIMENTALES EN EL INVERNADERO


El resultado arrojado por el sistema para la rosa de la sección 8 en el día número 10 es el siguiente:

| Boton | | |
|-------|--------|----------|
| Medir | Alto: | 4.8393 |
| Medir | Ancho: | 1.27328 |
| Tallo | | |
| Medir | Alto | 85.30789 |
| Medir | Ancho | 0.81859 |



PRUEBAS EXPERIMENTALES EN EL INVERNADERO

2016 12 21 10:35:59 AM
P19828W



Controles Cámara

Estadística

Reset

Izq

Arriba

Der

Abajo

Zoom

+

-

Zoom Digital

Cosecha: 3

Producción: 19

Total: 22

Conteo

Grafica



ANÁLISIS DE RESULTADOS

MEDICIÓN

Para determinar el margen de error promedio que presenta el sistema en su etapa de medición, se utilizó la imagen del Experimento 2 (globo largo), del cual se realizó un total de 100 mediciones en su parte ancha.



Medición Previa (Forma Manual)

Ancho del Globo : 5 cm

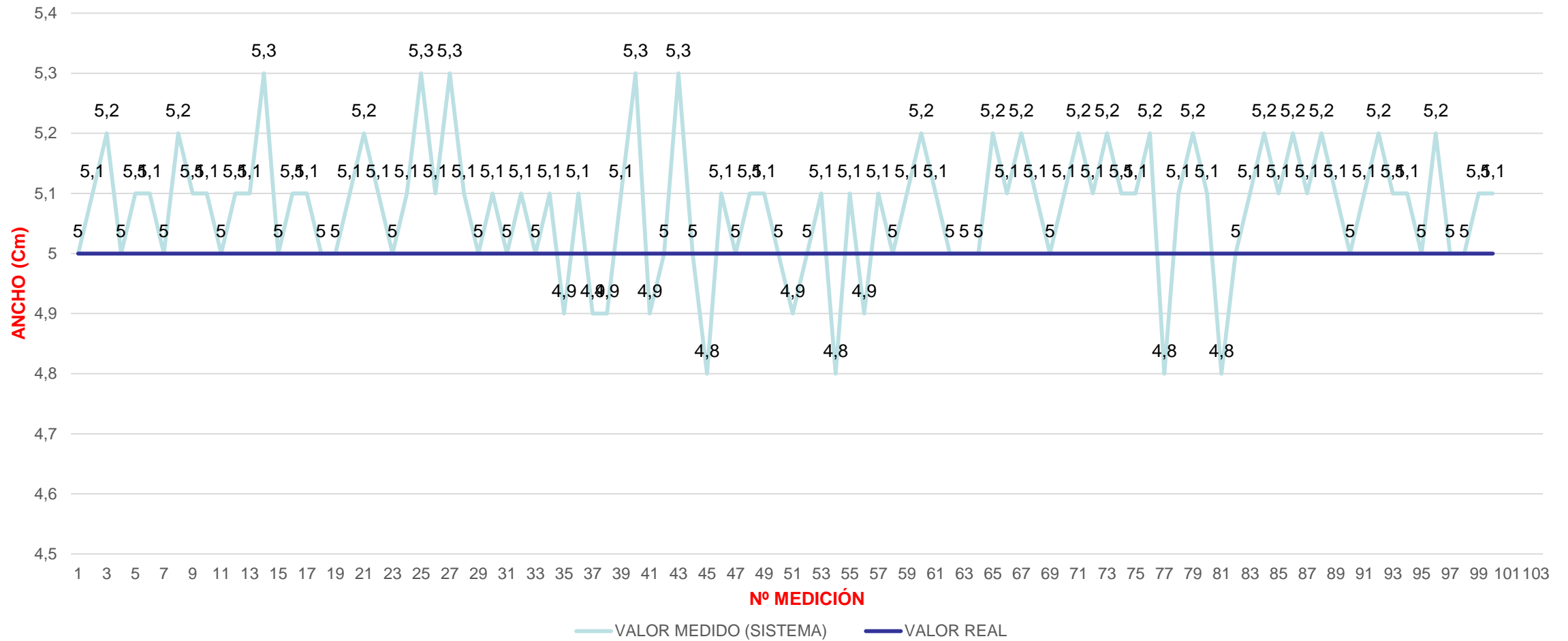
Dicha medición se la consideró como real dado que se la efectuó con un calibrador pie de rey.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VARIACIÓN DE LAS MEDICIONES

GLOBO LARGO (MEDICIÓN EN ANCHO)



Moda = 5,1

Promedio = 5,075

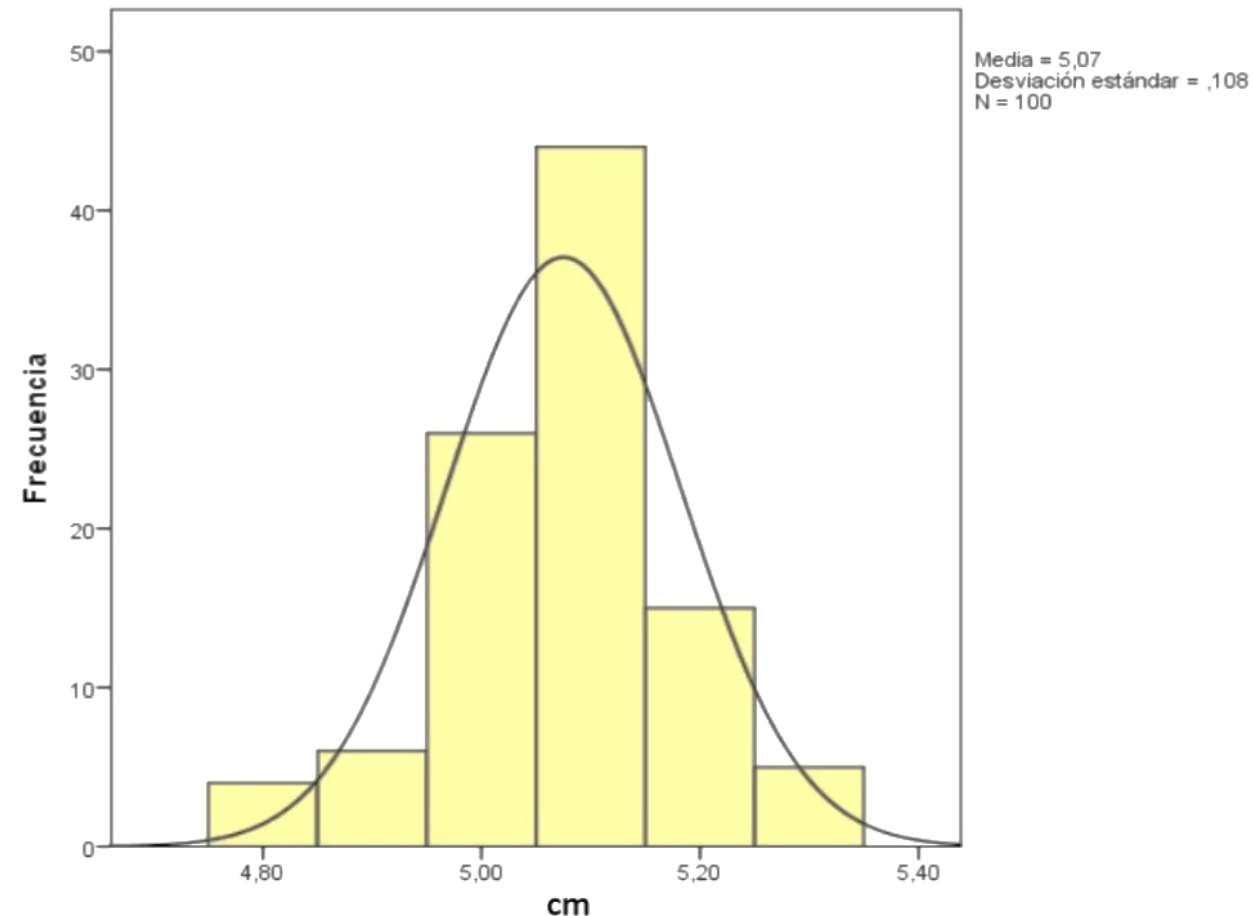
Desviación estándar = 0,108

Varianza = 0,0116

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

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

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.

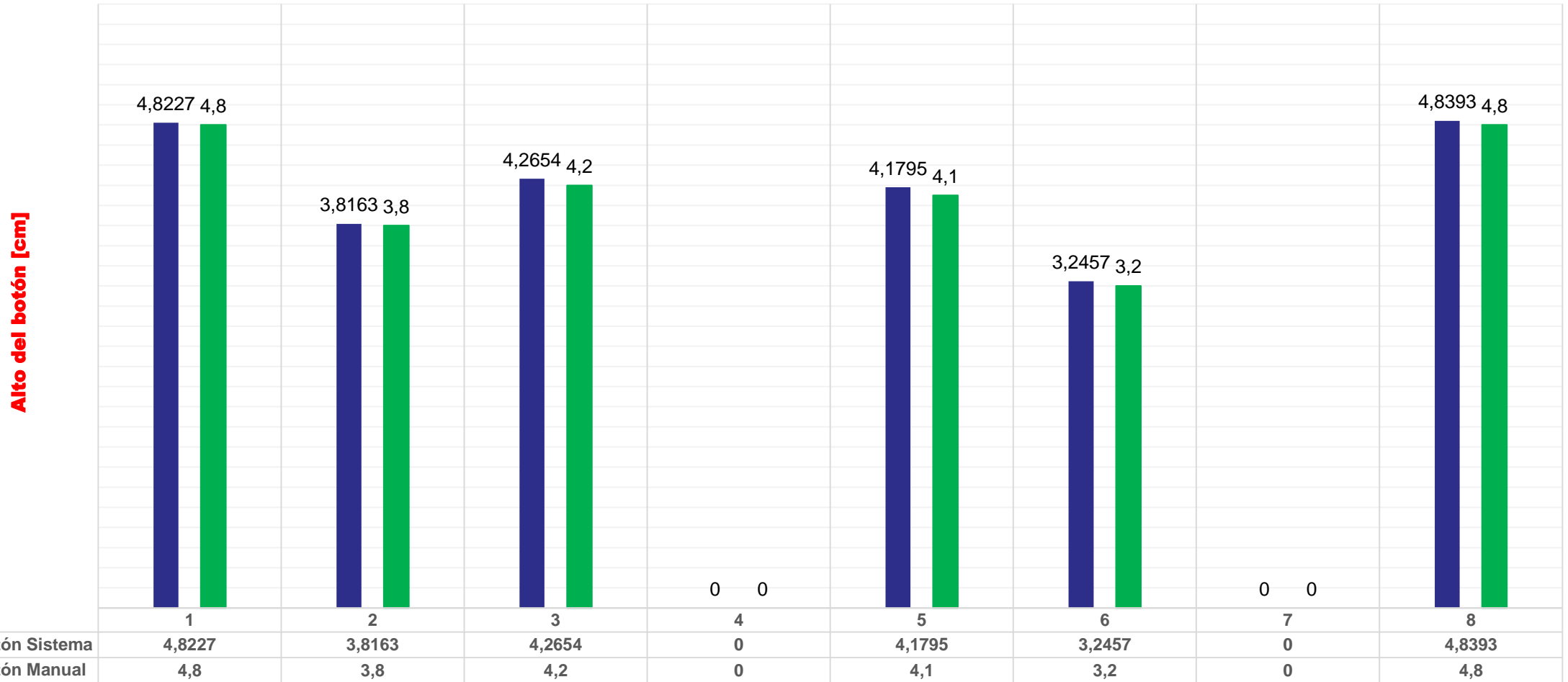


Valor del Botón Manual vs Sistema del Décimo Día

| 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 |



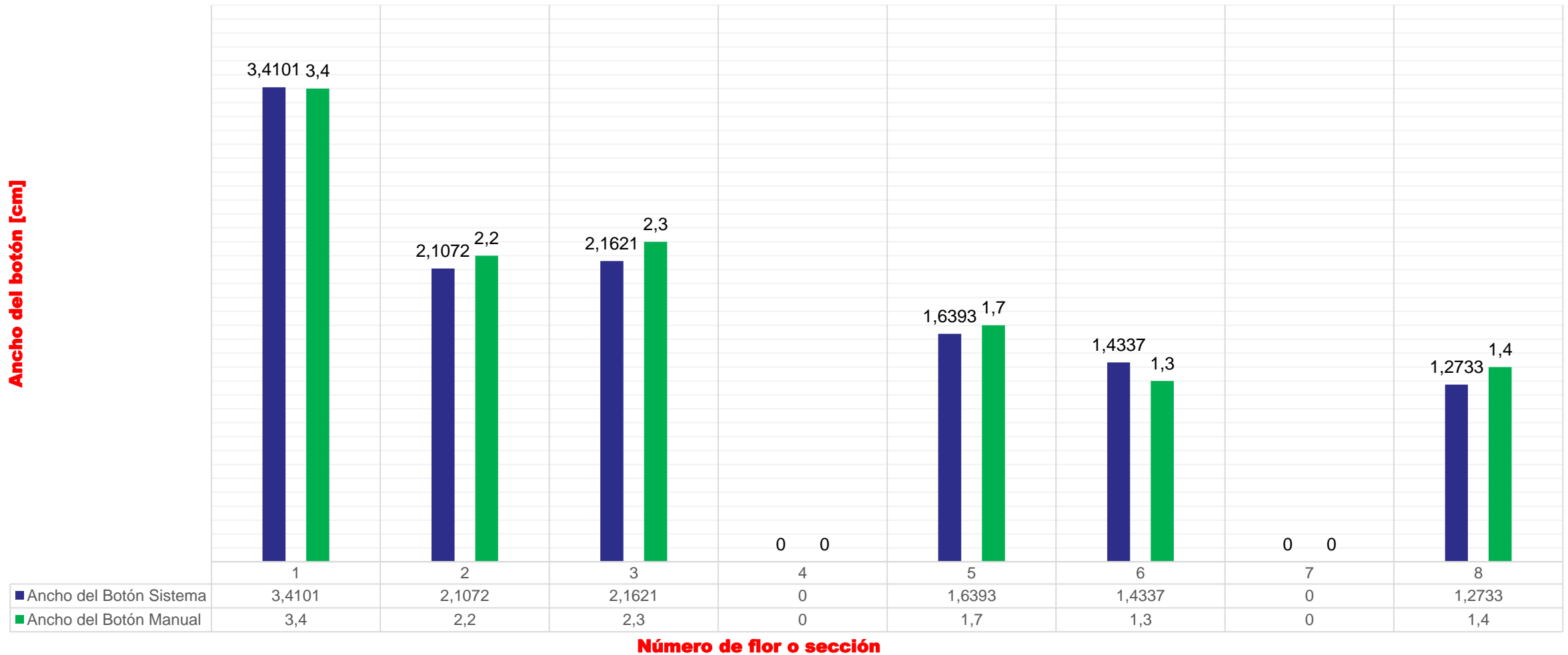
ALTO DEL BOTÓN SISTEMA VS MANUAL (POR SECCIÓN)



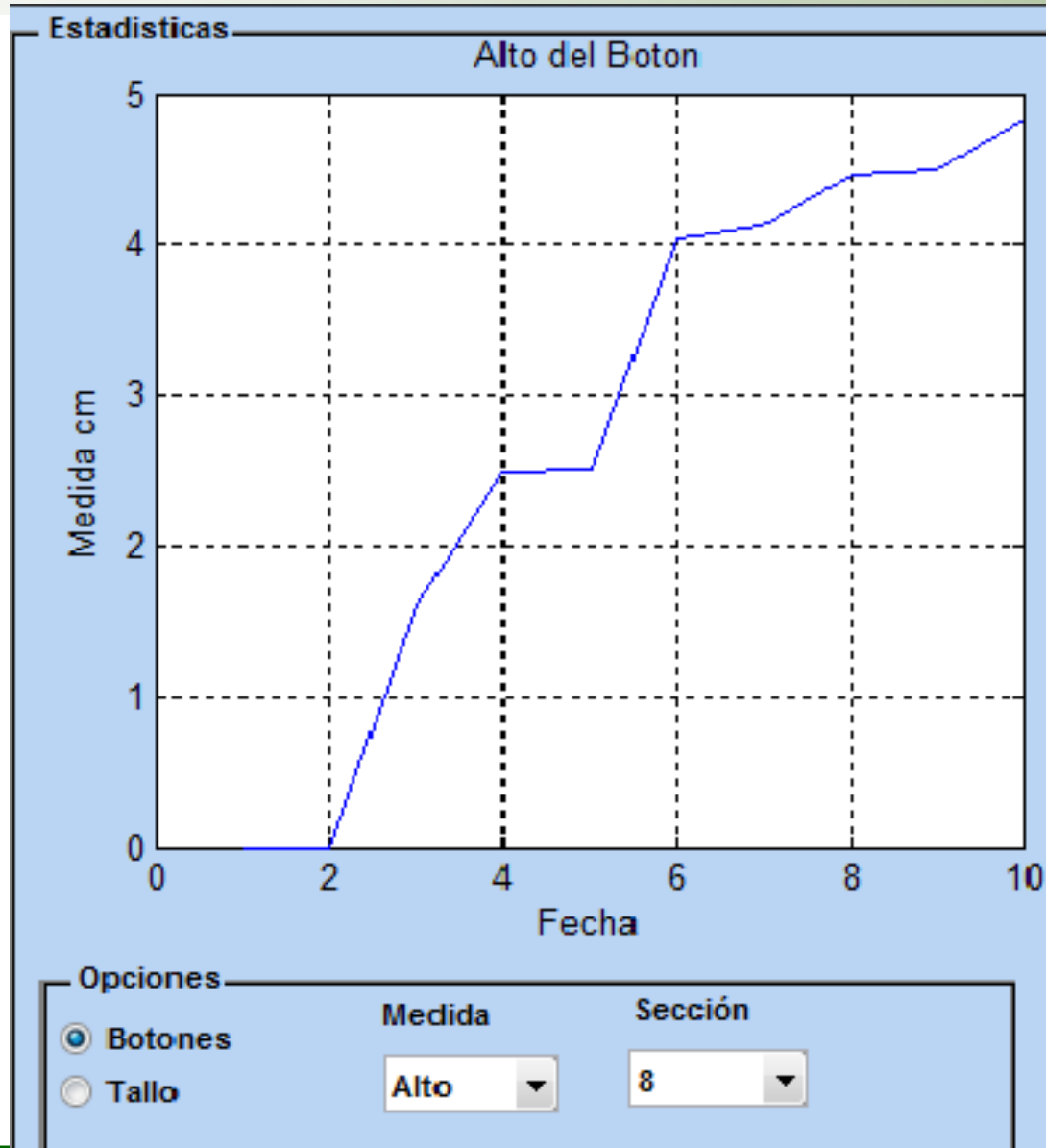
Número de flor o sección



ANCHO DEL BOTÓN SISTEMA VS MANUAL (POR SECCIÓN)



CURVA DE CRECIMIENTO GENERADA POR EL SISTEMA (FLOR 8)



ANÁLISIS DE RESULTADOS

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 visualmente se determinó que existen 24 rosas (cosecha) y 35 rosas (producción).



Cosecha

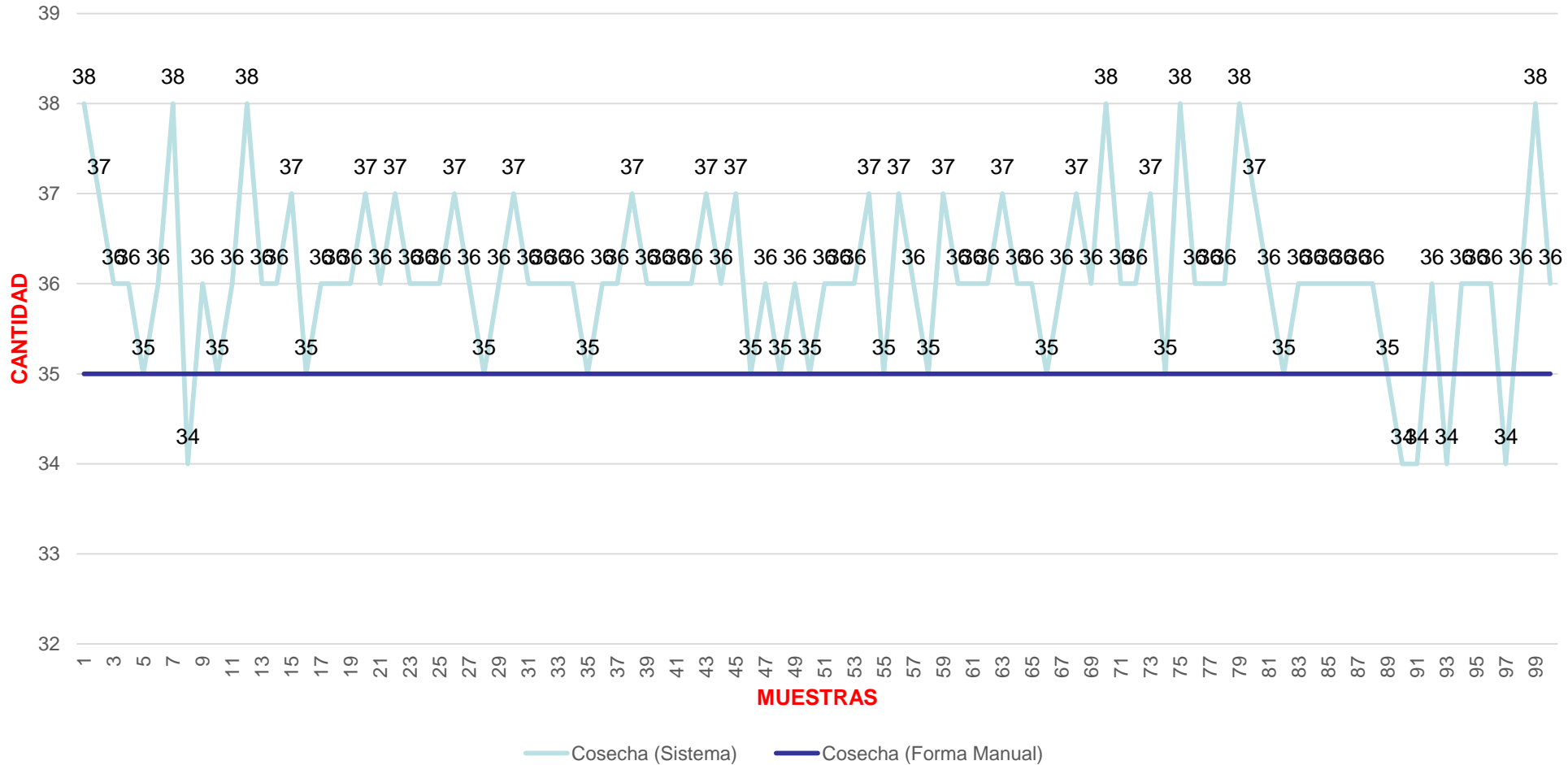


Producción

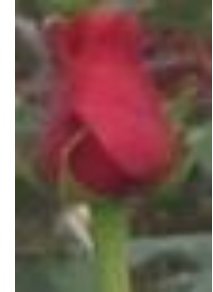


VARIACIÓN DEL CONTEO

CONTEO DE ROSAS DE PRODUCCIÓN



Cantidad de rosas de Producción:



35



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Moda = 36

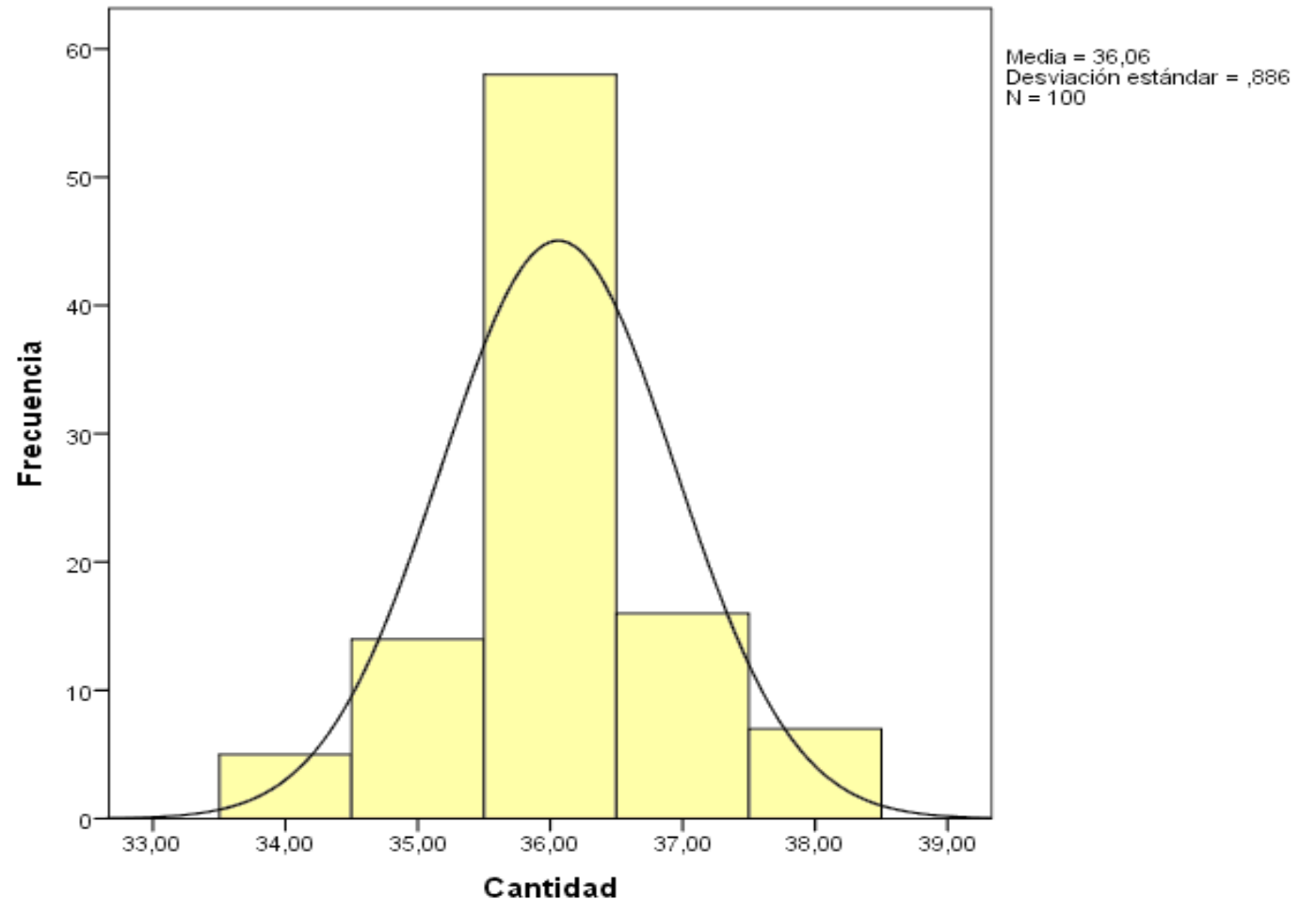
Promedio = 36,06

Desviación estándar = 0,886

Varianza = 0,784

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

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



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.



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.



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.



CONCLUSIONES

- 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.



CONCLUSIONES

- 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.
- 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.



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.



RECOMENDACIONES

- 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.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“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
eddyco23@Hotmail.com
Edison Xavier Suárez Parra
xsuarez266@gmail.com



Tutor:

Ing. David Rivas

