

SEAPF

Sistema para la Estimación de Antocianinas en Poblaciones de Frijol

Versión 1.0

Manual de usuario

SEAPF
13 de enero de 2022

Índice

1. Introducción	2
2. Caja fotográfica	2
2.1. Requisitos eléctricos	2
2.1.1. Conexión eléctrica	2
2.2. Encendido de focos	3
2.2.1. Fuentes de iluminación	3
2.2.2. Reemplazo de focos	4
2.3. Dimensiones de la caja fotográfica	4
2.4. Difusor de luz	4
2.5. Funcionalidad de la caja fotográfica	5
2.6. Color de fondo	6
2.7. Colocación de la cámara	6
2.7.1. Colocación de los granos de la muestra	6
3. Cámara fotográfica	7
3.1. Colocación de la cámara	7
3.2. Cámara digital fotográfica	8
3.3. Configuración de disparo	8
3.4. Revelado de archivo digital negativo	9
3.4.1. Darktable	9
3.4.2. Revelar archivos digitales negativos	9
4. Estandarización y calibración del color	12
4.1. X-Rite ColorChecker Passport	12
4.2. Software de calibración de cámara	14
4.2.1. Instalación de ColorChecker Camera Calibration	14
4.2.2. Creación de perfil ICC personalizado	15
5. Flujo de trabajo de reproducción de imágenes en color	17
5.1. Flujo de trabajo de reproducción de imágenes en color	17
6. SEAPF	19
6.1. Instalación del entorno de ejecución	20
6.2. Sistema para la estimación de antocianinas en poblaciones de frijol	20
6.3. Analizar una nueva muestra	21
6.3.1. Mostrar información de color	23
6.3.2. Generar reporte de análisis	26
6.4. Contactos	27

1. Introducción

Este manual fue escrito para explicar el uso del sistema para la estimación de antocianinas en poblaciones de frijol. Es un sistema de visión por computadora que está conformado por diferentes elementos, es por ello que en este manual se incluye el uso de la caja fotográfica, las opciones de configuración propias de la cámara, calibración del color, así como, del software para la estimación de antocianinas.

La caja es un entorno de iluminación controlado que facilita la difusión y distribución de la luz, esto permite mediante la cámara obtener imágenes claras y nítidas. El software de estimación de antocianinas procesa la información de color que obtiene de una imagen. Son requeridos mínimos conocimientos en computación, mínimo conocimiento de uso de cámara fotográfica digital para la adquisición de fotografías. Todo el equipo esta configurado de tal manera que facilite su uso evitando complejidad de operación.

En este manual se detallan cada una de las partes que componen este sistema y su apropiado uso. Se recomienda leer este manual antes de usar el sistema para la estimación de antocianinas.

2. Caja fotográfica

La necesidad de estimar antocianinas mediante procesamiento de imágenes digitales requiere de imágenes claras y nítidas, para tal fin, es requerida iluminación controlada. Las condiciones de luz adecuadas favorecen las tomas fotográficas y permiten obtener el color propio de los objetos, además, las fuentes de iluminación deben ser propias para fotografía.

2.1. Requisitos eléctricos

El voltaje permitido es de 120 voltios, el cable eléctrico de la caja debe ser conectado a un regulador de voltaje o no-break, esto evitará daños y reducción de vida de los focos.

2.1.1. Conexión eléctrica

La conexión eléctrica interna de la caja fotográfica es conexión en paralelo, que permite el mismo voltaje en todos los focos, además, el tipo de conexión evita variaciones que afecten la calidad de iluminación.

2.2. Encendido de focos

Después de conectar el cable a la toma de corriente, para encender los focos debe hacerlo mediante el apagador ubicado en el interior de la caja (Ver Figura 1). Para ubicarlo debe abrir la base deslizable del cajón.



Figura 1: Apagador en el interior

Finalizado el uso de la caja fotográfica se recomienda apagar los focos, esto ayudará a prologar la vida de los focos.

2.2.1. Fuentes de iluminación

En el interior del prototipo hay ocho focos colocados alrededor del área de fotografiado, es importante en cada uso verifique el encendido de los focos. Si algunos de los focos no enciende será necesario sustituirlo por otro. La configuración de disparo de la cámara fotográfica tiene los parámetros definidos considerando la iluminación que ofrece 8 focos (Ver Figura 3).

2.2.2. Reemplazo de focos

El tipo de foco utilizado como sustituto es de la marca ®LimoStudio Full Spectrum que son los adecuados para fotografía (Figura 2). Es una bombilla con conector convencional. Para mayor información consulte la página del fabricante <https://limostudio.com/>.



Figura 2: Foco ®LimoStudio utilizado para iluminación en el interior de la caja fotográfica.

Es un tipo de iluminante de 45 W con temperatura 6500 K

2.3. Dimensiones de la caja fotográfica

El área fotográfica es de 38x38cm, suficiente espacio para colocar las semillas de una muestra de 60 gramos. La caja tiene dimensiones de 68 cm x 68 cm x 60 cm de altura (Ver Figura 3).

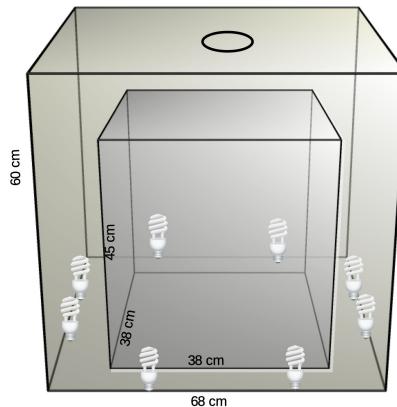


Figura 3: Caja fotográfica con difusor de luz.

2.4. Difusor de luz

En el interior fue colocado un difusor que cubre el área de fotografiado. Su función consiste en difuminar la luz y reducir sombras entre objetos

cercanos. El material utilizado como difusor es tela blanca gabardina, el tipo de tejido y el grosor que presenta la tela evita que la luz pase por orificios del mismo tejido. Fueron colocadas dos capas de tela para difuminar completamente la luz en el área de adquisición. La tela es sujetada a unos ganchos dentro de la caja de luz (Ver Figura 4).



Figura 4: Difusor

2.5. Funcionalidad de la caja fotográfica

La caja fotográfica fue diseñada para facilitar la colocación de las muestras que desee fotografiar, para tal fin, fue incluida una plataforma deslizable (Ver Figura 5) que debe jalar para colocar la muestra y empujar para posicionar frente a la lente de la cámara.



Figura 5: Área de fotografiado

Para jalar la base deslizable debe hacerse usando la manija o jaladera de barra (Ver Figura 6). Se aconseja siempre usar la manija para abrir o cerrar la caja.



Figura 6: Jaladera de barra

Antes de cada adquisición fotográfica no olvide cerrar completamente la base deslizable.

2.6. Color de fondo

Este sistema fue diseñado para la estimación de antocianinas en poblaciones nativas de frijol. No se tiene evidencia de la existencia de frijol de color azul cielo (Ver Figura 7), es por ello, que antes de realizar una adquisición fotográfica verifique que sea utilizado papel azul cielo para contrastar el color de los granos. Esto facilitará al software identificar las regiones de interés y extraer las características de color del conjunto de semillas de la muestra a analizar.

2.7. Colocación de la cámara

Hay un soporte de sujeción de la cámara en la parte alta de la caja fotográfica, debe colocar la cámara de tal modo que la lente ingrese por el orificio. Para fijación de la cámara debe atornillar el soporte a la cámara, es importante fijar la cámara para evitar movimientos al momento de la adquisición.

2.7.1. Colocación de los granos de la muestra

El color como elemento principal debe ser adquirido de manera fiel, es por ellos, que necesariamente la muestra debe ser colocada separando las semillas y distribuidos dentro del área de fotografiado (Figura 7). Si las semillas son agrupadas y superpuestas la información de color será incompleta en el análisis.



Figura 7: Colocación de los granos en el área de fotografiado.

3. Cámara fotográfica

3.1. Colocación de la cámara

Por la parte alta de la caja fotográfica se encuentra un orificio donde debe ser introducida la lente de la cámara. Después de insertar la cámara debe fijarla apretando el tornillo al soporte. La Figura 8 muestra la colocación correcta.



Figura 8: Cámara digital fotográfica fijada en la caja.

3.2. Cámara digital fotográfica

Un elemento esencial del sistema de visión es la cámara fotográfica. Los requisitos de la cámara deben ser los siguientes: La cámara debe ser semi-profesional o profesional, debe generar archivos negativos digitales del tipo RAW. Cada fabricante usa su tipo de formato como lo muestra la lista siguiente.

- Sony: . ARW, . SRF o . SR2.
- Fuji: . RAF.
- Panasonic: . RW2.
- Nikon: . NEF o . NRW.
- Canon: . CR2 o . CRW.
- Pentax: . PEF o . PTX.
- Olympus: . ORF.

Si la cámara no cumple estos requisitos, no será posible la integración debido al flujo de trabajo de reproducción de imágenes de color(Puede consultar la sección 5 correspondiente a Flujo de trabajo de reproducción de imágenes de color). Si desea integrar una nueva cámara favor de consultar la sección 4 de Estandarización y calibración del color.

Para fines ilustrativos se presenta el modelo de cámara SONY ILCE 3500 de 20 Mega pixeles (Ver Figura 9). La cual fue integrada por sus características para la adquisición de imágenes.



Figura 9: Cámara digital fotográfica.

3.3. Configuración de disparo

El diseño del sistema de visión por computadora requiere que la cámara tenga la siguiente configuración mostrada en la Tabla 1:

Si la cámara no tiene los parámetros ajustados, será necesario realizar el ajuste antes de iniciar la adquisición. La única opción permitida es la

Configuración de disparo	
Parametro	Valor
Shutter speed	1/60
Focal length	50 mm
ISO	100
Aperture	f/8.0

Cuadro 1: Parámetros y valores de configuración de cámara fotográfica

opción M (Modo Manual), debe revisar que la perilla este girada a la opción M. La adquisición fotográfica debe ser guardada como un archivo ARW, el cual es un archivo digital negativo.

3.4. Revelado de archivo digital negativo

SEAPF es un sistema que incluye la calibración de color como estandarización del color para imágenes que provienen de distintos dispositivos de adquisición. Es por ello que debe trabajar con archivos que previamente deben ser tratados con un software de revelado.

3.4.1. Darktable

®Darktable es un software de código abierto utilizado por fotógrafos para revelar archivos digitales negativos del tipo RAW. Para mayor información consultar el enlace del desarrollador <https://www.darktable.org/> Desde la página de darktable debe descargar la versión para su sistema operativo.

3.4.2. Revelar archivos digitales negativos

Posterior a la adquisición fotográfica es el revelado de imágenes, para tal fin debe seguir los siguientes pasos mostrados en la Figura 10.



Figura 10: Opciones de importación.

1. Para importar debe ubicar la opción **Importar>Añadir a la fototeca**.
2. En la opción **Lugares** presionar el botón **+**
3. Seleccionar la ubicación del archivo o conjunto de archivos (*.arw)

Para importar, previamente debiste mover los archivos (*.arw) alojados en la memoria de la cámara a una carpeta. Para evitar confusiones será necesario darle nombre de la población a cada archivo.

4. Los archivos importados serán visibles en el área del gestor de archivos como lo muestra la Figura 11.

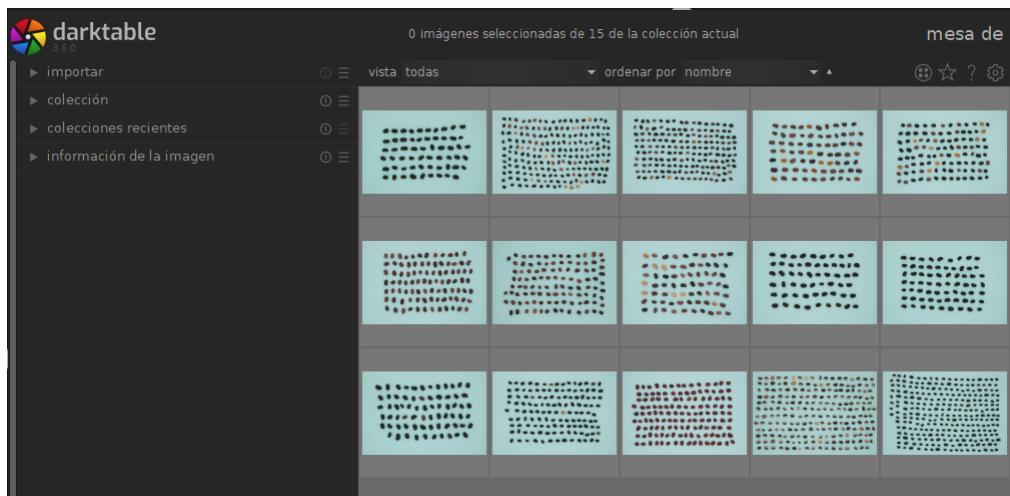


Figura 11: Ejemplo de imágenes de archivos importados.

5. Si son varios los archivos que serán revelados es necesario ubicar la opción **Seleccionar>Seleccionar todo**, mostrado en la Figura 12 .

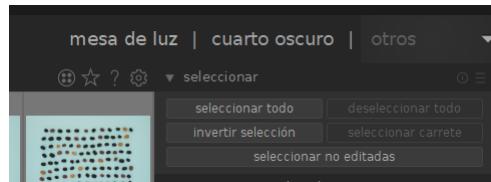


Figura 12: Opción para seleccionar el conjunto de archivos en el revelado.

6. El resultado final del revelado será una imagen con extensión *.tif, debe indicar algunos parámetros antes de exportar.
7. En la opción **Exportar>Guardar en** debe especificar la ruta en la que serán guardados los archivos.

| La ruta puede ser la misma de los archivos *.arw, tenga en cuenta que estos tendrán el mismo nombre con la extensión *.tif

8. La opción **Exportar>Opciones de formato** deberá indicar las opciones mostradas en la tabla 2.

Opción	Valor
Formato de archivo	TIFF (8/16/32 bits)
Profundidad de bit	16 bits
Compresión	Sin comprimir

Cuadro 2: Opciones de formato

9. La última opción es **Exportar>Opciones generales**, debe indicar el perfil de color sRGB, dado que es el espacio de color que SEAPF utiliza antes de realizar la conversión al espacio de color CIE L*a*b*.

Definidos los parámetros de revelado como lo muestra la Figura 13 deberá presionar el botón **Exportar**. El tiempo dependerá de la cantidad de archivos que darktable revelará.

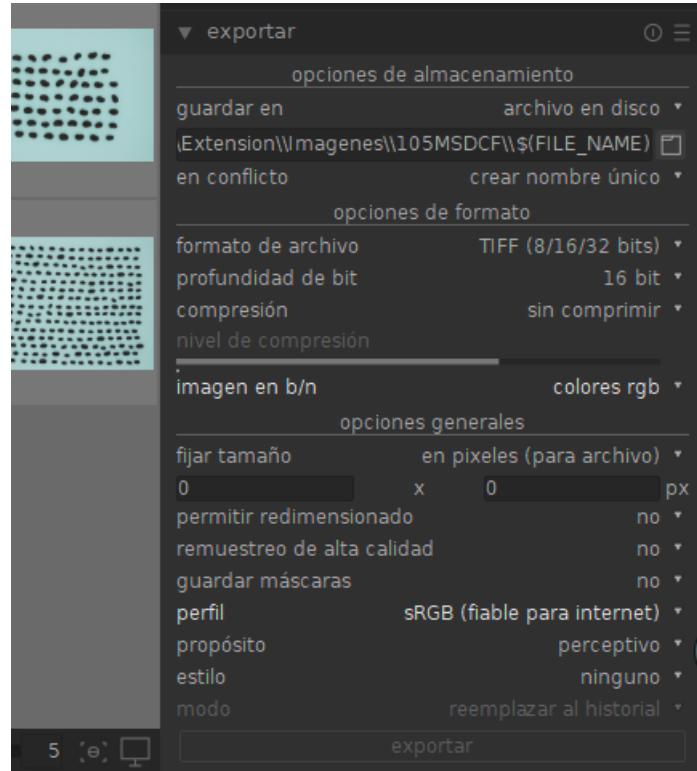


Figura 13: Opciones de revelado digital de *.arw a *.tif.

Finalizado el proceso de revelado tendrá un conjunto de imágenes en formato .tif, el siguiente paso será procesar la información de las imágenes de las poblaciones que desea analizar.

4. Estandarización y calibración del color

Un estándar en la industria fotográfica es utilizar una referencia colorimétrica para una mayor precisión y consistencia del color, que permita que los colores coincidan desde la captura hasta el proceso final.

4.1. X-Rite ColorChecker Passport

En este sistema de visión fue empleado el ColorChecker Passport de 24 parches similar al mostrado en la Figura 14. Es importante mencionar que el resultado de las adquisiciones debe ser en formato RAW.



Figura 14: X-Rite ®ColorChecker Passport de 24 parches.
<https://xritephoto.com/colorchecker-passport-photo2>.

El ColorChecker Passport usado en este sistema está conformado por 3 cartas de color:

Carta de balance de blancos: Es utilizada como punto de referencia para la adquisición posterior de imágenes, esto garantiza que el color de los objetos sea fiel, además, es un punto de referencia neutro que permite compensar las diferentes condiciones de iluminación. En cada diferente condición de iluminación es necesario realizar el balance da blancos de una cámara. En este sistema de visión se tiene iluminación controlada, por lo tanto, no es necesario estar aplicando el balance de blancos. Con realizarlo una vez será suficiente.

Carta Clásica: Es un punto visual de referencia para el color, por lo que, cada uno de los 24 parches de color representa los colores de los objetos naturales, como el color de las semillas de frijol o de muestra biológicas como frutos u hortalizas. Cada parche refleja la luz de manera precisa cómo su correspondiente en el mundo real.

La carta es ideal para controlar la apariencia de los colores en la captura, además, permite obtener resultados consistentes, predecibles y repetibles de imagen a imagen y de cámara a cámara.

Carta de realce creativo: Incluye parches de color para refinar el color de una imagen a los tonos de piel o de un paisaje. En este sistema no es utilizada esta carta de color debido a la función por la que fue diseñado.

4.2. Software de calibración de cámara

ColorChecker Passport es un grupo de cartas con fines de calibración de color. Para disponer de su completa funcionalidad es complementado con el Software de calibración de cámara. Si desea crear un perfil personalizado para una cámara digital de reemplazo, deberá descargar ColorChecker Camera Calibration ®, que es un software que permite generar perfiles de cámara personalizados ICC.

4.2.1. Instalación de ColorChecker Camera Calibration

Para descargarlo debe ingresar en la dirección web <https://calibrite.com/es/software-downloads/?noredirect=es-ES>. Deberá ubicar el archivo descargado y posterior la instalación siguiendo los pasos que a continuación se describen.

1. Al iniciar la instalación de la aplicación deberá indicar el idioma (Ver Figura 15)

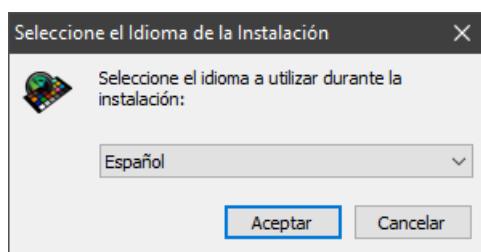


Figura 15: Ventana de instalación.

2. Seleccionar la opción Aceptar acuerdo de licencia para continuar con la instalación
3. Presionar el botón Continuar > durante varios pasos en la instalación

| En algunos pasos de la instalación deberá seleccionar alguna de las opciones disponibles.

4. En el paso Seleccionar los componentes que desea instalar debe escoger la opción Desktop ColorChecker Camera Calibration mostrado en la Figura 16.

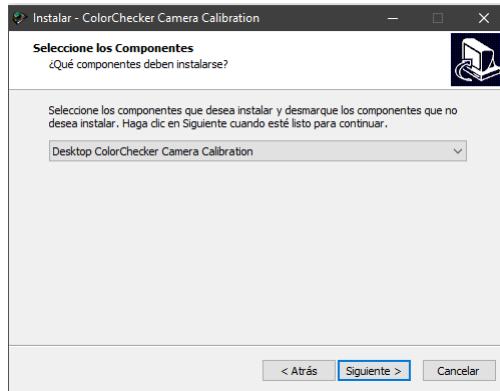


Figura 16: Ventana de instalación con opción para selección de componentes.

5. Los pasos finales consisten en dar continuidad presionando el botón **Siguiente >**.

4.2.2. Creación de perfil ICC personalizado

Finalizado el proceso de instalación y con la finalidad de crear un perfil personalizado. Al momento de usar esta herramienta sea necesario tener una configuración de disparo de la cámara digital fotográfica y previamente adquirir una imagen fotográfica de la carta clásica del ColorChecker Passport como lo muestra la Figura 17.

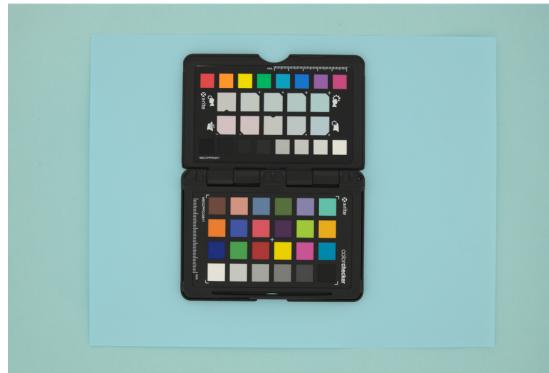


Figura 17: Imagen fotográfica de referencia de la Carta Clásica

La imagen fue adquirida dentro de la caja fotográfica para utilizar la iluminación que aportan los ocho focos en el interior.

Posteriormente, deberá seguir los siguientes pasos.

1. Debe abrir la aplicación ColorChecker Camera Calibration (Ver Figura 18).

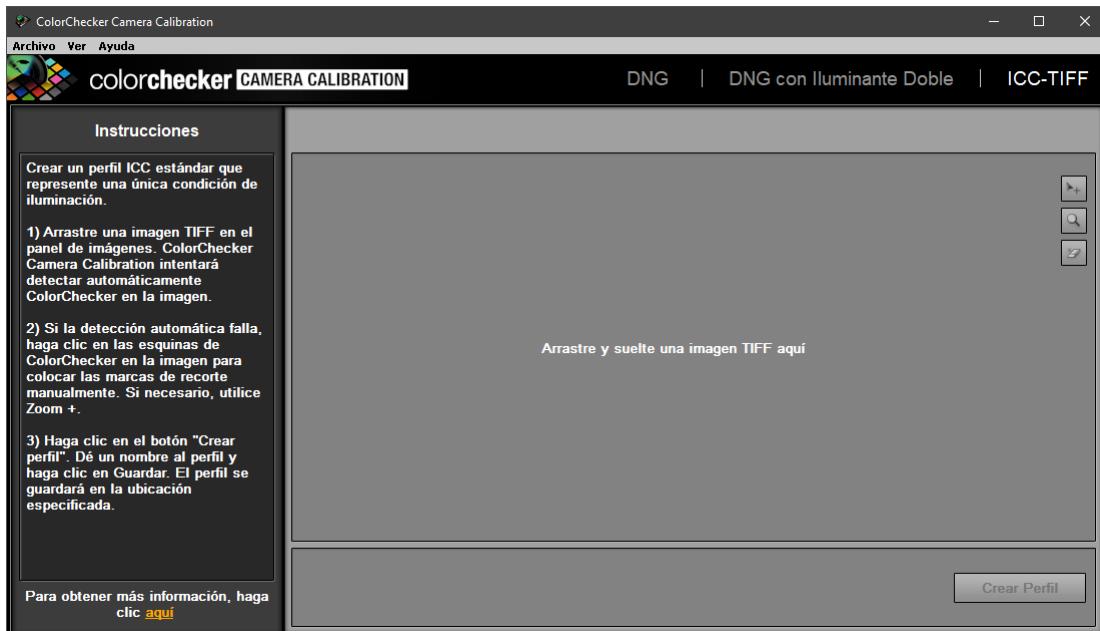


Figura 18: Software ColorChecker Camera Calibration.

2. Escoger la opción **ICC-TIFF**
3. Debe arrastras la imagen con formato TIFF, que es la fotografía de la Carta clásica.

La aplicación automáticamente identificará la tarjeta clásica de color y ubicará cada parche de color **19**.



Figura 19: Detección de cada parche de color

4. Presionar el botón **Crear Perfil** y seleccionar la ubicación destino del perfil con extensión ICC (Ver Figura 20).

El resultado final será el perfil personalizado.

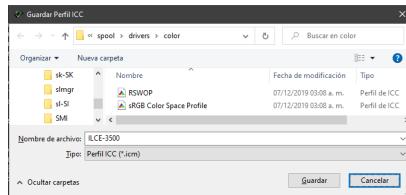


Figura 20: Ruta destino del perfil personalizado ICC

5. Flujo de trabajo de reproducción de imágenes en color

El sistema de estimación de antocianinas fue desarrollado con base a estándares de reproducción y calibración de color. En este manual es descrito el procedimiento que se realizó para la estandarización del color en imágenes de poblaciones de frijol.

5.1. Flujo de trabajo de reproducción de imágenes en color

Un flujo de trabajo adecuado para la reproducción de imágenes en color es crucial para reproducir los resultados en los sistemas de visión por computadora. Para tal fin fue desarrollado el siguiente proceso:

- a) Captura de imágenes
- b) Procesamiento de imágenes RAW
- c) Creación del perfil ICC
- d) Asignación del perfil ICC

El sistema para la estimación de antocianinas considera el flujo de trabajo mostrado en la Figura 21.

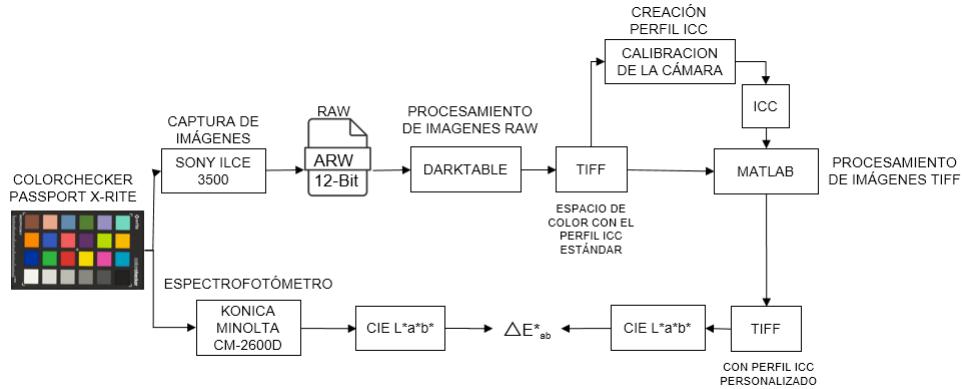


Figura 21: Diagrama de flujo de trabajo de reproducción de imágenes en color.

a) Captura de imágenes: La carta X-Rite ColorChecker Passport de 24 parches debe ser utilizado como objeto de referencia de color. Tener definida la configuración de disparo de la cámara fotográfica. Para fines ilustrativos, la cámara digital SONY modelo ILCE 3500 de 20 MP tiene definida una configuración de disparo fotográfico: velocidad de obturación 1/60, distancia focal 50 mm, ISO 100 y apertura f/8,0, mostrada en la sección 3.2. Dependerá del modelo de cámara, en el modelo SONY ILCE las correcciones de brillo y contraste fueron desactivadas.

A modo de configuración de la cámara digital, debe definir el balance de blancos para evitar desviaciones cromáticas. La cámara digital debe tener opción para definir el balance de blancos. Se recomienda el balance de blancos personalizado porque permite indicar un punto de referencia. Como parte de la configuración debe adquirir una imagen de referencia que debe ser la carta de balance de blancos del ColorChecker Passport. La adquisición debe realizarla poniendo la carta en el interior del prototipo. La carta de balance de blancos es mostrada en la Figura 22.



Figura 22: Carta de balance de blancos.

- b) Procesamiento de imágenes RAW:** Las imágenes deben ser adquiridas en formato de tipo RAW. Las imágenes deben ser procesadas con el software Darktable para crear el espacio de color estándar del perfil ICC. Este procedimiento es descrito en la sección 3.4
- c) Cálculo del perfil ICC:** El software ColorChecker Camera Calibration X-Rite debe ser utilizado para crear el perfil ICC personalizado. El procedimiento realizado es descrito en la sección 4.2 de este manual.
- d) Asignación del perfil ICC:** El perfil ICC estándar de la imagen TIFF es sustituido por el perfil ICC personalizado, junto a la aplicación SEAPF existe ya perfil personalizado que es el utilizado para la calibración del color. El perfil que se incluye fue creado para trabajar con la cámara digital SONY. En caso de usar otro cámara deberá sustituir el perfil debido a que la herramienta SEAPF hace uso del perfil para la calibración del color.

Los 24 parches de color del ColorChecker Passport se midieron con el espectrofotómetro Minolta CM-2600d (Konica Minolta Sensing Inc., Japón) con un iluminante D50 y un ángulo de observación de 10°. Se registraron los parámetros CIE 1976 L*, a* y b*. Todas las mediciones se repitieron 6 veces y se promediaron.

Los valores RGB de la imagen se convirtieron a CIE 1976 L*a*b* utilizando el perfil ICC personalizado asignado como lo describe el inciso d).

Las diferencias de color ΔEab se calcularon entre las mediciones especales y el color de un píxel en la imagen de ColorChecker después de aplicar perfil de calibración de la cámara.

Los valores medio y máximo de las diferencias de color de los 24 parches de la imagen ColorChecker Passport nos permiten alcanzar una precisión de color CIELAB (ΔEab) de 1976 de media=5,5, máxima=11,8.

Todo el anterior procedimiento fue realizado con la finalidad de estandarizar el procedimiento de adquisición, reproducción, calibración de color y conversión del espacio de color sRGB a CIE L*a*b* para la estimación de antocianinas.

6. SEAPF

Sistema para la estimación de antocianinas en poblaciones de frijol, es una herramienta de software con la funcionalidad de estimar antocianinas procesando imágenes digitales de poblaciones de frijol. La herramienta

procesa imágenes en formato *.tif para extraer la información colorimétrica de los granos de una población de frijol. Como parte del proceso la herramienta realiza la conversión del espacio de color sRGB al espacio de color CIE L*a*b*. La información de este espacio es utilizada para caracterizar el color de una población. Para disponer de la funcionalidad de la herramienta debe realizar el siguiente proceso de instalación.

6.1. Instalación del entorno de ejecución

La herramienta SEAPF fue desarrollada usando el software APP Designer que es parte del entorno de desarrollo de Matlab. Para hacer uso de la herramienta es necesario instalar el software que se incluye, dentro de la carpeta de instalación debe ubicar el archivo MATLAB_Runtime_R2020b_win64.zip. Los pasos son los siguientes que debe realizar son:

Extraer el archivo MATLAB_Runtime_R2020b_win64.zip para proceder con la instalación del entorno de ejecución.

Se recomienda seleccionar la opción que extrae los archivos dentro de una carpeta, para evitar confusión es recomendable que la carpeta tenga el mismo nombre que el archivo con extensión zip (Ver Figura 23).

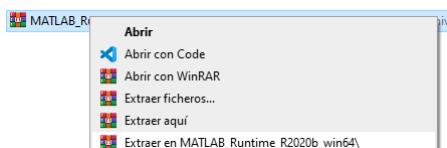


Figura 23: Opciones para extraer los archivos de instalación

Para iniciar la instalación debe abrir el ejecutable Setup.

El proceso de instalación consiste en dar continuidad a cada paso no requiriendo seleccionar opciones durante la instalación.

6.2. Sistema para la estimación de antocianinas en poblaciones de frijol

Es una herramienta desarrollada para realizar estimación de antocianinas procesando imágenes digitales. La herramienta puede abrirla desde la

carpeta SEAPF. La ventana principal de la herramienta es la mostrada en la Figura 24.

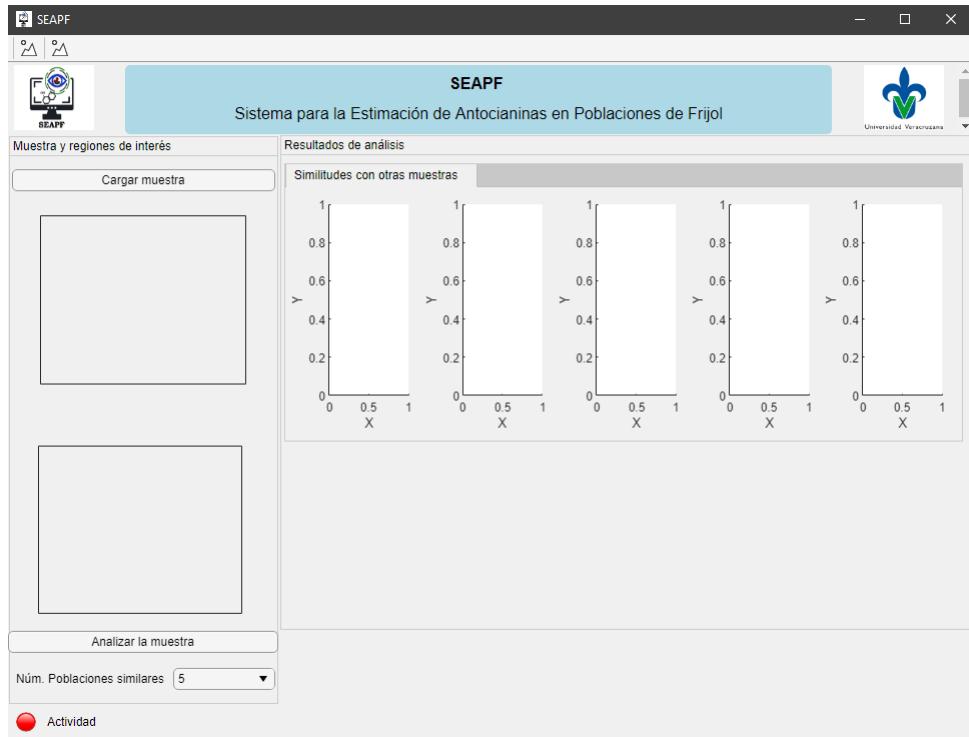


Figura 24: SEAPF ventana principal

Su diseño fue considerando una ventana amigable con opciones fáciles de ubicar.

6.3. Analizar una nueva muestra

SEAPF permite analizar la imagen de una muestra de frijol, el formato de la imagen permitido es *.tif. Otros formatos no son permitidos debido al proceso de flujo de trabajo de reproducción de imágenes en color, para mayor información puede consultar la sección 5. Para realizar el análisis de una muestra debe seguir los pasos que a continuación son detallados.

1. En la herramienta debe cargar la imagen oprimiendo el botón **Cargar muestra**, su función permite abrir una ventana de búsqueda en la que deberá seleccionar la imagen correspondiente a la población de frijol.

Ubicada y seleccionada la imagen, la herramienta automáticamente comenzará a realizar el proceso de segmentación. Este proceso consiste en ubicar las regiones de interés que corresponde a las semillas de la población. Esto se hace con la finalidad de separar el fondo, se asume que el fondo es de color azul cielo (Indicado en la sección 2.6). Finalizada el proceso de carga de la imagen, SEAPF mostrará dos imágenes en el panel izquierdo (Ver Figura 25).

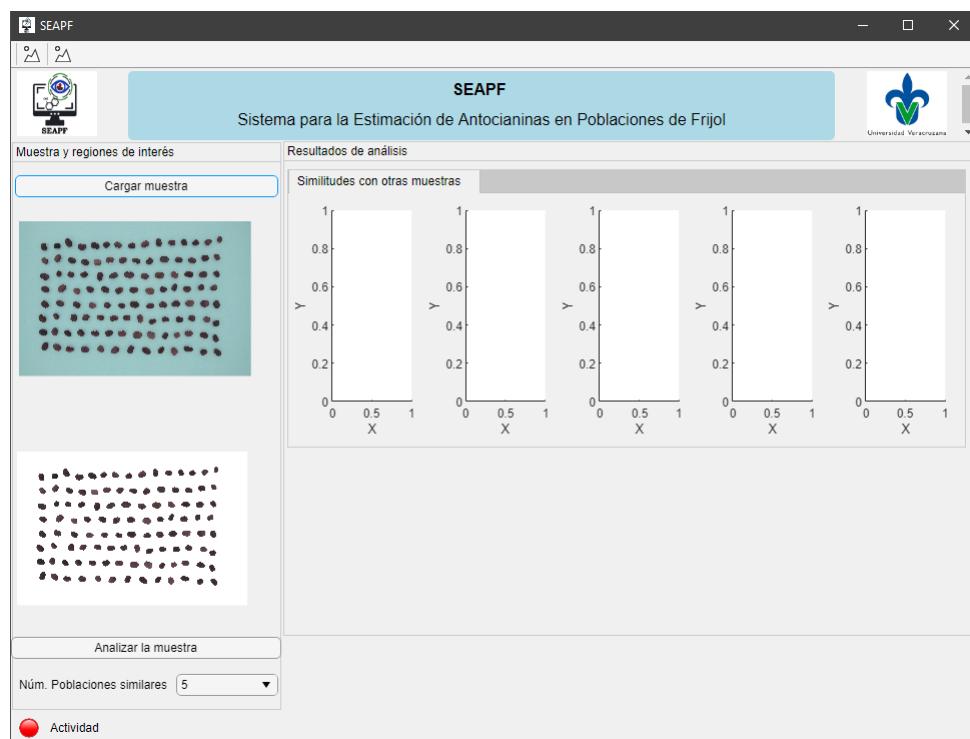


Figura 25: SEAPF con imagen de muestra y regiones de interés

2. El siguiente paso es realizar el análisis de la muestra. Debe presionar el botón **Analizar la muestra**. SEAPF comenzará a procesar la imagen para obtener la distribución de color, esto permitirá proceder a la estimación de antocianinas.

Es incluida la opción que permite indicar el **número de poblaciones similares**, esta funcionalidad muestra las poblaciones nativas de frijol con las que comparte similitud colorímétrica. Por defecto mostrará 5 poblaciones, además, tiene opciones para indicar un menor número de poblaciones de frijol.

- Finalizado el análisis SEAPF mostrará la concentración de antocianinas estimada de la muestra, incluidas las imágenes de poblaciones con las que comparte similitud colorimétrica.

La concentración de antocianinas será mostrada en un tamaño mayor para resaltar el resultado, además, es incluida información complementaria de color, los parámetros L*, a*, b*, Cromaticidad y ángulo de matiz.

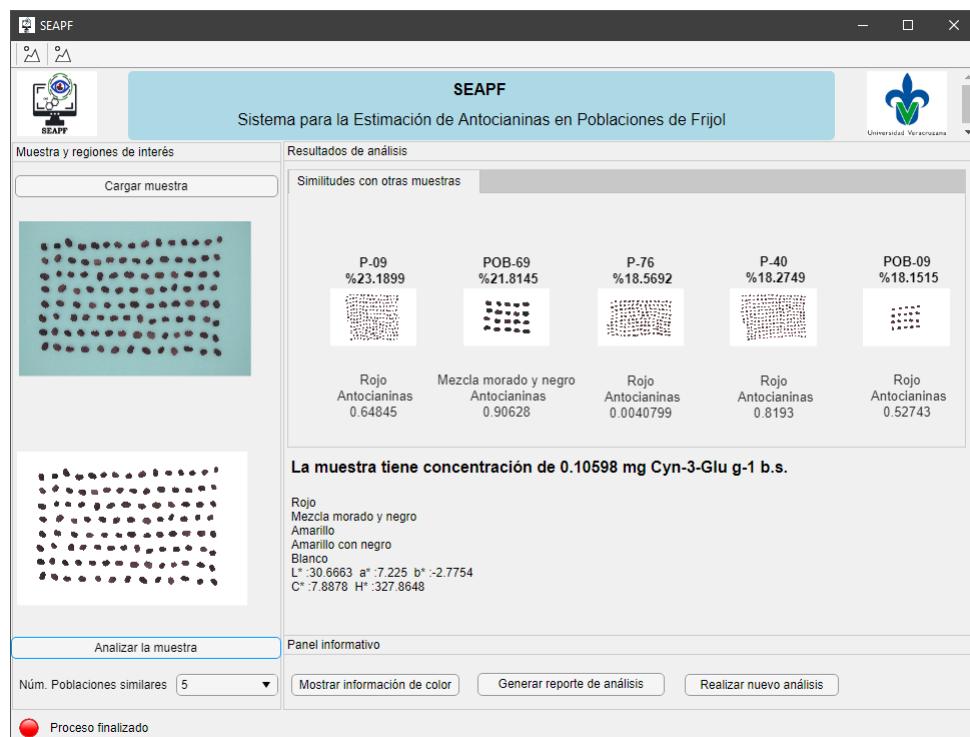


Figura 26: SEAPF con resultados de estimación de antocianinas

Para complementar el análisis la herramienta muestra botones adicionales para realizar funciones adicionales.

6.3.1. Mostrar información de color

Como parte del análisis se tiene la opción para visualizar la información de color de la muestra. El botón **Mostrar información de color** abrirá una ventana adicional con la distribución de color de la muestra (Ver Figura 27).

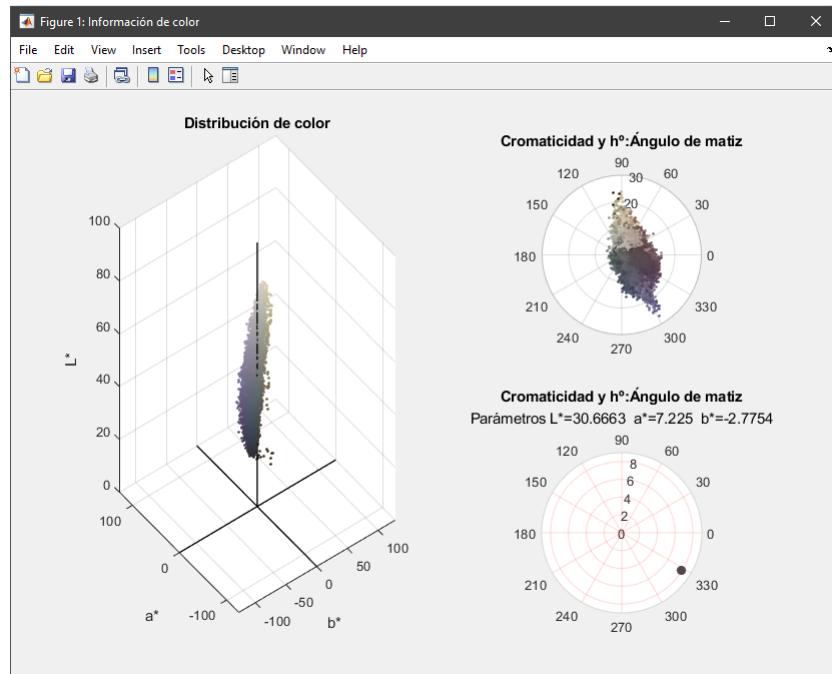


Figura 27: SEAPF: Ventana con información de color de la muestra analizada

- La gráfica de distribución del color corresponde al color del conjunto de semillas de la muestra.

Cada punto en la nube representa el valor de color en la coordenada en CIE L*a*b*, la gráfica le permite visualizar la distribución de color de la muestra (Ver Figura 28).

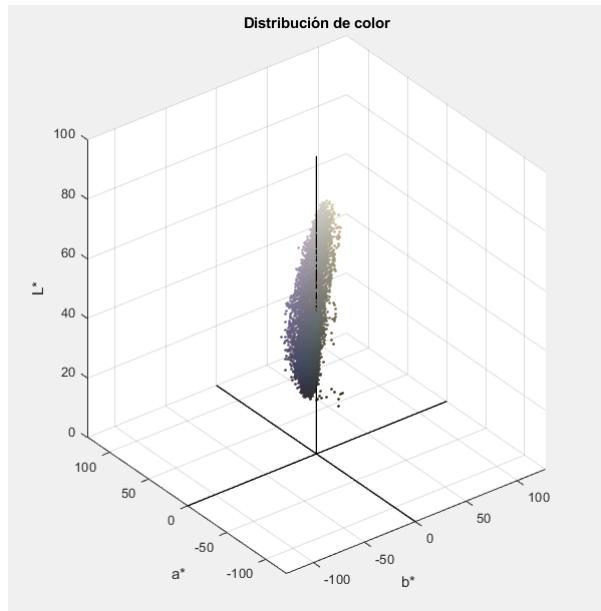


Figura 28: SEAPF: Gráfica de distribución de color

- La segunda gráfica representa la cromaticidad y ángulo de matiz de la distribución de color. Debido a la enorme cantidad de información colorimétrica de la muestra es mostrada como una nube de puntos.

Cada punto en la nube representa la cromaticidad (c^*) y ángulo de matiz (h°) de cada punto de color (Ver Figura 29).

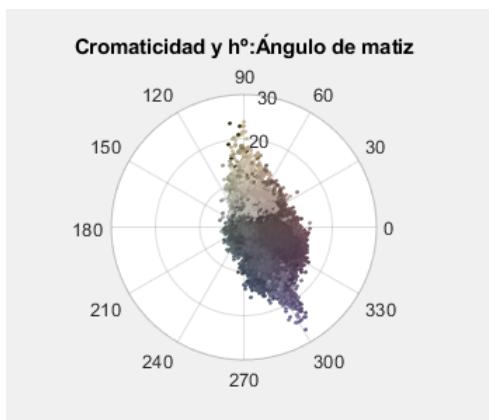


Figura 29: SEAPF: Gráfica con valores de cromaticidad y ángulo de matiz de la distribución de color.

- La tercer gráfica muestra el promedio de cada parámetro y sus valores, además, de la cromaticidad y ángulo de matiz.

Para visualizar la información de cromaticidad y ángulo de matiz debe ubicar el puntero del ratón y presionar el botón sobre el punto ubicado dentro de la circunferencia (Ver Figura 30)

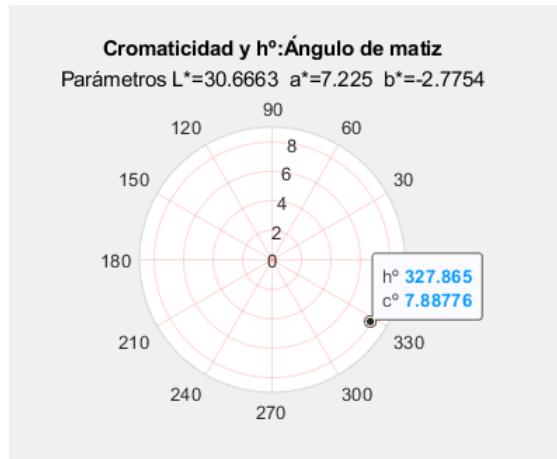


Figura 30: SEAPF: Gráfica de cromaticidad y ángulo de matiz promedio

6.3.2. Generar reporte de análisis

SEAPF permite generar el reporte de análisis en formato pdf, esta funcionalidad queda disponible al finalizar la estimación de antocianinas de la muestra. Para generar el reporte debe presionar el botón Generar reporte de análisis. Esta funcionalidad mostrará una ventana que contendrá los datos obtenidos del análisis, incluidas las imágenes de la muestra y las imágenes de la poblaciones con similitud colorimétrica. Son incluidos los parámetros L^* , a^* , b^* , cromaticidad y ángulo de matiz. La Figura 31 muestra un ejemplo de reporte.

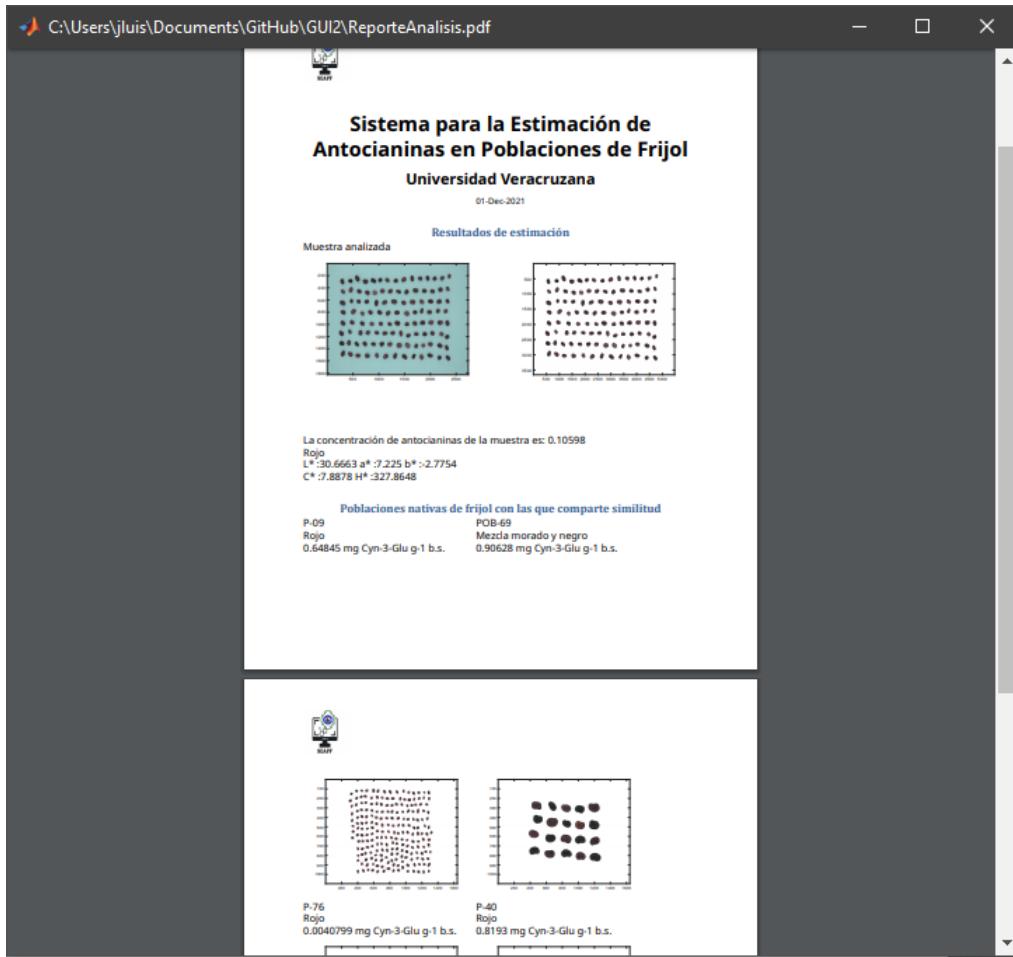


Figura 31: SEAPF: Reporte del análisis de estimación de antocianinas

6.4. Contactos

Dudas y sugerencias acerca de cada uno de los elementos explicados en este manual, favor de comunicarse a los siguientes correos.

- José Luis Morales Reyes jluismorey@homail.com
- Héctor Gabriel Acosta Mesa heacosta@uv.mx
- Elia Nora Aquino Bolaños nora.aquino.b@gmail.com