

**Construcción y aplicación de un protocolo de digitalización
para los especímenes almacenados en las colecciones
biológicas de la Universidad CES (CBUCES)**

Estudiante

Juan Pablo López Quintana

Director

Juan Camilo Arredondo Salgar PhD

Trabajo de Grado

En la modalidad de *Pasantía*

Programa de Biología

Universidad CES

Medellín

Octubre2022

25 de octubre de 2022.

Se informa que el estudiante **Juan Pablo López Quintana** identificado con cédula: No. 1001368637 ha concluido de manera satisfactoria su trabajo de grado titulado **“Construcción y aplicación de un protocolo de digitalización para los especímenes almacenados en las colecciones biológicas de la Universidad CES (CBUCES)”** en la modalidad de *Pasantía*.

En calidad de director del trabajo de grado en mención, y luego de haber revisado con detalle y alto rigor científico y académico el presente documento final, se aprueba este Trabajo de Grado como requisito parcial para optar al título de **Biólogo**.



Juan Camilo Arredondo Salgar

Cédula: 8432325

Curador

Colecciones Biológicas de la Universidad CES (CBUCES)

Facultad de Ciencias y Biotecnología

Construcción y aplicación de un protocolo de digitalización para los especímenes almacenados en las colecciones biológicas de la Universidad CES (CBUCES)

Juan Pablo López Quintana

Resumen

Las colecciones biológicas son repositorios importantes de información que permiten describir, entender y estudiar la biodiversidad por esto es de vital importancia que se manejen con el mayor cuidado posible ya que también juegan un gran papel al albergar y resguardar información de primera mano, de un número importante de especies que representan la biodiversidad de una o varias regiones y de uno o varios países. El presente trabajo de grado consto de una pasantía en las colecciones biológicas de la Universidad CES (CBUCES). Durante la cual se estandarización, construyeron e implementaron diversos protocolos de digitalización de los diversos ejemplares almacenados en las CBUCES. La digitalización constituye un método bastante útil en la preservación de información proveniente de los especímenes almacenados en las CBUCES, posibilitando el acceso de dicha información por parte de investigadores que la requieran o que no puedan visitar personalmente las colecciones. La metodología empleada buscó representar los ejemplares de las CBUCES en un entorno virtual, facilitando su estudio.

La digitalización de los individuos se realizó empleado técnicas de captura digital en dos y tres dimensiones (2D y 3D). Para la captura digital en 2D se usaron técnicas apilamiento fotográfico (Stacking) y de macrofotografía y para la captura en 3D se avanzó en la formulación de un protocolo que se basa en la técnica de fotogrametría. La digitalización de los ejemplares se realizó en un ambiente controlado dentro de las instalaciones de las CBUCES, una vez se estandarizados los métodos y definido los protocolos de digitalización, se digitalizo un volumen significativo de ejemplares y estructuras asociadas de diferentes grupos de organismos, lo que permitió aportar al crecimiento de las colecciones biológicas de la Universidad CES, brindar apoyo a diferentes proyectos y posibilitando la generación de nuevos programas de investigación por parte de investigadores internos y externos.

Palabras clave: Biodiversidad, Biología, Conservación, Fotografía digital, Fotogrametría, Preservación.

TABLA DE CONTENIDO

1. Presentación	5
2. Reseña de la institución	5
3. Objetivos	7
3.1 Objetivo general	7
3.2 Objetivos específicos	7
4. Logros alcanzados	8
5. Dificultades	9
6. Resultados.....	10
6.1 Protocolo de limpieza de imágenes y optimización de almacenamiento de archivos digitales	10
6.2 Protocolo de digitalización 2D de especímenes de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES	10
6.2.1 Digitalización de especímenes del herbario	11
6.3 Protocolo de digitalización 2D, empleando técnicas de apilamiento (Stacking), de especímenes de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES.....	11
6.4 Avance en protocolo de digitalización 3D	12
7. Conclusiones	13
8. Recomendaciones	14
9. Anexos	16
10. Bibliografía	76

1. Presentación

La digitalización de los ejemplares presentes en las colecciones biológicas no es una práctica común a nivel mundial, debido principalmente a que requiere de técnicas dispendiosas y herramientas y equipos costosos. No obstante, los procedimientos de digitalización de ejemplares tienen un enorme potencial al garantizar preservar y poner a disposición la información en repositorios digitales (Jofré et al., 2019). De igual forma, en la actualidad algunas entidades y organizaciones científicas (i.e. iDigBio) se han dedicado a fomentar y educar sobre el empleo de diversas técnicas de digitalización de colecciones biológicas.

La fotogrametría es una técnica cuyo objeto es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera, utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de ese objeto. Desde su invención, esta técnica se ha venido utilizando en diferentes ámbitos profesionales como la arquitectura (Natividad-Vivó y Calvo-López, 2010), la cartografía (Natividad-Vivó y Calvo-López, 2010), arqueología (Gajski et al., 2016), y en la formación de modelos anatómicos en medicina (Saharahui et al., 2019). Teniendo en cuenta los precedentes de la gran precisión y su evolución y actual implementación en diversos campos del conocimiento, el empleo de la fotogrametría en conjunto con los equipos y herramientas de fotografía digital actual posibilitaran un aporte significativo en la preservación de la información de numerosas especies animales y vegetales en los repositorios digitales de las colecciones biológicas de la universidad CES.

2. Reseña de la institución

Las colecciones biológicas son instituciones encargadas de almacenar volúmenes significativos de información asociada con la biodiversidad (Acosta y Avendaño, 2021). Las colecciones desempeñan un rol imprescindible en la protección de esta información, la cual hace parte del patrimonio natural de una o más regiones, ya que incluye ejemplares de una gran cantidad de especies y un amplio espectro de datos asociados a estos (Acosta y

Avendaño, 2021). Generalmente, dichos ejemplares representan diferentes componentes de la biodiversidad a diferentes niveles y escalas espaciales. Adicionalmente, las colecciones biológicas pueden ser concebidas como un archivo histórico detallado del pasado y de su evolución hasta el presente, abarcando varios de los niveles de diversidad presentes en el planeta. Por consiguiente, la preservación y custodia de información y ejemplares en las colecciones biológicas posibilita la formulación de una extensa gama de investigaciones multidisciplinarias, tanto en ciencias básicas como aplicadas (Acosta y Avendaño, 2019).

La primera colección biológica que existió para Colombia fue el Museo de la Salle, la cual, fue creada en 1904 y desde entonces estos repositorios de la biodiversidad han servido como testigos de la diversidad especies presente en nuestro territorio. Actualmente, en Colombia existen 288 colecciones legalizadas y actualizadas ante el Registro Único Nacional de Colecciones (RNC), que custodian más de 60 millones de especímenes de todos los grupos biológicos de nuestra biodiversidad.

Las Colecciones Biológicas de la Universidad CES – CBUCES, son un respaldo a las funciones de docencia, investigación, innovación y extensión de la Universidad y soportan cursos y proyectos de las diferentes facultades. Cuentan con cerca de 5000 especímenes a septiembre de 2022 y son depositarias de especímenes de muchas zonas del Colombia. A pesar de ser una colección joven, la colección ha crecido ostensiblemente en el número de especímenes depositados, y en la importancia de estos especímenes (Flórez et al, 2022).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Formular protocolos de digitalización de los ejemplares de las colecciones biológicas de la Universidad CES (CBUCES), que faciliten el estudio y acceso a la información para docentes, investigadores y estudiantes locales y externos.

3.2 Objetivos específicos

-Desarrollar criterios estandarizados sobre el manejo, manipulación y cuidado de los ejemplares de las CBUCES durante procedimientos de fotografía y digitalización.

-Definir criterios técnicos para el manejo de dispositivos de fotografía digital y equipos y accesorios fotográficos durante la digitalización de los ejemplares de las CBUCES.

-Establecer procedimientos de manejo y análisis de las fotografías tomadas a los ejemplares de las CBUCES en los diferentes softwares que serán empleados.

4. Logros alcanzados

En la presente pasantía se alcanzó un nivel de conocimiento considerable alto del manejo, y manipulación de material de las CBUCES, incluyendo especímenes de las subcolecciones del herbario, herpetología, marino-costeras, artrópodos terrestres y mastozoología.

Con el trabajo desarrollado en la presente pasantía se mejoró notoriamente el conocimiento sobre técnicas y procedimientos de fotografía digital. Adicionalmente, fueron adquiridos nuevos conocimientos de postproducción fotográfica, incluyendo edición digital en programas de diseño y edición profesional y captura y procesamiento de imágenes para apilamiento y fotogrametría en programas especializados.

Se construyeron los siguientes protocolos asociados con digitalización de la biodiversidad:

- Protocolo de limpieza de imágenes y optimización de almacenamiento de archivos digitales.
- Protocolo de digitalización 2D de especímenes de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES. Con énfasis en la subcolección del herbario, en donde los especímenes se encuentran montados y fijados en pliegos de cartulina de aproximadamente 44 x 31 cm. Para este protocolo se incluyeron técnicas de edición digital para especímenes con un área grande.
- Protocolo de digitalización 2D, empleando técnicas de apilamiento (Stacking), de especímenes de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES. Con énfasis en especímenes en los que no se puede identificar sus estructuras a simple vista provenientes de varias subcolecciones de las CBUCES. Para este protocolo fueron incorporadas técnicas de procesamiento de imágenes digitales para obtención de imágenes completamente enfocadas.
- Se logró iniciar con la formulación del protocolo de digitalización 3D por fotogrametría. No obstante, no se contó con el tiempo requerido para terminarlo.

5. Dificultades

El proceso de digitalización de los especímenes almacenados en las colecciones biológicas de la Universidad CES (CBUCES) fue afectado significativamente por la falta de disponibilidad del espacio requerido para su desarrollo. Dicha falta de disponibilidad se relacionó directamente con la adecuación y renovación de las nuevas instalaciones de las CBUCES. Cabe resaltar que la disposición de colaboración y ayuda por parte de todo el personal asociado a las CBUCES posibilitó que se dieran avances significativos durante el periodo de trabajo disponible después de la renovación.

La digitalización de los especímenes almacenados en las colecciones biológicas requiere de diversos paquetes y programas computacionales, en algunos de licencias abiertas como de licencias por pago. En el caso particular de los procedimientos de fotogrametría, La dificultad se asoció a la adquisición de las licencias de los programas que refieren otros investigadores para poder desarrollarlos, principalmente al no poseer los recursos económicos necesarios para adquirir dichos programas. Para desarrollar las funciones de fotogrametría, no fue posible encontrar una alternativa gratuita que lograra cumplir con el propósito de obtener una imagen de alta calidad y fiel a los especímenes digitalizados.

6. Resultados

6.1 Protocolo de limpieza de imágenes y optimización de almacenamiento de archivos digitales

Para este protocolo se elaboró un documento que será de libre acceso para los docentes, investigadores y estudiantes que van a trabajar o realizar proyectos en las CBUCES. En este documento se busca explicar de forma clara y concisa como es el proceso de edición, usando Photoshop, de fotografías de especímenes de colecciones previamente digitalizados. Debido a la naturaleza del tipo de espécimen y de las particularidades del montaje que se requiere para su digitalización se hace necesario la edición de la captura fotográfica original. Con este tipo de edición se busca eliminar objetos, elementos, sombras o regiones no deseadas que no aporten información relevante asociada al espécimen en cuestión. Adicionalmente, este protocolo también detalla el proceso para optimizar el formato y tamaño de los archivos digitalizados, permitiendo almacenarlos de forma eficiente, compartirlos y/o publicarlos. El resultado de la aplicación de este protocolo en el material digitalizado de colecciones biológicas permitirá construir una colección digital de alta calidad para dar soporte a procesos de docencia, investigación y extensión (Anexo 1).

6.2 Protocolo de digitalización 2D de especímenes de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES

Para este protocolo se elaboró un documento que será de libre acceso para los docentes, investigadores y estudiantes que van a trabajar o realizar proyectos en las CBUCES. Este protocolo explica el paso a paso del proceso de digitalización de especímenes de colecciones biológicas, incluyendo la configuración de la cámara fotográfica digital para las condiciones particulares de las CBUCES, el montaje y adecuación de la misma y del espécimen en la mesa de reproducción, el proceso detallado de cómo se deben de tomar las fotos de los especímenes, el proceso de edición de las capturas fotográficas en Photoshop y como debe ser guardado el archivo en el que se encuentra el espécimen digitalizado (Anexo 2).

6.2.1 Digitalización de especímenes del herbario

En el proceso de desarrollo del protocolo de digitalización 2D se emplearon un total de 124 especímenes de la sub-colección del herbario como apoyó en el proceso empírico de la construcción del protocolo. De esta forma, durante la digitalización de estos especímenes se fueron refinando detalles y encontrando alternativas óptimas para el protocolo, de forma que se facilitó y agilizó el proceso de digitalización. Adicionalmente, la digitalización de estos especímenes ofreció una diversidad de escenarios de edición digital de imágenes, posibilitando la implementación de una estrategia, empleando múltiples herramientas del programa Photoshop, que cubriera dicha diversidad. Finalmente, el almacenamiento de las digitalizaciones obtenidas para los 124 especímenes planteó un problema logístico relevante, ya que el tamaño de cada uno de los archivos de las digitalizaciones, al estar compuesto por 20 fotografías en promedio, era inmanejable (alrededor de 350 MB). Esta situación fue resuelta con la implementación de una serie de pasos en Photoshop, permitiendo guardar y mantener la calidad de las digitalizaciones de una forma óptima y eficiente.

6.3 Protocolo de digitalización 2D, empleando técnicas de apilamiento (*Stacking*), de especímenes de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES.

La fotografía macro es empleada para la digitalización de especímenes que tienen características que no se pueden ver a simple vista, como artrópodos, moluscos, nidarios, etc. No obstante, el uso de objetivos macro en la digitalización de estos grupos de organismos tiene una serie de limitaciones, principalmente la profundidad de campo, ya que es poco probable tener enfocado en un mismo plano a los individuos que miden menos de 1 cm. La implementación de nuevas tecnologías, tanto en hardware como en software, permiten hoy en día digitalizar especímenes menores a 1 cm y solucionar el problema de la profundidad de campo. Dentro de estas tecnologías está la fotografía de apilamiento

(*Stacking*), en donde un equipo fotográfico estándar, montado en una plataforma motorizada cognisys, toma una serie significativa de imágenes, a diferentes distancias focales, del espécimen, las cuales serán procesadas en un software especializado para conformar una imagen final con enfoque y definición en la totalidad de un organismo muy pequeño. Para este protocolo se elaboró un documento que será de libre acceso para los docentes, investigadores y estudiantes que van a trabajar o realizar proyectos en las CBUCES. En este se detalla la técnica de apilamiento al instalar y configurar correctamente la cámara fotográfica y plataforma motorizada (Stackshot), al realizar un montaje específico a un tipo particular de organismo/especimen, al configurar el equipo fotográfico para adquirir un alto volumen de fotografías y al construir una composición de las fotografías empleando diversos programas de digitalización.

La técnica de apilamiento, al automatizar la gran cantidad de los procesos mencionados anteriormente, permite optimizar los procedimientos de digitalización, ahorrando tiempo, mejorando la calidad del producto final (imagen del espécimen totalmente enfocado) y permitiendo una aproximación mucho más práctica a un conjunto de organismos que se encuentran a una escala de tamaños muy pequeña (**Anexo 3**).

6.4 Avance en protocolo de digitalización 3D

El protocolo de digitalización 3D se empezó a realizar con base en la técnica de fotogrametría, la cual consta de la integración de técnicas de fotografía digital estándar con tecnologías informáticas y algoritmos computacionales que unen las fotografías y construyen un volumen tridimensional, correspondiente al volumen y forma del espécimen original (Magnani, Douglass, 2018). Este procedimiento requiere la configuración del equipo fotográfico (cámara y luces), de la configuración y adecuación de una plataforma de rotación, de la toma de una serie de fotografías sincronizadas con la rotación de un individuo en la plataforma a diferentes alturas y ángulos y de la configuración de los programas computacionales que permiten la construcción del volumen 3D. Los equipos y programas que se encuentran actualmente en el laboratorio de fotografía de las CBUCES para la digitalización 3D son: Cámara Nikon D850, lente Nikor 60 mm AF-S Micro, caja de

iluminación, sistema de iluminación, plataforma de rotación Cognisys, PhotoCatch, Blender, Meshroom y Autodesk.

7. Conclusiones

Para un cada vez más investigadores, la digitalización de individuos facilita en gran medida la revisión de especímenes, ya sea que se encuentren almacenados en las colecciones biológicas próximas o lejanas. Esta posibilidad de acceso a material no disponible en físico trae una serie de ventajas como: económicas, de manejo de tiempo, logísticas y operativas.

La digitalización basada en fotografías es una alternativa accesible y de bajo costo con respecto a la digitalización con escáneres, debido principalmente, a que estos últimos no son de fácil adquisición y generalmente presentan un costo mucho mayor comparados a las cámaras de fotografía digital y sus respectivos complementos, aunque requiere una inversión significativa de tiempo y de recurso humano. Además de los costos, el empleo de cámaras digitales permite muchas más posibilidades en términos de uso en diferentes ambientes, facilitan el traslado, manejo de diferentes plataformas y configuraciones ópticas y adecuación y sincronización con sistemas de iluminación especiales. Estos factores pueden verse afectados significativamente por la disponibilidad de espacios adecuados, equipos especializados y personal entrenado.

La digitalización de especímenes empleando métodos fotográficos rigurosos y/o procedimientos computacionales de punta (apilamiento o fotogrametría) puede producir respaldos de una alta calidad, resolución y fidelidad con respecto al espécimen original. Adicionalmente, el desarrollo de tecnologías asociadas con formatos digitales (p. ej. CR2, NEF, OBJ) garantizan la alta calidad de las capturas de los especímenes.

Al digitalizar los especímenes de la diversidad biológica se aporta significativamente en diferentes aspectos, incluyendo en la posibilidad movilización de datos de biodiversidad, el

respaldo en formato digital de los especímenes, y la posibilidad de acceso a la información de forma remota, entre otras.

Generar protocolos de digitalización completos y detallados es de suma importancia para la preservación y conservación de la biodiversidad, ya que al compilar y condensar conocimiento proveniente de múltiples áreas disciplinares (física, diseño, biología, bioinformática, fotografía) se garantiza que la información proveniente de un espécimen sea capturada y mantenida digitalmente.

La construcción de los diferentes protocolos de digitalización desarrollados en la presente práctica permitirá que la digitalización de las colecciones biológicas de la Universidad CES se convierta en un procedimiento continuo y cotidiano, y que en un futuro cercano todos los especímenes almacenados posean un soporte digital, expandiendo las posibilidades del uso de las CBUCES en diferentes ámbitos de docencia, investigación y extensión.

8. Recomendaciones

Es recomendable la adecuación de un área específica para la digitalización de especímenes de las colecciones biológicas. Dicha área debe poseer unas condiciones mínimas de espacio, control de variables externas (viento, humedad), estabilidad de la superficie de fotografía, iluminación y flujo regulado de personas.

Se recomienda adquirir un conjunto de paquetes y programas computacionales que permitan procesar las imágenes y archivos de forma eficiente, optimizada y con un estándar de alta calidad. Esto garantizará que los productos del proceso de digitalización sean de muy buena calidad y que puedan ser empleados en diferentes contextos dentro de las CBUCES.

Con la ayuda de los protocolos desarrollados en esta pasantía, se recomienda el establecimiento de un programa de educación y entrenamiento de estudiantes, docentes e investigadores, tanto internos como externos a la Universidad CES. Dicho programa

permitirá que la digitalización de los especímenes de la biodiversidad almacenados en las CBUCES continúe y perdure como una actividad esencial de la preservación del material. Adicionalmente, a través de retroalimentación con personal externo a la Universidad CES las prácticas y protocolos podrían mejorar y evolucionar, buscando mejorar la conservación y preservación de la biodiversidad almacenada en las CBUCES.

9. Anexos

Anexo 1

Protocolo de limpieza de imágenes y optimización de almacenamiento de archivos digitales

Protocolo de limpieza de imágenes y optimización de almacenamiento de archivos digitales

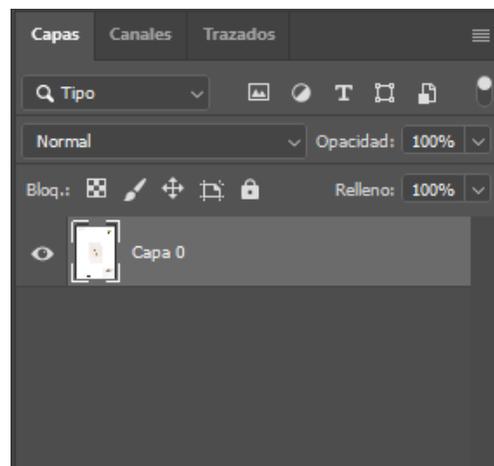
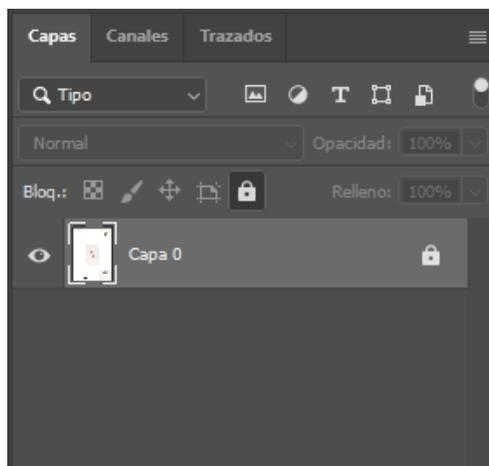
Este protocolo tiene como propósito limpiar y optimizar la composición de una fotografía original de un espécimen proveniente de una colección biológica. Con la implementación de este procedimiento la fotografía original será modificada y objetos, elementos, sombras o regiones no deseadas de la captura serán editadas.

El hardware necesario para la óptima ejecución de estos procedimientos incluye un computador con arquitectura de procesador de 64 bits, un procesador multinúcleo (p.ej. Intel, AMD) de 2 GHz o más rápido, 8 GB de memoria RAM, tarjeta gráfica compatible con DirectX 12 con mínimo 1.5 GB de memoria GPU y mínimo 50GB espacio disponible en el disco duro local (esto incluye el espacio para el software y para las imágenes). En el caso de software, se requiere el programa Adobe Photoshop instalado.

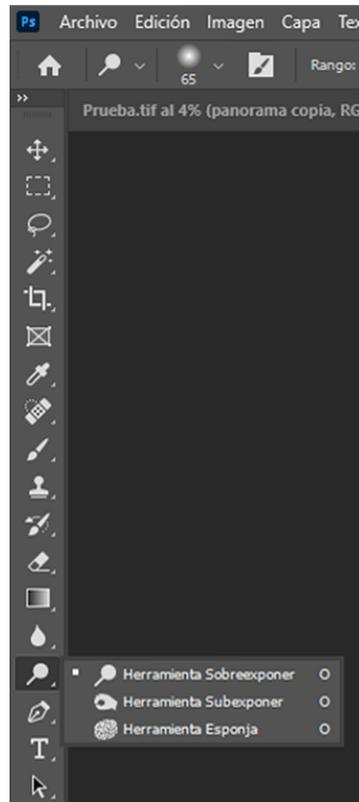
Pasos

1. Abrir Photoshop
 - a. Abrir la fotografía original que va a ser procesada.

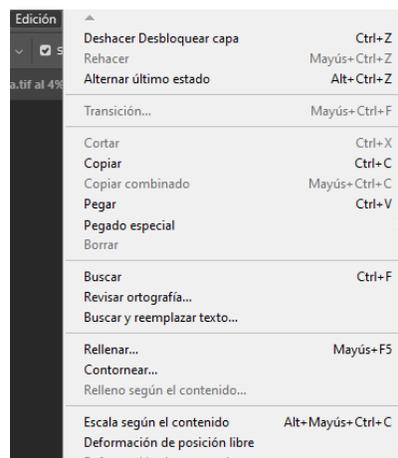
Sí en la Paleta de Capas, la capa de fondo está bloqueada (candado cerrado), haga clic izquierdo en el candado para desbloquearlo (el candado desaparece).



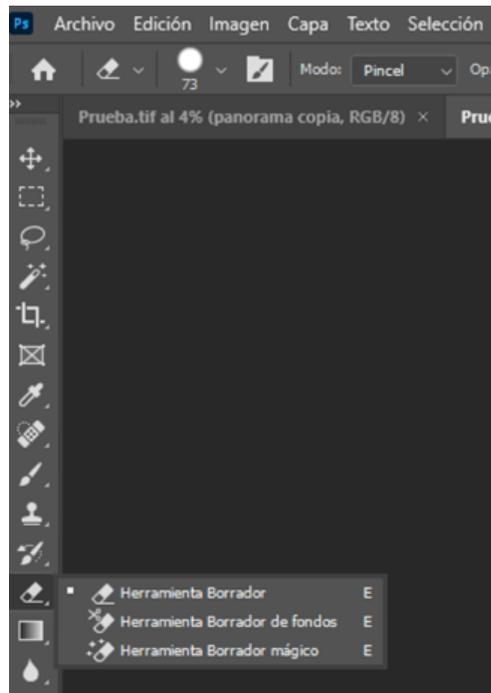
2. Usar las herramienta Sobreexponer y Subexponer para aumentar o disminuir la iluminación en una región determinada de la fotografía. Esta herramienta posibilita que el contraste de la composición de la imagen se maximice.



3. Emplee la herramienta de Transformación Libre (Ctrl+t / Cmd+t) para alinear el espécimen de la fotografía al eje deseado, X o Y. Puede usar una guía como referencia.



4. Use la herramienta borrador para borrar porciones, objetos o elementos dentro de la imagen que no hagan parte del espécimen.



5. Use la herramienta de selección Varita Mágica para seleccionar el espécimen. Puede modificar los valores de la opción Tolerancia, ubicada en la barra de opciones. Esto optimiza la capacidad de selección que la herramienta Varita de Selección tiene sobre el espécimen.

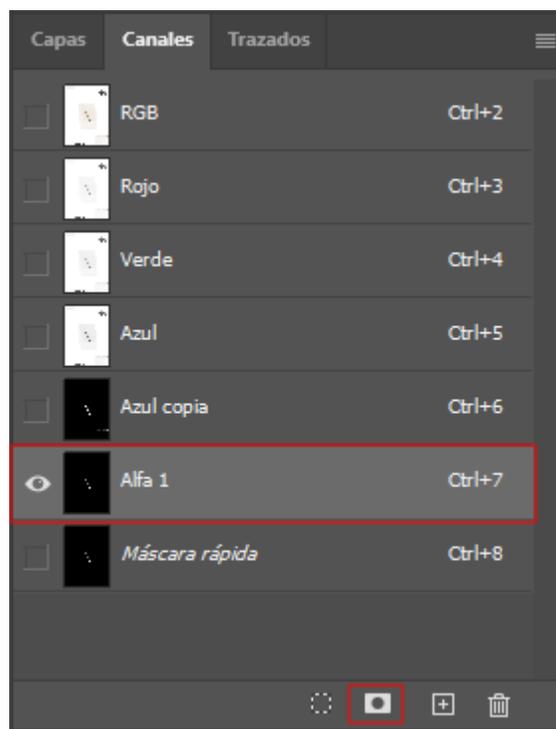




- a. Dependiendo de la composición de la región en donde está el espécimen, la selección de esta herramienta no será precisa y podrá incluir o no todo la totalidad del espécimen. Otra posibilidad es que el espécimen este compuesto por varias partes en la imagen (p.ej. espécimen de herbario). Para solucionar esto y seleccionar la totalidad del espécimen, ubique el cursor sobre la región del espécimen que no fue seleccionada, haga clic izquierdo. Si desea substraer alguna región seleccionada haga clic izquierdo+Alt.
6. Con el espécimen seleccionado y bien delimitado, use la herramienta Mascara Rápida de la barra de herramientas o presione Q. Las porciones por fuera de la selección quedaran en rojo.



- a. Use la herramienta borrador sobre la Máscara Rápida, eliminando con mayor detalle las zonas rojas que aún se superponen al espécimen. Posterior a esta acción, use de nuevo la herramienta de Varita Mágica y seleccione al espécimen.
-
7. Abra la Paleta de Canales y de clic en la opción “Guardar Selección como Canal”. Esto creará un canal nuevo llamado **Alfa 1**. Seleccione el canal Alfa 1, diríjase a la Paleta de Capas y seleccione la capa de fondo o la capa en donde se encuentra el espécimen. Haga en la opción “Añadir Mascara de Capa” y así obtendrá la imagen solo con el espécimen, sin objetos, elementos, sombras o regiones no deseadas de la fotografía original.



Almacenamiento de fotos

Use el siguiente procedimiento para guardar los archivos finales en formatos y tamaños que permitan ser manejados, almacenados eficientemente, compartidos y/o publicados.

Almacenamiento en formato no comprimido

Una vez la edición de la fotografía original sea terminada, diríjase al menú Archivo y seleccione la opción “Guardar como” (Shift+Ctrl+s / Shift+Cmd+s).

Se recomienda emplear el formato *.Tiff (tagged image file format) que almacena imágenes de mapa de bits y que es ampliamente utilizado por emplear un tipo de compresión no destructiva. Dentro de las opciones de almacenamiento del formato Tiff, seleccione compresión LZW (Lempel-Ziv-Welch). Este tipo de compresión emplea un algoritmo que no genera pérdida en la calidad de la imagen y disminuye sustancialmente el tamaño del archivo final.

Es recomendable emplear una nomenclatura especial para definir que este archivo está editado y listo para ser almacenado, compartido y/o publicado. Se recomienda incluir “_limpio” al final del nombre del archivo.

Almacenamiento en formato comprimido

Diríjase al menú Archivo y seleccione la opción Exportar y después la opción “Guardar para Web (heredado)...”. Seleccione el formato del archivo como *.JPEG. En la opción de calidad de compresión se selecciona “Máxima”. Las demás configuraciones se dejan con los valores predeterminados. Se recomienda incluir “_limpio_liv” al final del nombre del archivo.

Importante

Al cerrar Photoshop no acepte guardar los cambios y así conservar la fotografía original.

Anexo 2

Protocolo de digitalización 2D de especímenes de las
Colecciones Biológicas de la Universidad CES

Protocolo de digitalización 2D de especímenes de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES

Este protocolo tiene como propósito generar imágenes de alta calidad por medio de la herramienta photomerge que se encuentra en el programa de photoshop la cual gracias a la toma de fotografías en situaciones controladas permite fusionarlas para obtener una única imagen, así se proporcionará un flujo de trabajo eficiente para los investigadores.

El hardware necesario para la óptima ejecución de estos procedimientos incluye un computador con arquitectura de procesador de 64 bits, un procesador multinúcleo (p.ej. Intel, AMD) de 2 GHz o más rápido, 8 GB de memoria RAM, tarjeta gráfica compatible con DirectX 12 con mínimo 1.5 GB de memoria GPU y mínimo 50GB espacio disponible en el disco duro local (esto incluye el espacio para el software y para las imágenes). En el caso de software, se requiere el programa Adobe Photoshop instalado.

Cámaras: Nikon D850, Nikon D7000, Nikon D5600, Nikon D3300



Objetivo AF-P DX NIKKOR 18-55mm f/3.5-5.6G VR.



1. Configuración de la cámara

- 1.1 Colocar en el modo manual, esto se hace girando el dial de modo de disparo (Fig1, numero 2) que está en la parte superior de la cámara y se selecciona la letra M, para cambiar la velocidad se gira el dial secundario (Fig.2, numero 13), para cambiar el ISO se gira el dial secundario mientras se oprime el botón de iso (Fig.3, numero 2 + Fig.2, numero 8), para cambiar la apertura se gira el dial secundario mientras se oprime el botón de apertura (Fig.3, numero 2 + Fig.1, numero 9)

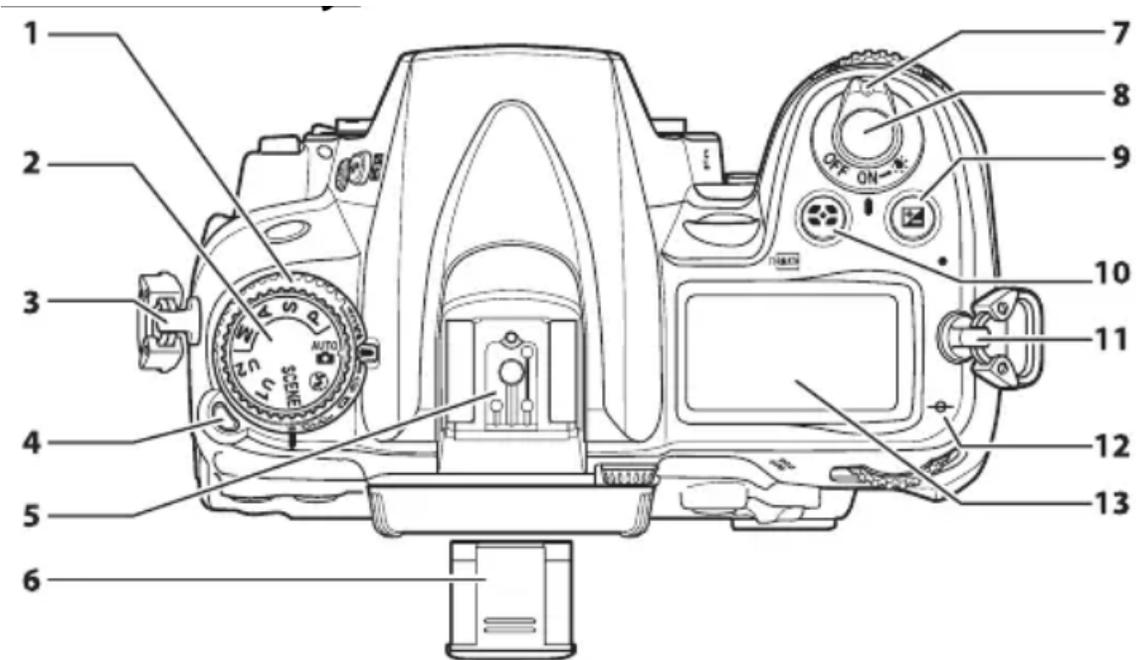


Figura.1 tomada de Manual Nikon D7000

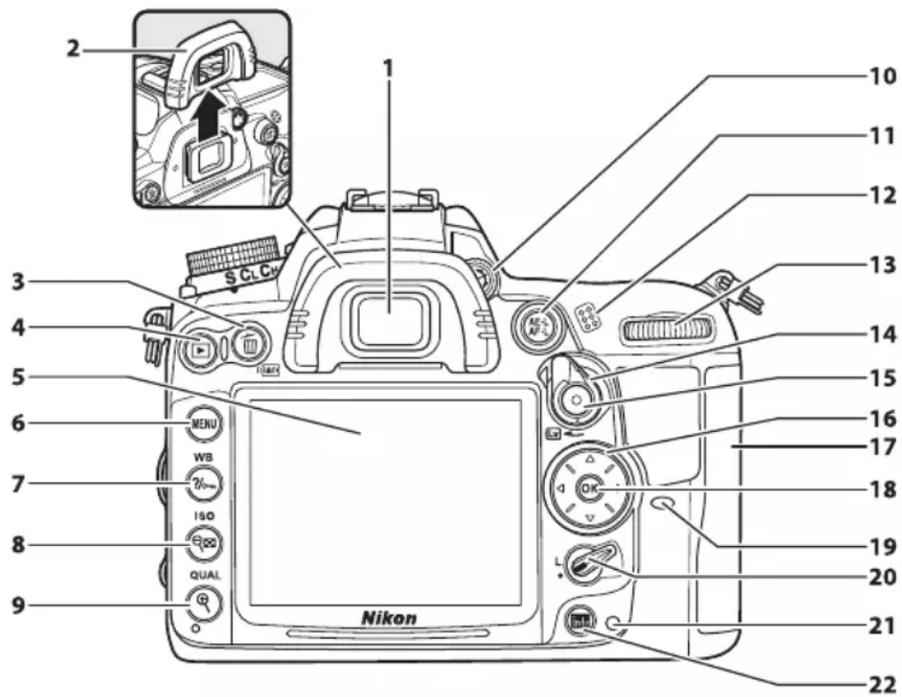


Figura.2 tomada de Manual Nikon D7000

1.2 La forma de configurar la cámara cambia dependiendo de cual se usa, esta forma es para una Nikon D7000 para cambiar las otras se recomienda mirar el respectivo manual.

1.3 Vel (Velocidad): 1/3(sin luz extra), 1/10(cambia dependiendo de la luz que se agregue), ISO (Sensibilidad): 100, f (Apertura): 6.3.

1.4 Modo de enfoque: AF de punto único

Nota: Estos parámetros se tomaron en las condiciones particulares de la zona de fotografía de CBUCES (Colecciones Biológicas Universidad CES).

2. Montaje

2.1 Al objetivo de la cámara se le debe de poner un lente extensor acorde a su diámetro para en este ubicar el anillo de luz y así no dañar el objetivo.

2.2 Para colocar la cámara en la mesa de reproducción esta se atornilla desde su parte inferior donde se encuentra la rosca para el trípode (Fig.3, 11), en tornillo que tiene la mesa de reproducción (Fig.4, B) hay que tener en cuenta que el aro de plástico que está en el tornillo debe estar ubicado al fondo de este para que no toque las muescas, la cámara debe quedar con el lente apuntando hacia abajo.

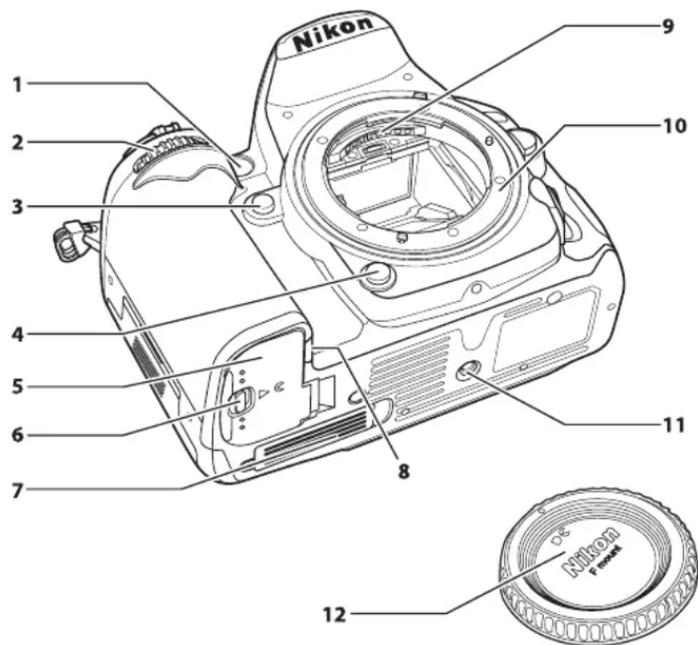


Figura.3 tomada de Manual Nikon D7000

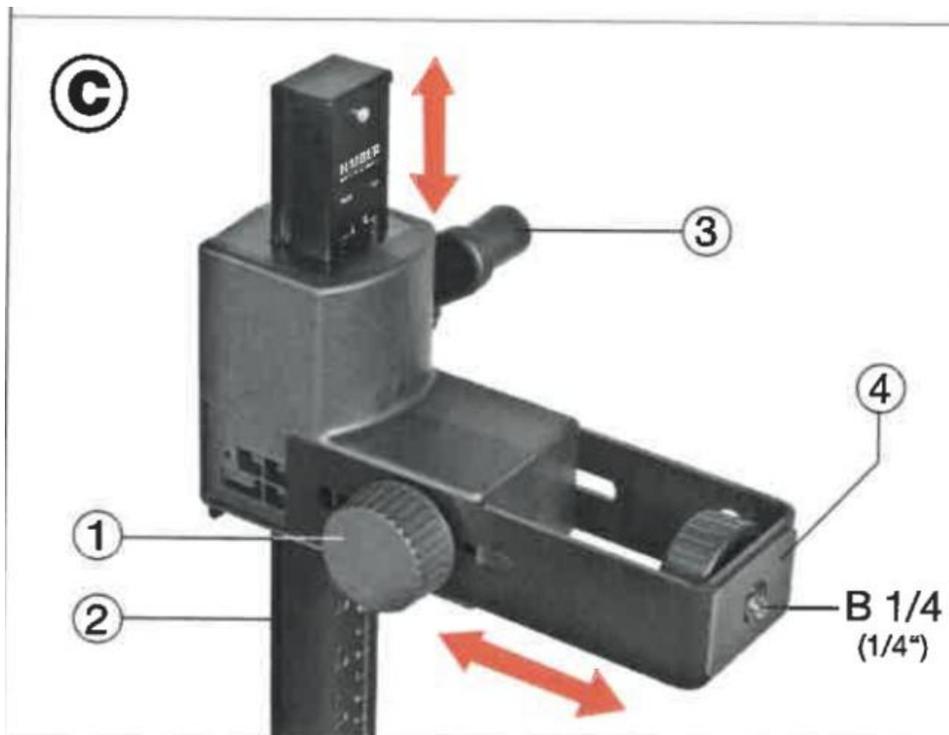


Figura.4 tomada de Manual RS 2 XA Stand

3. Foto de todo el espécimen

3.1 En la mesa de reproducción establecer la cámara a una altura de 43.3cm o de 45.7cm (en caso de usar el anillo de iluminación, se sube la altura para cortar las esquinas en las que aparece parte del anillo), se usa una distancia focal de 18mm.

3.2 Se encuadra el espécimen asegurando que quede fotografiado en su totalidad.

4. Fotos en cuadrantes para modelado 2D

4.1 Se usa una distancia focal de 35mm, en caso de ser necesario se pueden modificar los parámetros que se hayan configurado anteriormente, pero todas las fotos de la sesión deben tener los mismos parámetros.

4.2 Organizar balance de blancos con una tarjeta de balance de blancos gris 18%, en la opción PRE (Pre-ajuste manual) de la cámara (Nikon D7000) se hunde el botón y cuando las siglas de PRE del visor estén parpadeando se toma una foto que usará la cámara para medir el balance y esta foto no será guardada, (En caso de usar una cámara diferente revisar el manual correspondiente).

4.3 En la mesa de reproducción establecer la cámara a una altura de 27.2cm para tomar fotos en cuadrantes, la cantidad de fotos dependerá del tamaño y complejidad del espécimen.

4.4 Se toman fotos de cuadrantes que solo cubran el área que ocupa el espécimen (cada cuadrante debe contener parte de los márgenes de los cuadrantes vecinos), en zonas de alta complejidad y en estructuras largas y delgadas se deben tomar varias fotos para que el photomerge se haga de forma adecuada.

4.5 Se toman fotos del logo, código, ficha de descripción, regla y escala de colores con los mismos parámetros con los que se tomaron las fotos del espécimen.

5. Fotos de semillas

5.1 En caso de haber semillas separadas del espécimen se cambiarán los parámetros en base al tamaño de la semilla y estas serán fotos independientes a la del espécimen al que se le hará photomerge ej: para semillas de aproximadamente 0.5cm se colocó la cámara a una altura de 22.1cm de estas, esta tenía un objetivo 18-55mm con el que se usó la distancia focal de 55mm y la cámara se configuro a una Vel: 1/3 ISO: 100, f: 6.3.

5.2 Si las semillas tienen estadios diferentes se les tomara foto a los estadios por separado y luego a todas juntas.

6. Almacenaje

6.1 Guardar las fotos de la sesión en una carpeta con las siguientes pautas: **(CBUCES-H_Código del espécimen_nombre de la especie_(parte del espécimen si este está dividido en partes ej: 1de2, 2de2)_S#(sesión)->esta se eliminará cuando se termine el modelado_fecha (año-mes-día)).**

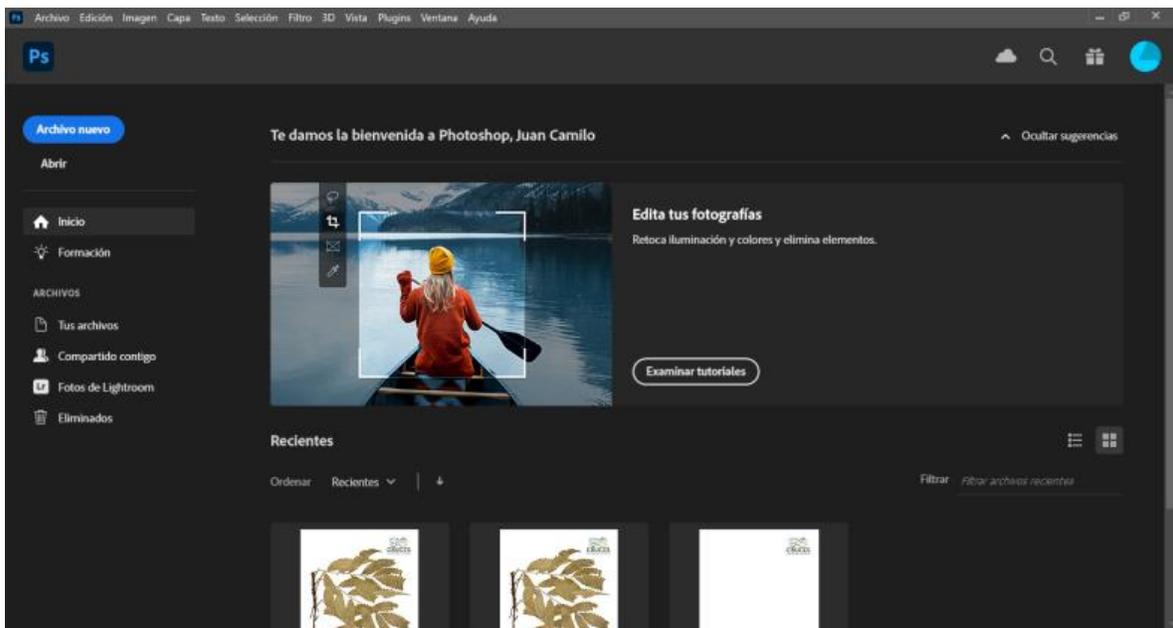
6.2 Guardar las fotos de las semillas en una carpeta dentro de la carpeta del espécimen al que corresponden con las siguientes pautas:

(CBUCES-H_ **Código del espécimen**_ **nombre de la especie**__ (parte del espécimen si este está dividido en partes ej: 1de2, 2de2)_ **semillas**) por ahora

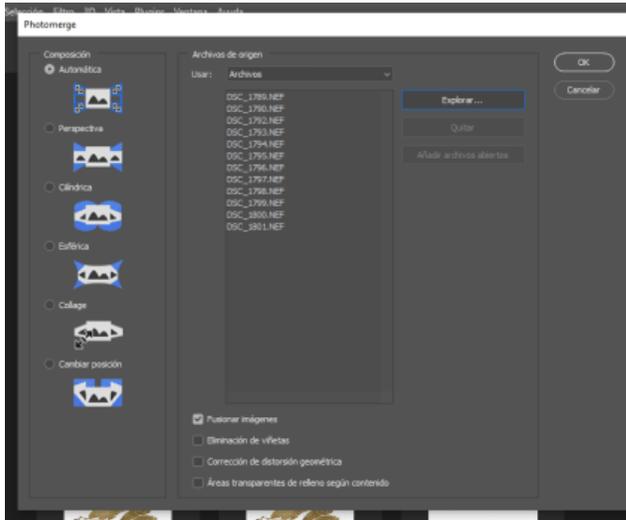
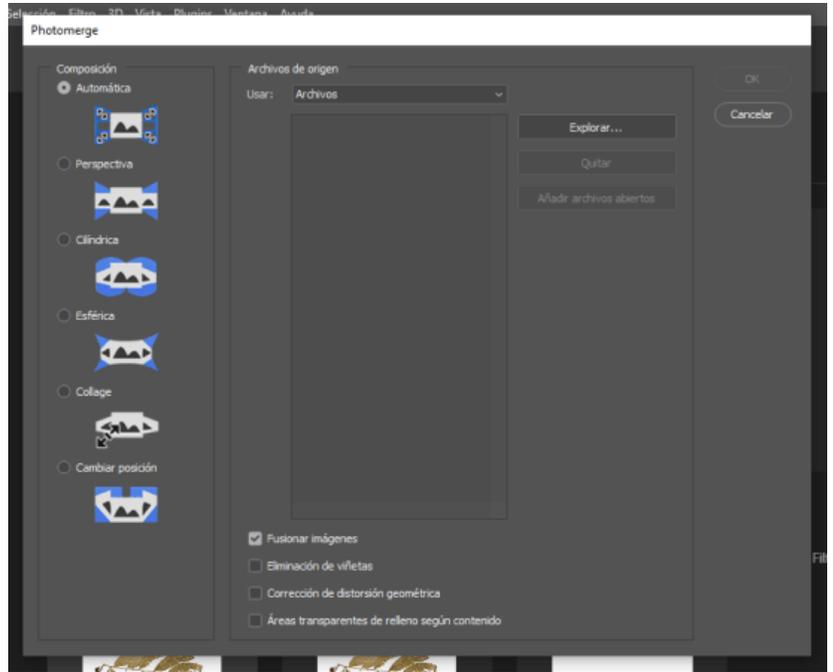
6.3 Si se hacen varias sesiones para un espécimen solo se guardará con la que se haga el modelo 2D, el resto serán eliminadas.

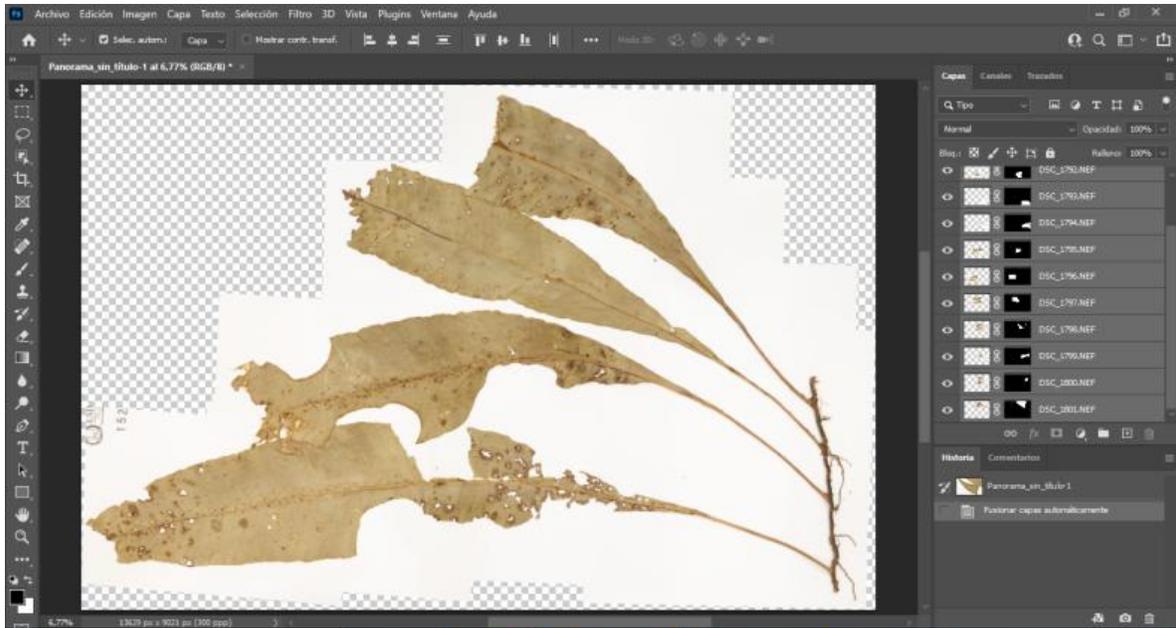
7. Edición en Photoshop

7.1 Abrir Photoshop.

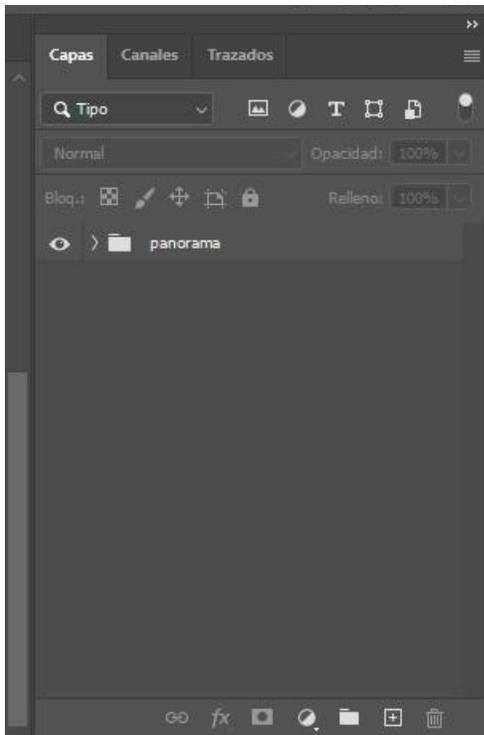


7.2 Hacer un photomerge de las fotos del espécimen (no incluir logos, código, ficha de descripción, regla y escala de colores): archivo -> automatizar -> photomerge.

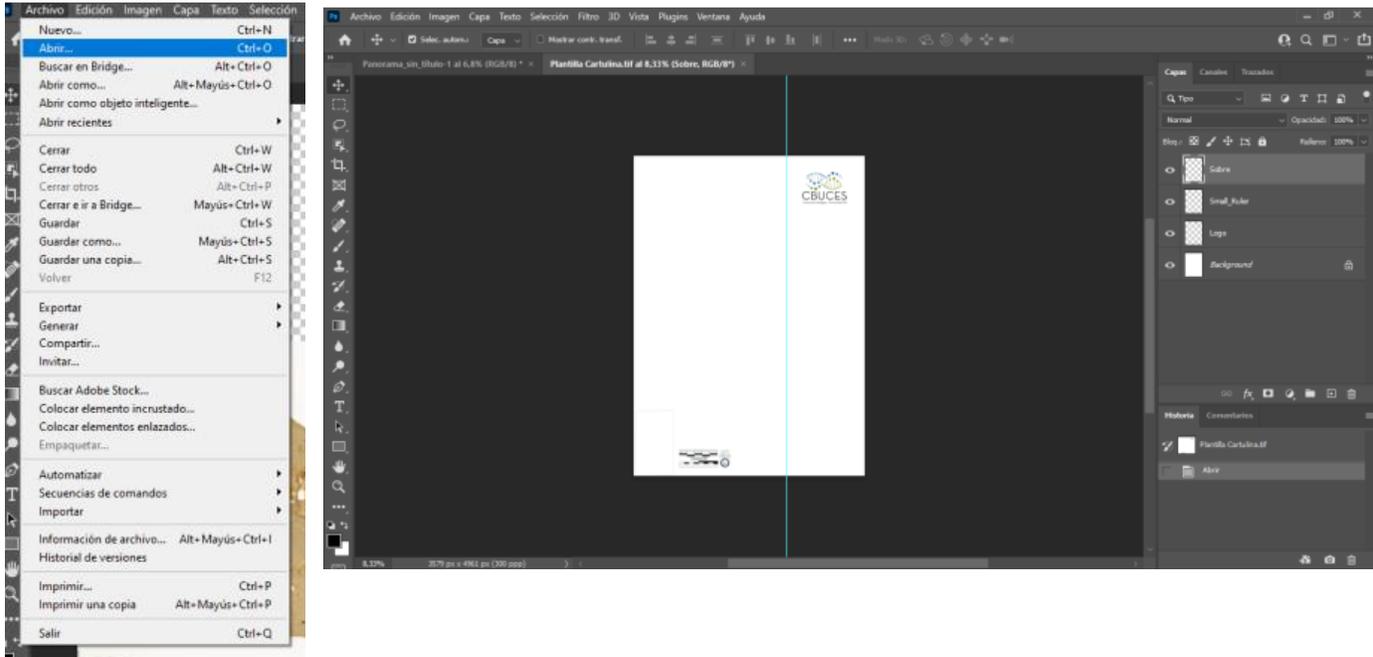




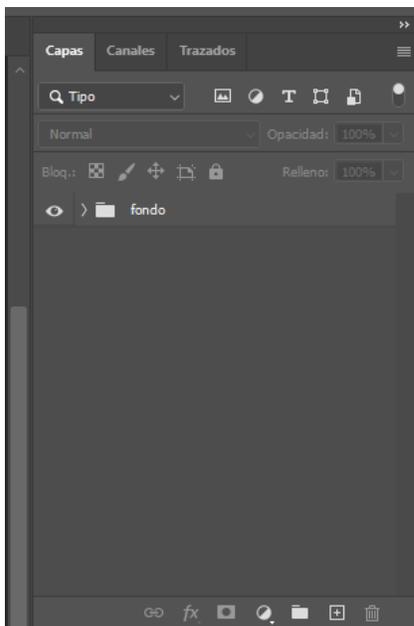
7.3 Especimen (panorama): seleccionar todas las capas y guardarlas en una carpeta (seleccionar las capas y arrástralas hasta el icono con forma de carpeta en la zona inferior).



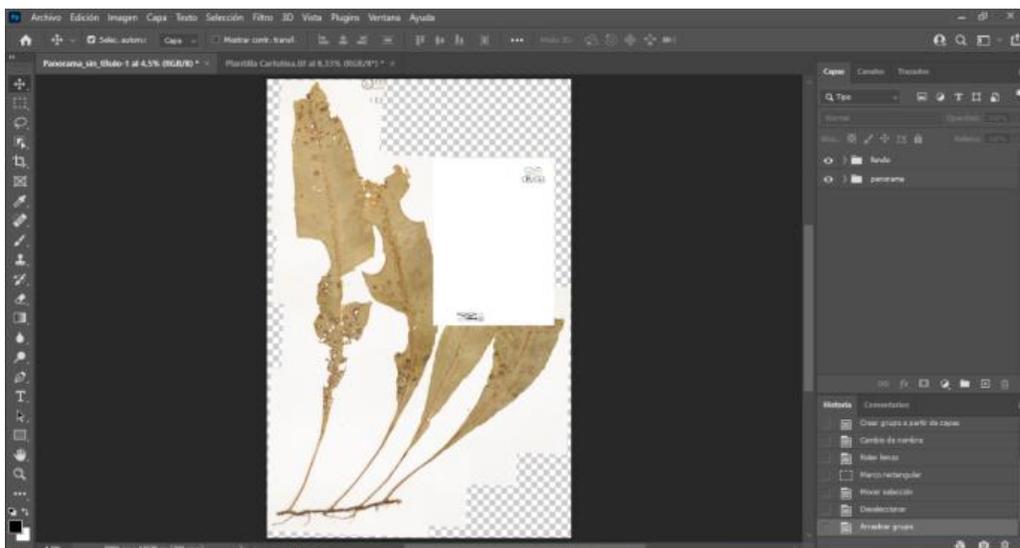
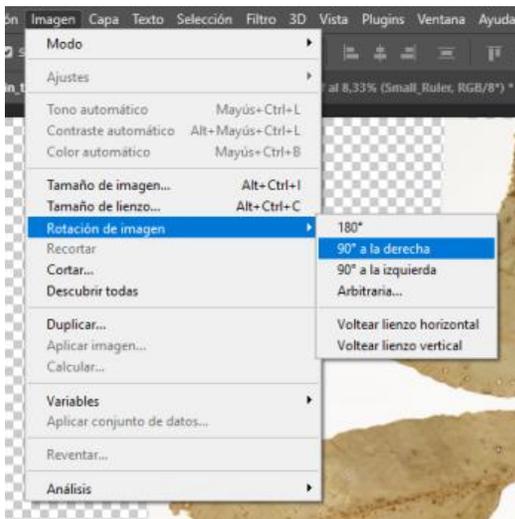
7.4 Abrir la plantilla.



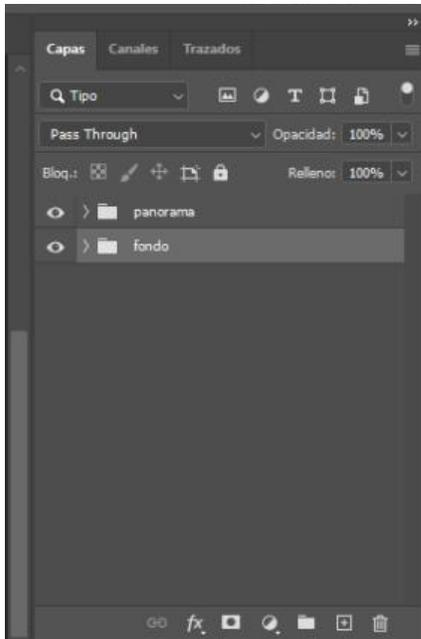
7.5 Se quita el sobre, si el fondo blanco está bloqueado se da click en el candado para desbloquearlo, luego se seleccionan todas las capas y se guardan en una carpeta llamada fondo.



7.6 Se gira el espécimen (panorama), posteriormente se arrastra la carpeta de la plantilla sobre el espécimen.

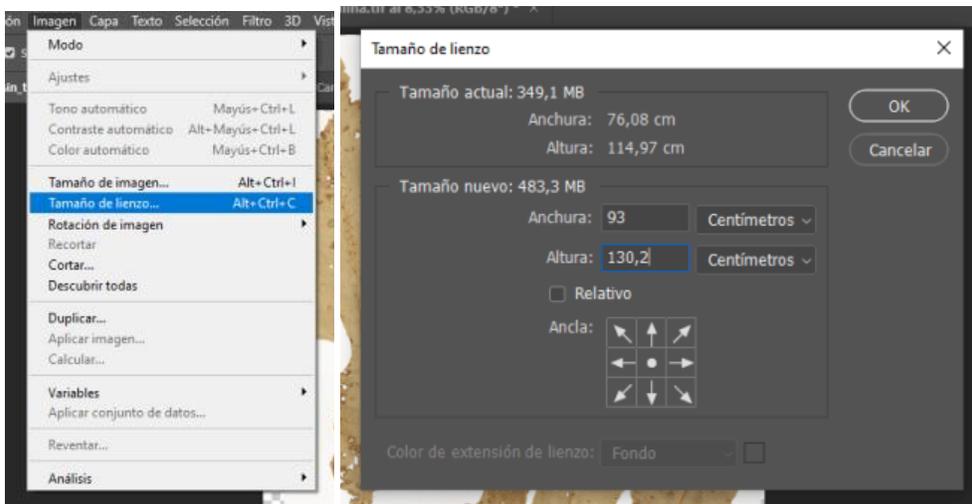


7.7 Orden: espécimen-plantilla.

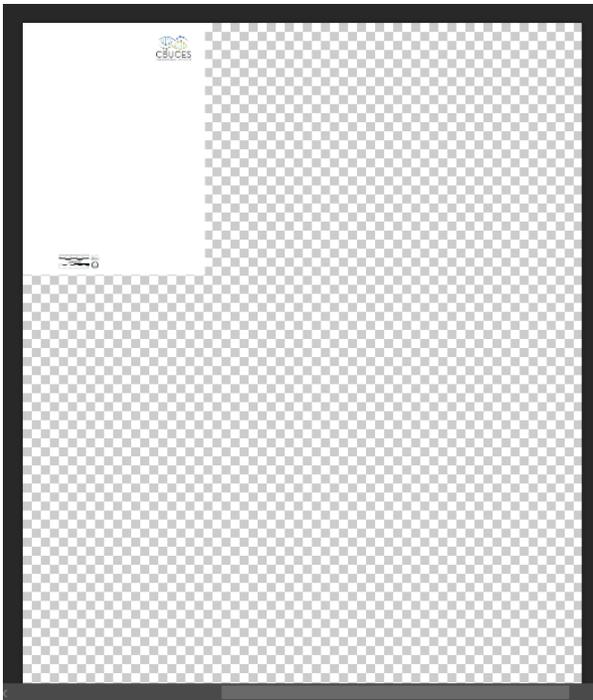


7.8 Desde la función de Imagen se cambia el tamaño del lienzo: alto:130.2cm ancho: 93cm.

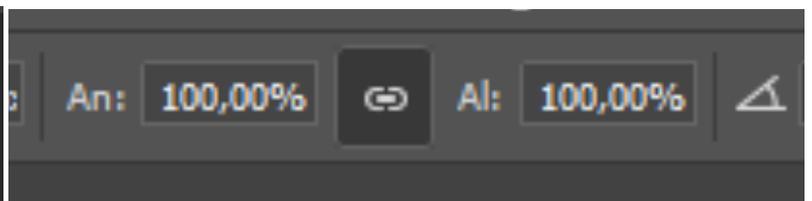
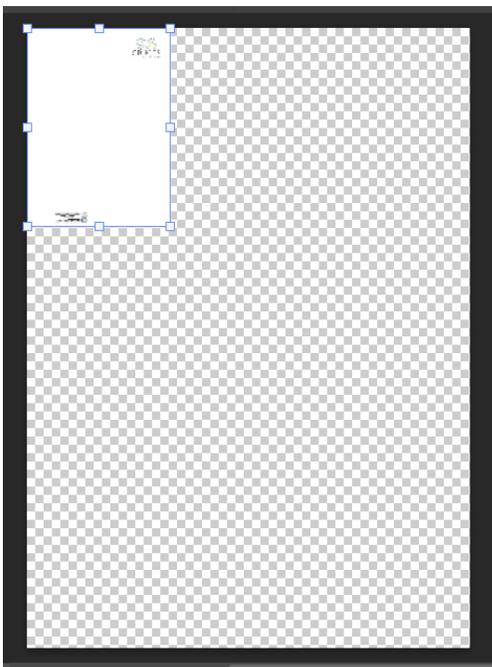
Nota: en caso de que el espécimen sea más grande que el lienzo se le reducirá el tamaño junta a la foto de la regla para conservar las dimensiones originales del espécimen.



7.9 Se oculta la carpeta panorama y se mueve la plantilla hasta la esquina superior izquierda.



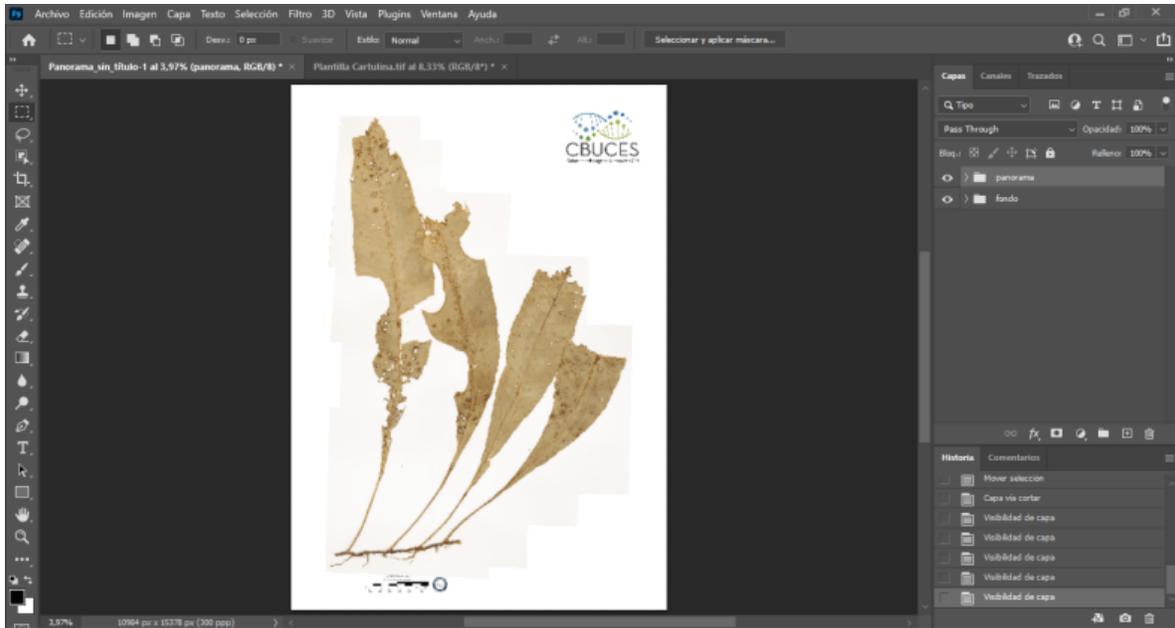
7.10 Emplee la herramienta de Transformación Libre (Ctrl+t / Cmd+t) para cambiar el tamaño de la plantilla, se revisa que estén enlazadas las proporciones de altura y anchura.



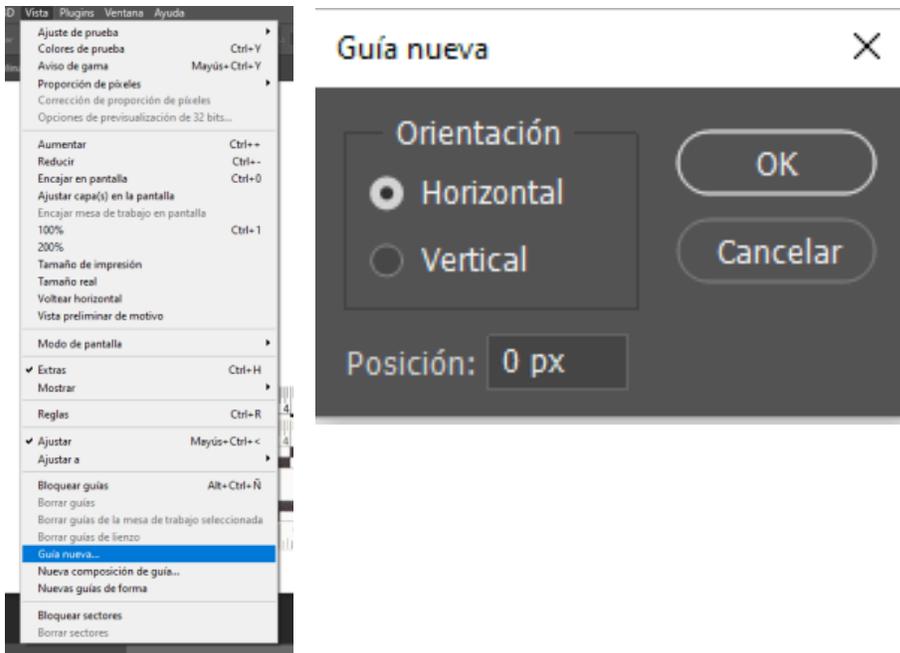
- 7.11 Ampliar hasta que cubra el lienzo sin salirse de este, en caso de no cubrir todo a la capa del fondo blanco se le quitar el enlace para poder estirarlo en un solo eje hasta que termine de cubrir el lienzo.



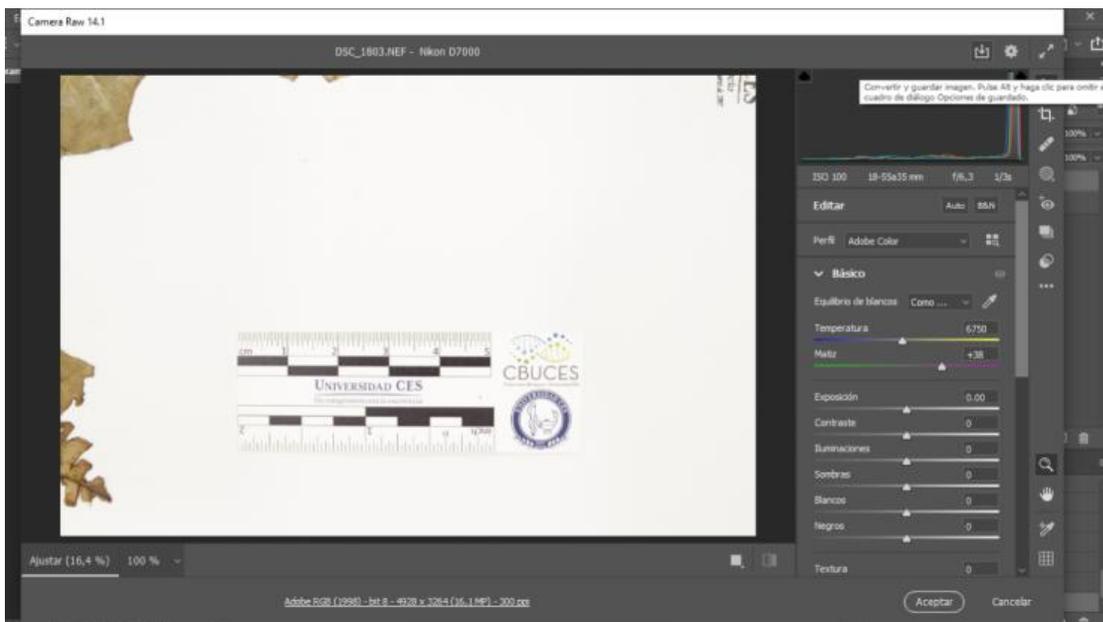
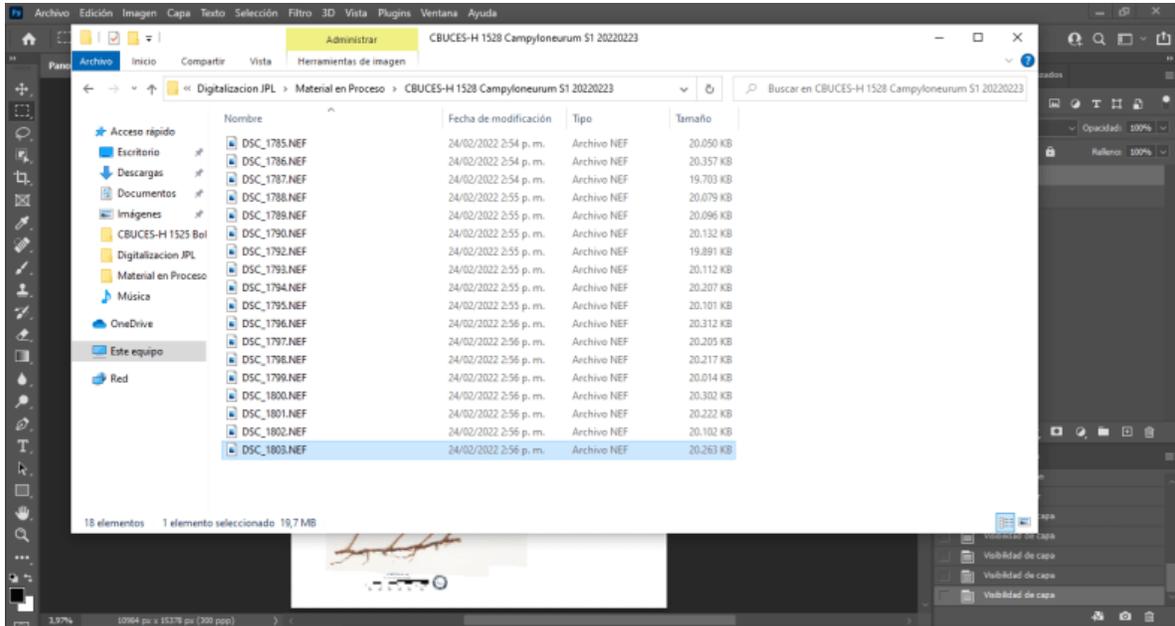
- 7.12 Se visualiza la carpeta panorama, luego se editan las partes ajenas al espécimen que puedan quedar en el photomerge para que solo quede este.

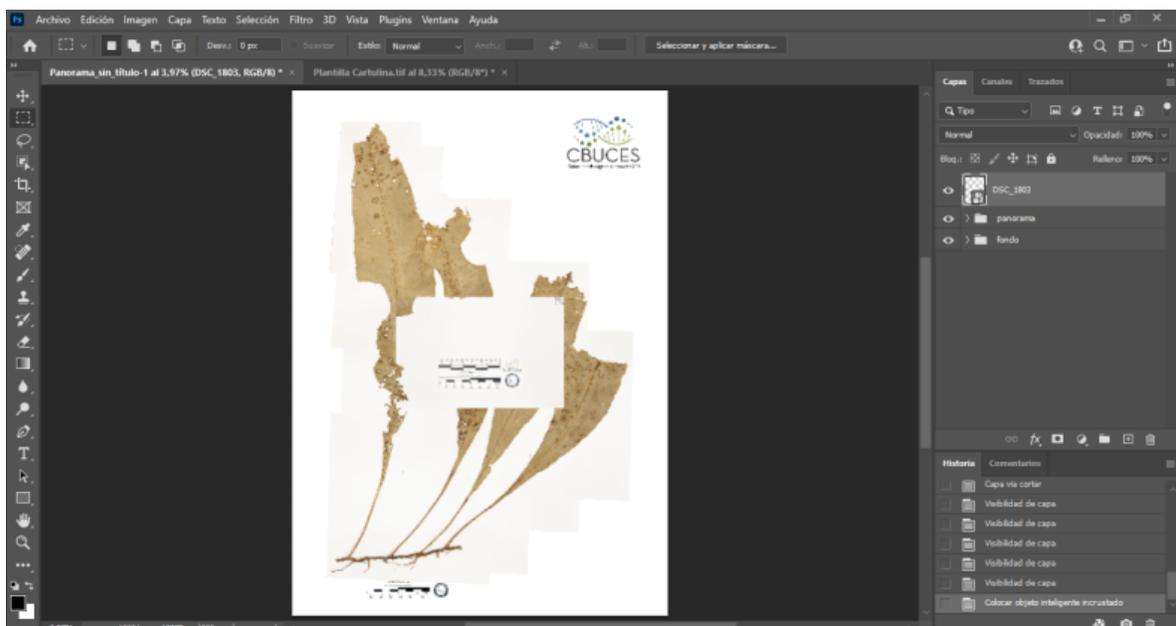
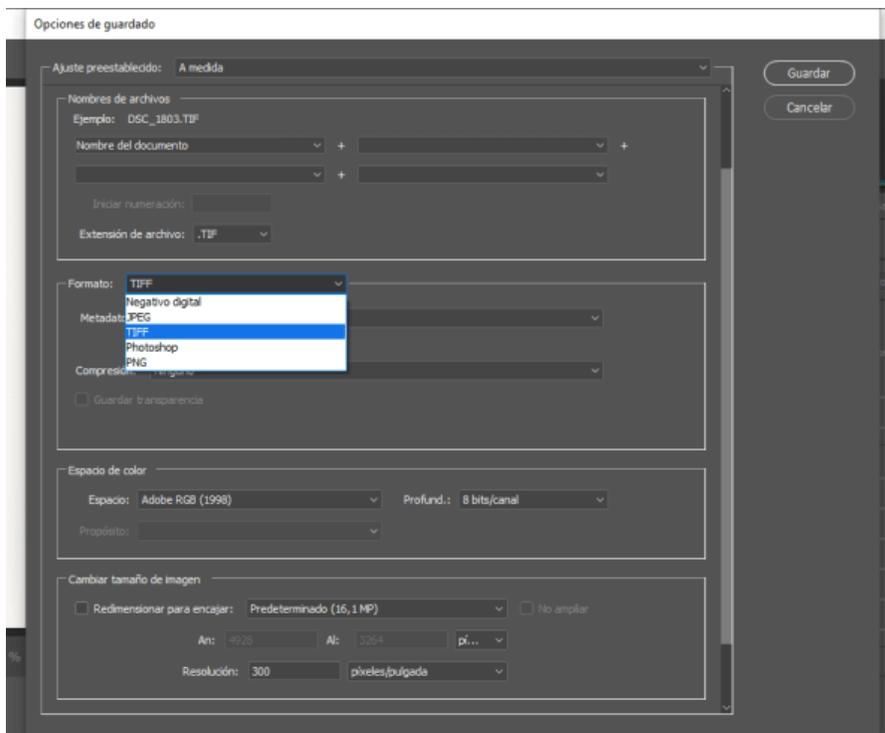


7.13 Colocar una guía (aparecerá como una línea verde sobre toda la edición) para revisar que todo este recto: vista -> guía nueva.

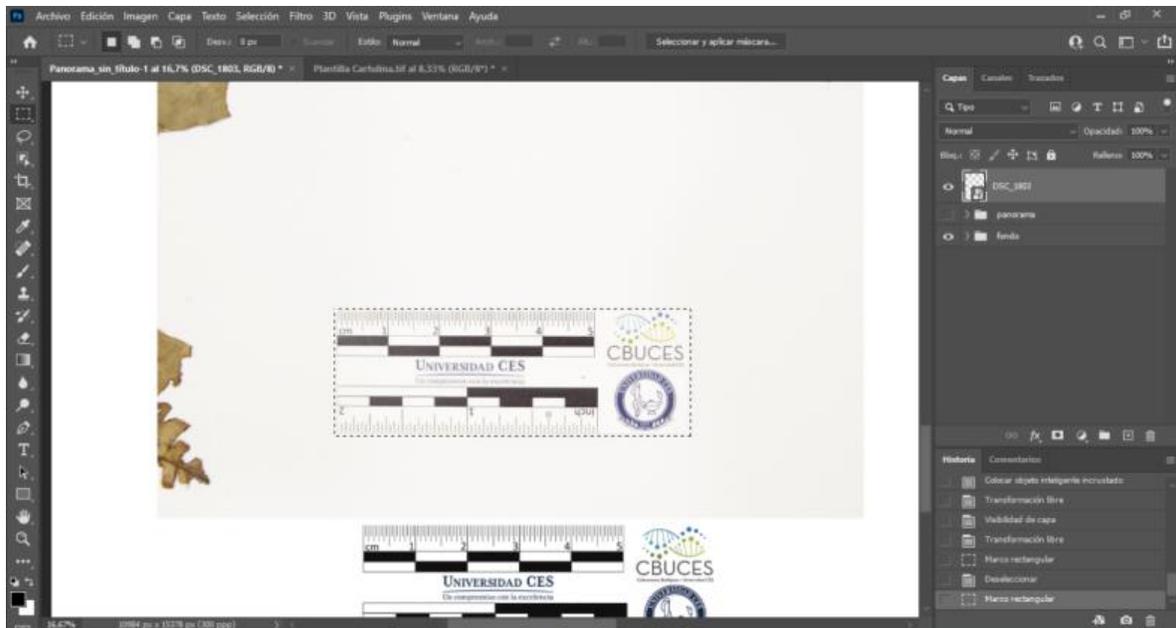


7.14 Desde la carpeta de los documentos se arrastra la foto de la regla sobre toda la edición y en la ventana que aparece se da clic en el logo de descarga para cambiar el formato a TIF.



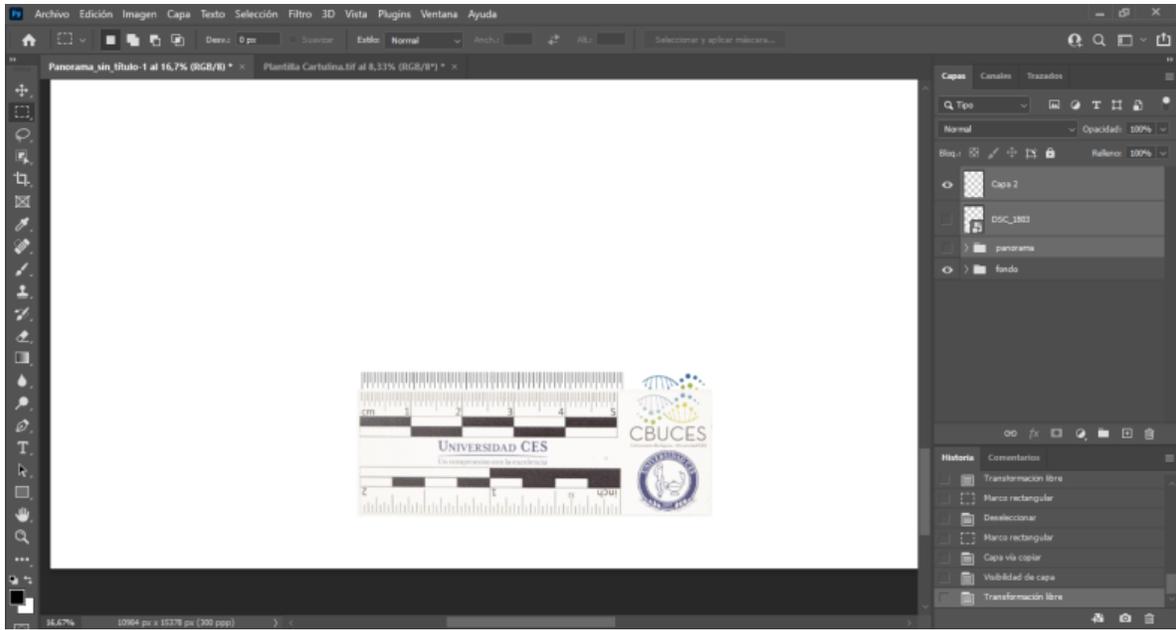


7.15 Se gira la regla para asegurarse que esta recta, en la capa de la regla se selecciona la opción recorte (símbolo de cuadrado punteado en la barra de la zona izquierda)-click derecho sobre la regla->capa vía copiar-> borrar la capa que no tiene el recorte.



7.16 La regla se selecciona junto a la capa de panorama para emparejar el tamaño de la regla con respecto a la de la cartulina (revisar que este enlazada la proporción): seleccionar ambas-> Ctrl+t-> en la zona superior aparecerán las proporciones de altura y anchura (revisar que estén enlazadas) aumentar hasta que quede lo más parejo posible

Sugerencia: en la capa de la regla dar doble clic fuera del texto, en la pestaña que aparece bajar la opacidad para darle transparencia a la regla, esto permite una mejor comparación de tamaño.

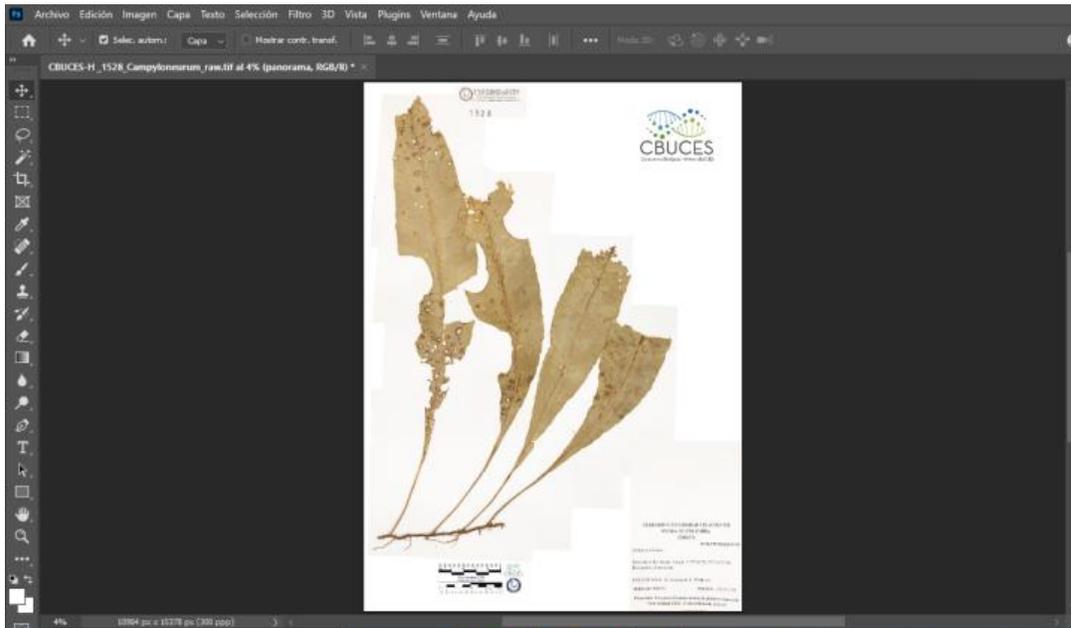


7.17 Cuando ya esté emparejado se elimina la regla que se agregó.



7.18 Posteriormente se quita la pestaña de plantilla y luego se agrega el código y la ficha del espécimen a la carpeta panorama de la misma forma que se agregó la regla, estas hay que colocarlas de forma que queden lo más parecidas al espécimen físico.

7.19 Luego se agregan a la carpeta panorama para posteriormente fusionar las capas de panorama.

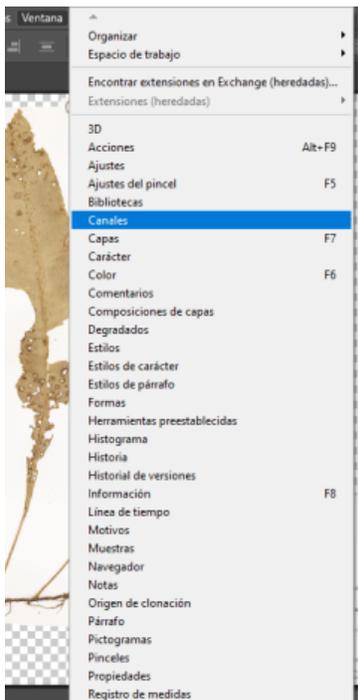


8. Recorte Photomerge

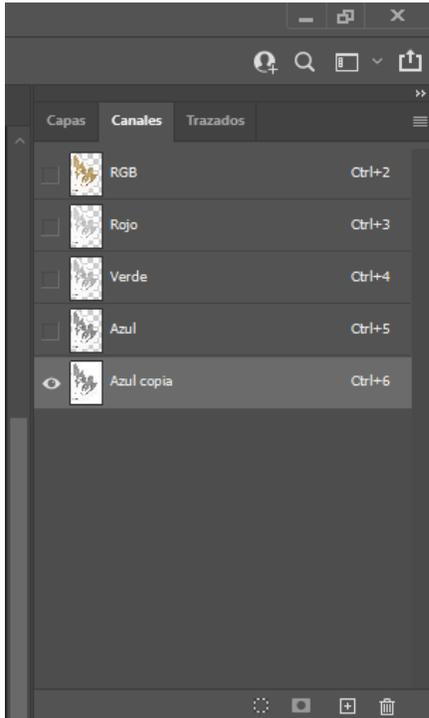
8.1 Ocultar la carpeta fondo.



8.2 En la paleta canales (en caso de no tenerlo activado ir a las opciones de la barra superior y dar click en ventana y luego activarla).

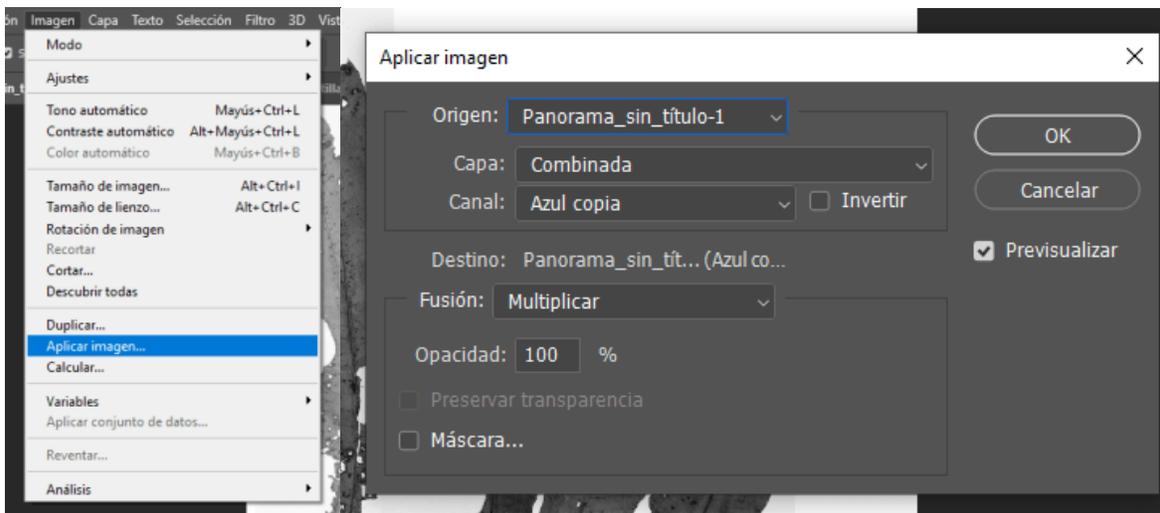


8.3 Se busca el canal de mayor contraste (generalmente es el azul).

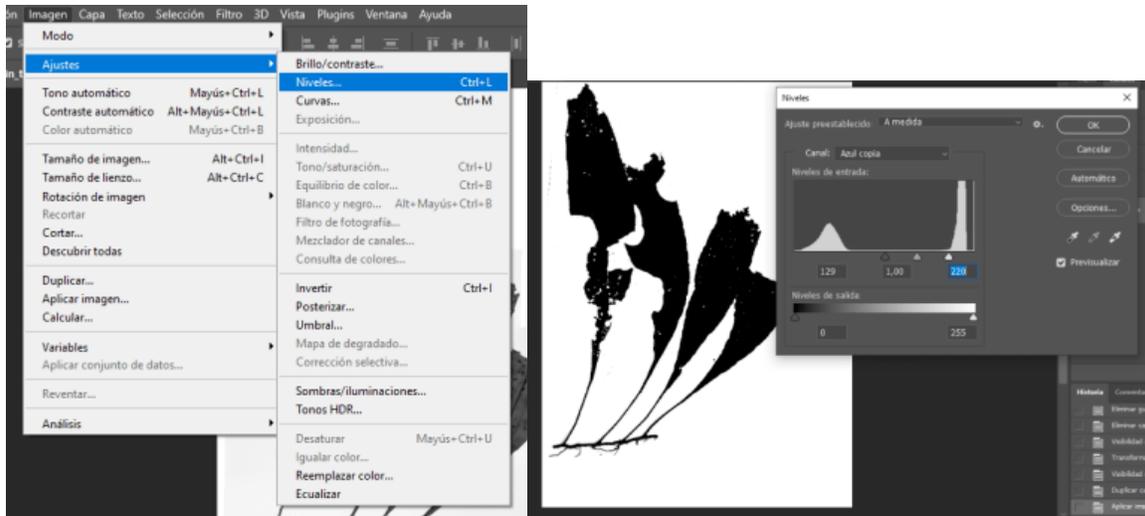


8.4 El canal se arrastra al icono de canal nuevo (el tercero de la parte inferior izquierda de la pantalla).

8.5 Luego para generar un contraste mayor se selecciona en la barra superior Imagen-> aplicar imagen-> capa en la que se trabaja(panorama) y el canal recién creado-> fusión: multiplicar (es bueno revisar los otros).



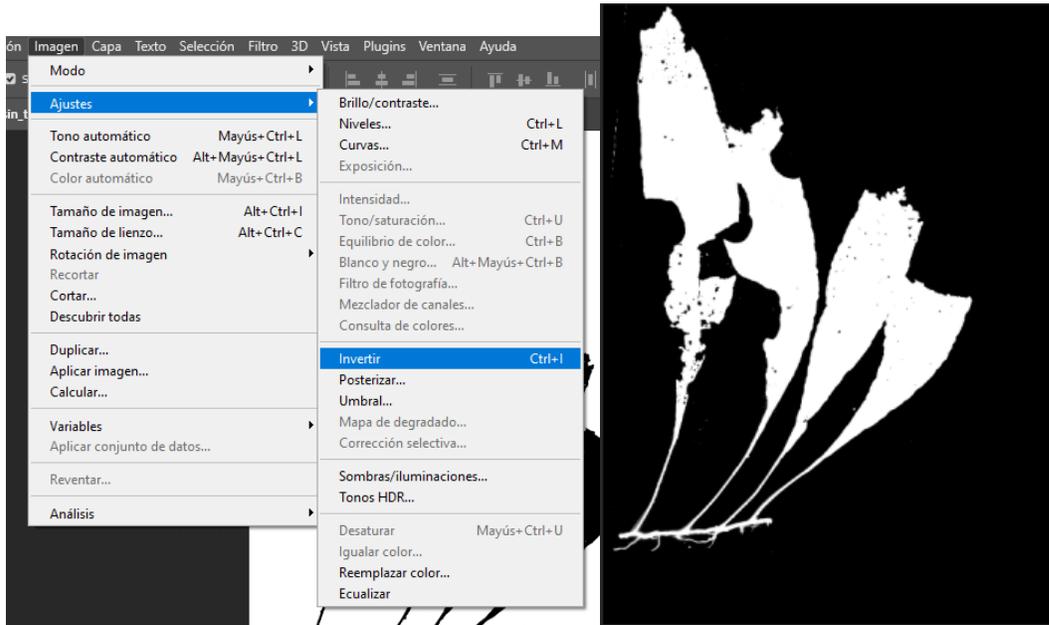
8.6 Para dar una mayor diferencia de negros y blancos se selecciona en la barra superior Imagen->ajustes->niveles->niveles de entrada: el izquierdo es para los negros (se mueve hacia la izquierda hasta dar la definición deseada al espécimen), el de la derecha es para los blancos (se mueve hacia la izquierda hasta tener un blanco homogéneo), revisar que no se pierdan detalles.



8.7 El pincel se usa para seleccionar zonas que no se hayan logrado definir con los procesos anteriores para activarlo se da click en Pincel-> botón derecho-> pincel redondo con dureza al 100%-> color negro como color frontal-> pintar lo que se quiera conservar.

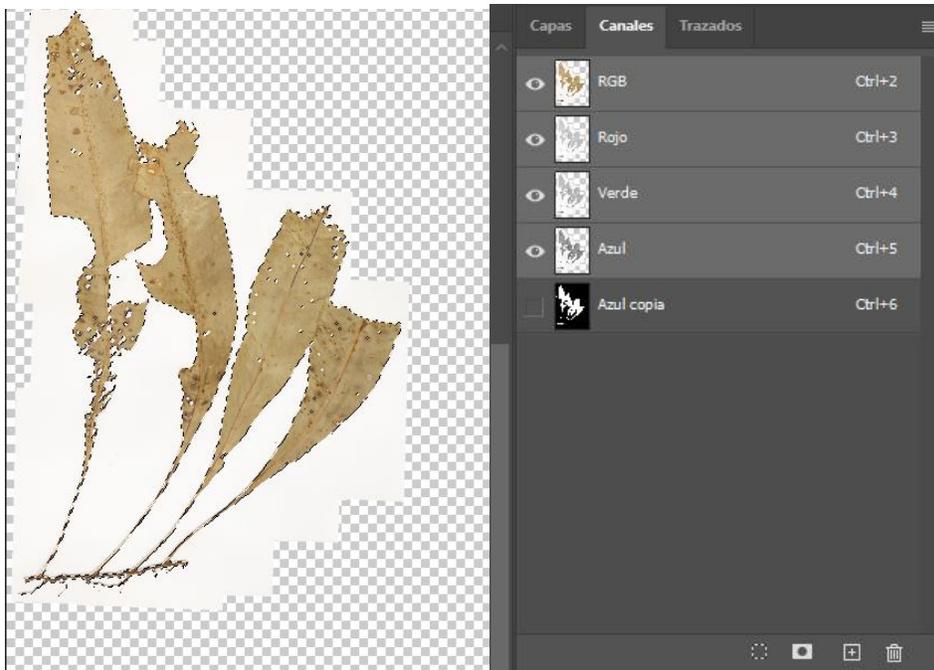


8.8 Para obtener que el individuo se conserve luego del recorte se da click en Imagen->ajustes->invertir.

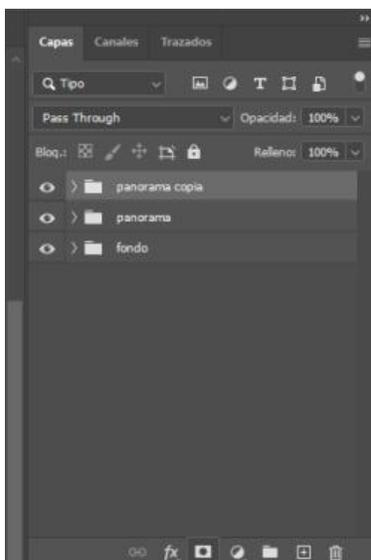


8.9 Para eliminar imperfecciones del fondo se da click en Pincel-> botón derecho-> pincel redondo con dureza al 100%-> color negro como color frontal-> se pinta lo que se quiera eliminar.

8.10 Se deselecciona el canal. Se presiona Command+click izquierdo (en Mac), ctrl+click izquierdo en (en Windows) para seleccionar la zona que se conservará, esta se verá rodeada por una línea punteada.

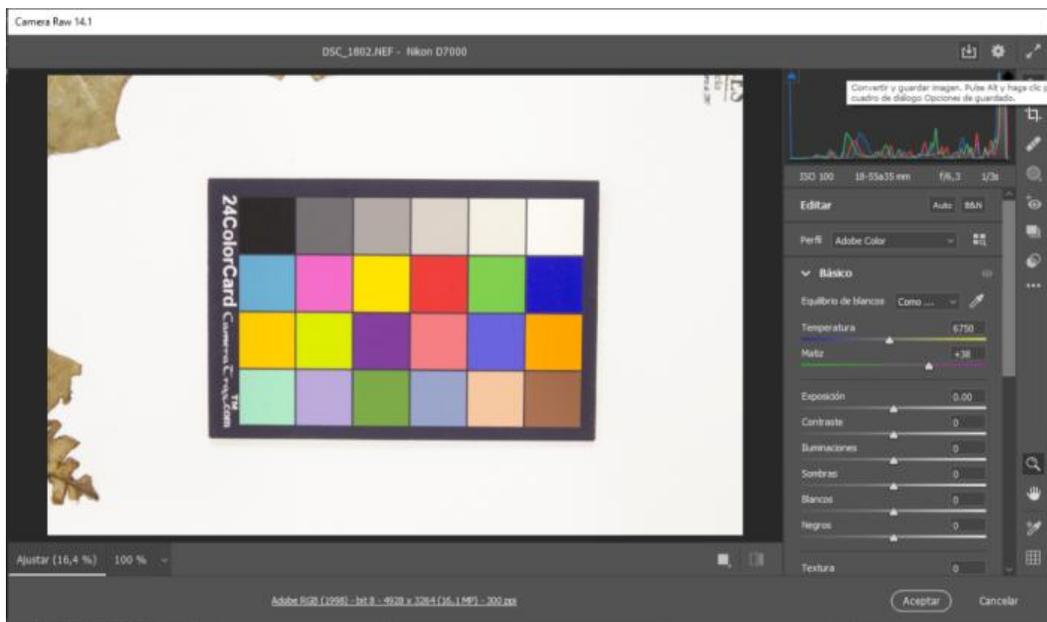


8.11 En la paleta de capas seleccionamos la capa en la que se va a trabajar y le crearemos una copia.



8.12 La copia de la capa la fusionamos y le añadimos una máscara (segundo de la zona inferior izquierda). La capa original también se funciona y se oculta.

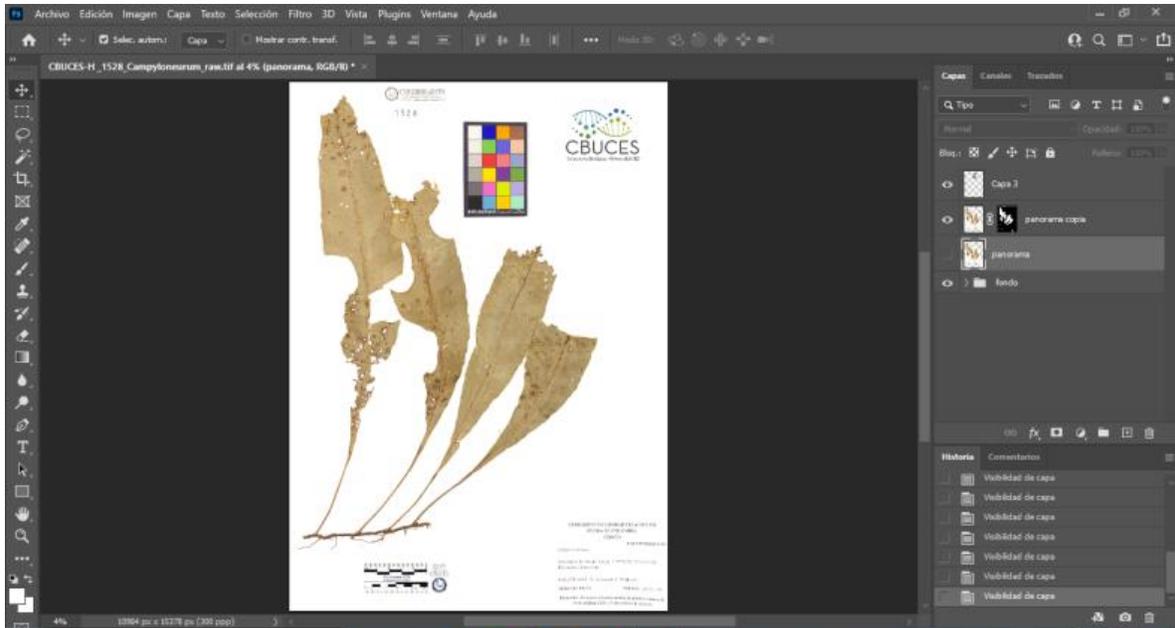
8.13 Agregamos la escala de colores al igual que hemos agregado la regla, el código y la ficha del espécimen.



8.14 Se usa la transformación libre en la escala de colores: ctrl+t -> recorte (símbolo de cuadrado punteado en la barra de la zona izquierda)-click derecho-capa vía copiar-> borrar la capa que no tiene el recorte, giramos la escala de acuerdo a la zona en la que se vaya a colocar.

Sugerencia: poner una guía (aparecerá como una línea verde sobre toda la edición) para ver que la escala si esta recta: vista -> guía nueva.

8.15 Con el borrador quitar los bordes de color blanco diferentes al del fondo sin afectar la escala de colores.



9. Archivos finales

9.1 En Mac

9.1.1 Almacenamiento en formato no comprimido

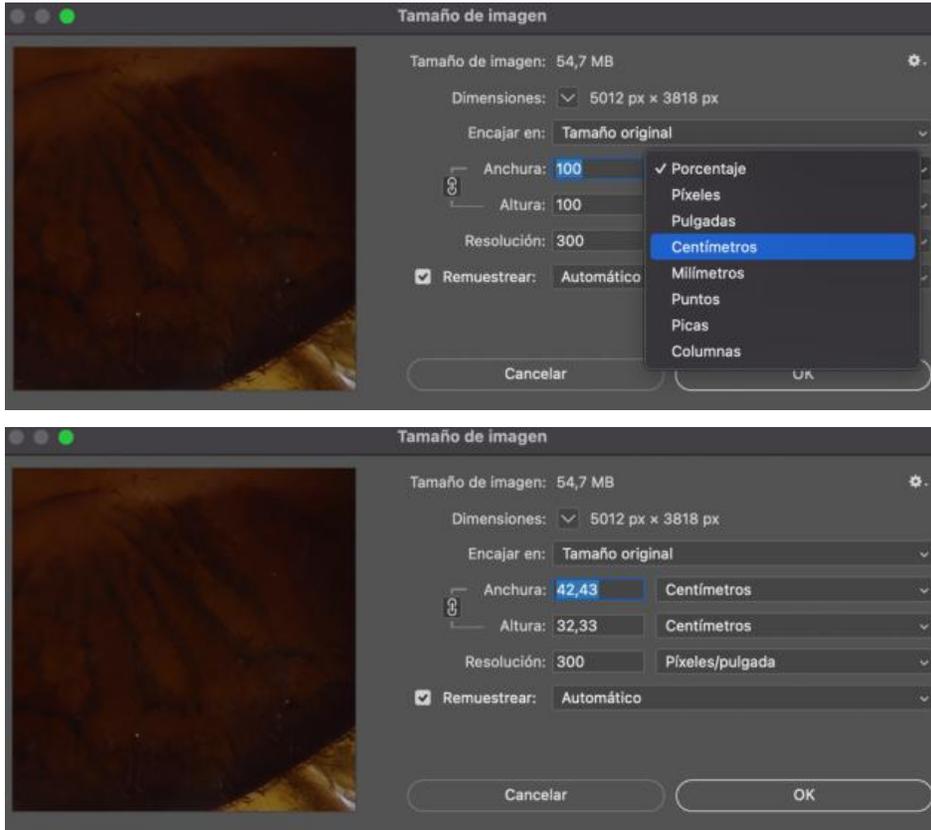
Archivo-> Guardar como-> CBU CES-H_ **Código_nombre del espécimen**_raw-> tipo de archivo: TIFF -> Opciones TIFF -> Compresión de imagen: LZW

9.1.2 Almacenamiento en formato comprimido.

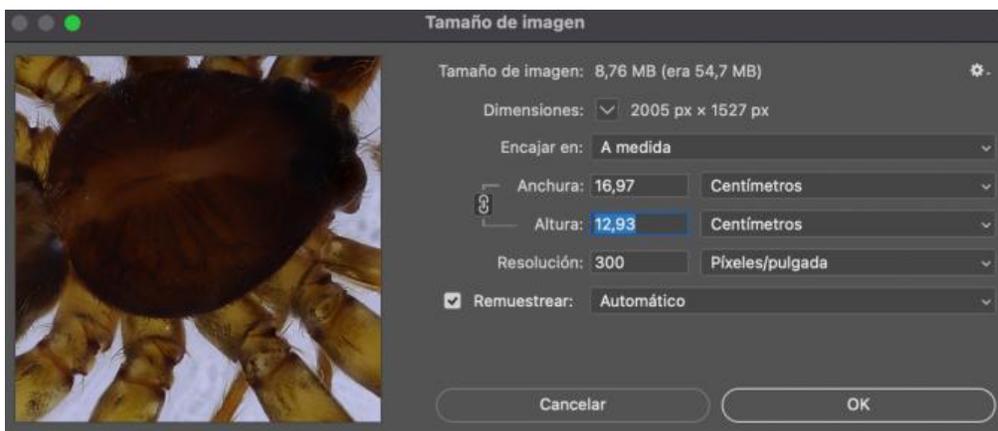
9.1.2.1 Abrir el menú imagen de la zona superior para cambiar el tamaño de la imagen o presionar option+command+i



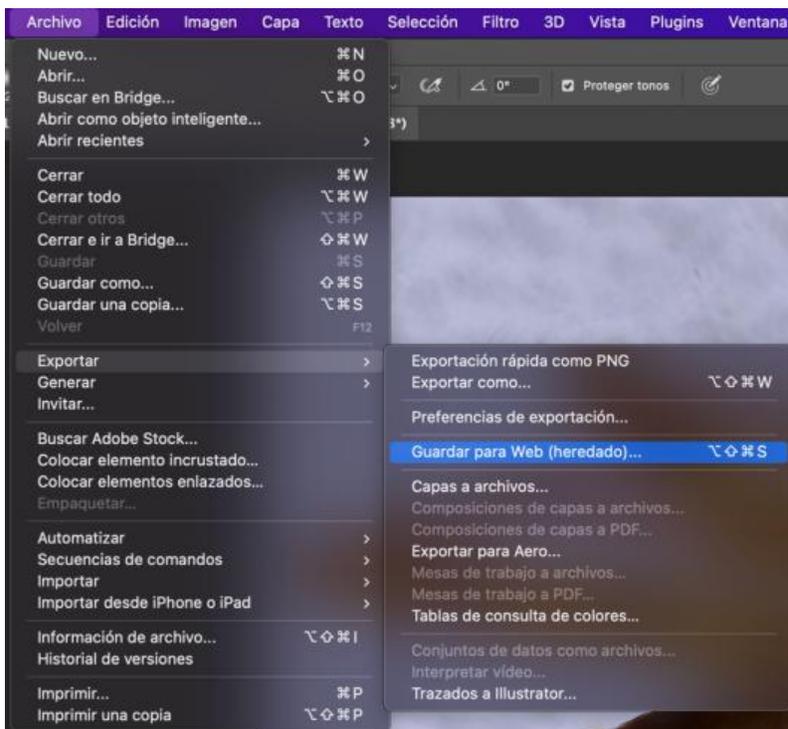
9.1.2.2 Cambiar porcentaje a centímetros



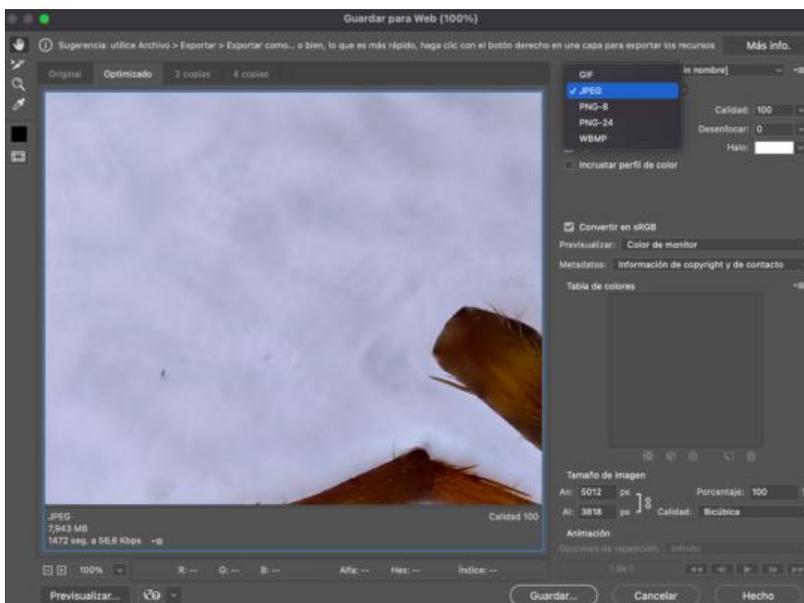
9.1.2.3 Disminuir al 40% del tamaño original y se da click en OK



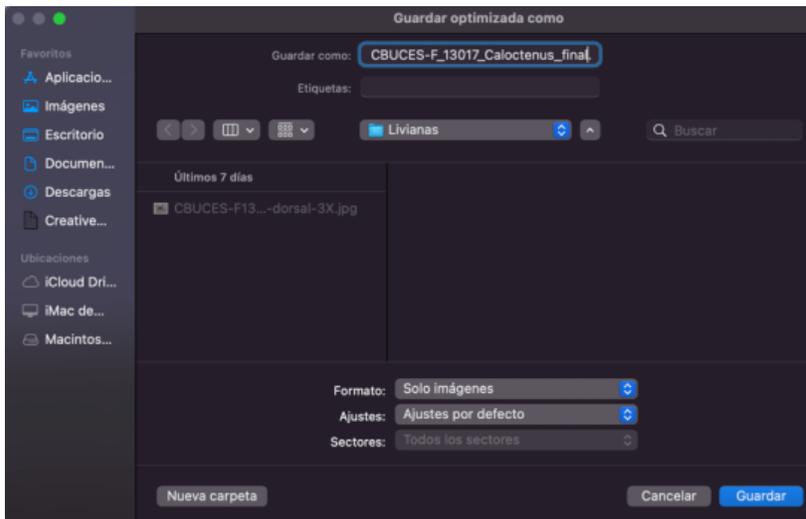
9.1.2.4 Se presiona Shift+option+command+s para guardar para Web, podemos encontrar esta opción desde el menú: Archivo/Exportar/Guardar para Web (heredado)...



9.1.2.5 Seleccionar el tipo de extensión como "JPEG" se deja como esta predeterminado y se da click en guardar



9.1.2.6 Se le asigna el nombre final -> CBUCES-H_ **Código** _ **nombre del espécimen** _final y se da click en guardar



9.1.2.7 Al salir del Photoshop o de cerrar el archivo este va a preguntar si se guardan los cambios, se da click en No para no modificar el archivo raw

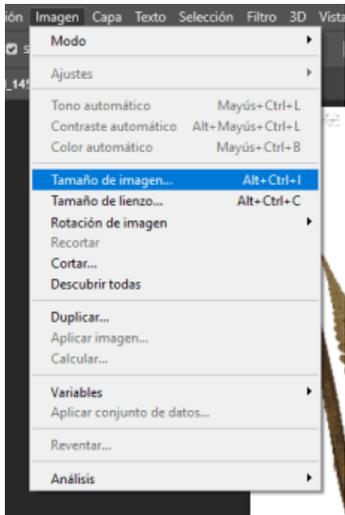
9.2 En Windows

9.2.1 Almacenamiento en formato no comprimido

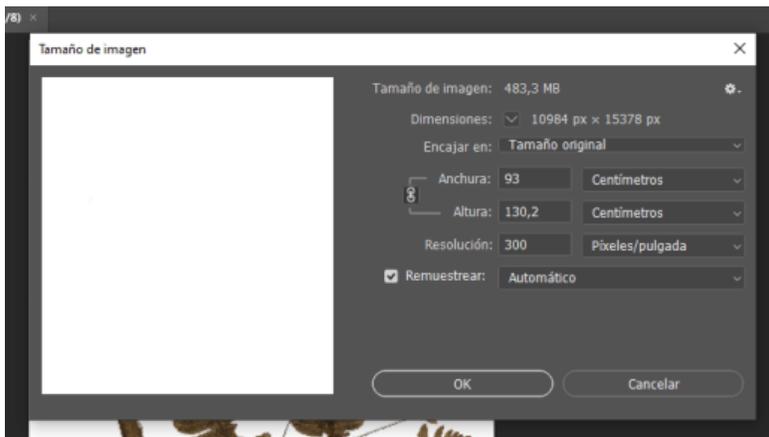
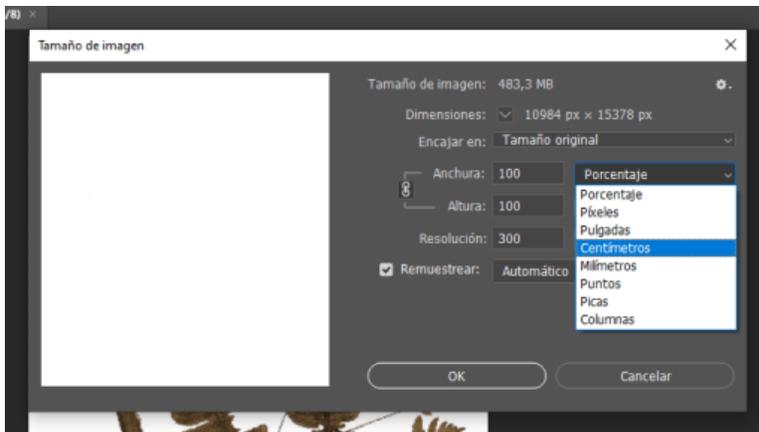
Archivo-> Guardar como-> CBUCES-H_ **Código** _ **nombre del espécimen** _raw-> tipo de archivo: TIFF -> Opciones TIFF -> Compresión de imagen: LZW

9.2.2 Almacenamiento en formato comprimido

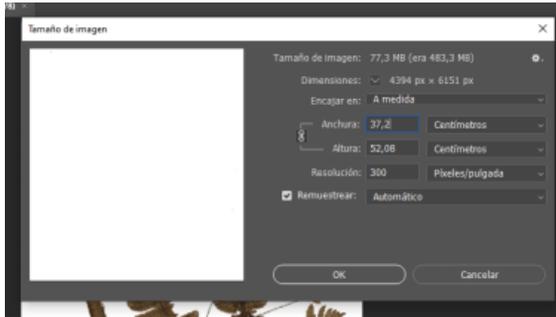
9.2.2.1 Abrir el menú imagen de la zona superior para cambiar el tamaño de la imagen o presionar alt+ctrl+l



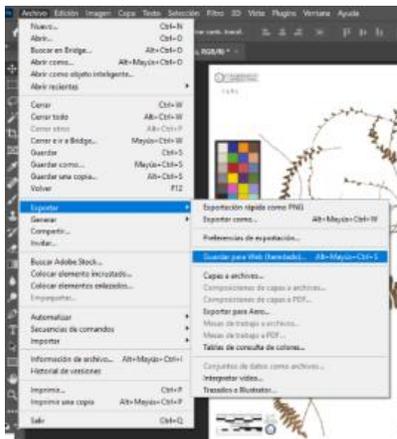
9.2.2.2 Cambiar porcentaje a centímetros



9.2.2.3 Disminuir al 40% del tamaño original y se da click en OK



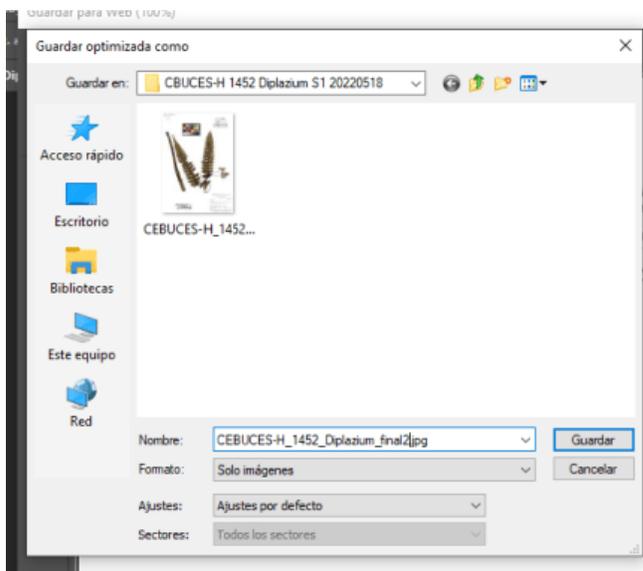
9.2.2.4 Se presiona Shift+ctrl+alt+s para guardar para Web, podemos encontrar esta opción desde el menú: Archivo/Exportar/Guardar para Web (heredado)...



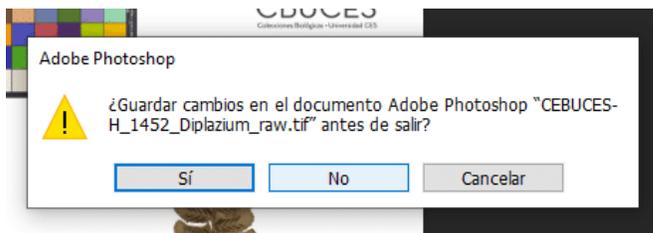
9.2.2.5 Seleccionar el tipo de extensión como "JPEG" se deja como esta predeterminado y se da click en guardar



9.2.2.6 Se le asigna el nombre final -> CBUCES-H_Código_nombre del espécimen_final y se da click en guardar



9.2.2.7 Al salir del Photoshop o de cerrar el archivo este va a preguntar si se guardan los cambios, se da click en No para no modificar el archivo raw



Anexo 3

Protocolo de digitalización 2D, empleando técnicas de apilamiento (*Stacking*), de especímenes de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES.

Protocolo de digitalización 2D, empleando técnicas de apilamiento (Stacking), de especímenes de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES.

Este protocolo tiene como propósito generar imágenes de alta calidad por medio de la técnica de apilamiento de imágenes en situaciones controladas, así se proporcionará un flujo de trabajo eficiente para los investigadores. Esta técnica consta de tomar una gran cantidad de fotografías a distintas distancias focales que abarcan desde la zona superior hasta la zona inferior que se desea fotografías del espécimen para luego ser fusionadas por medio de un programa de computadora el cual dará como resultado una imagen de muy alta calidad.

El hardware necesario para la óptima ejecución de estos procedimientos incluye un computador con arquitectura de procesador de 64 bits, un procesador multinúcleo (p.ej. Intel, AMD) de 2 GHz o más rápido, 4 GB de memoria RAM, una cámara profesional con objetivo macro, equipo de stacking, una mesa de reproducción donde se hará todo el montaje del equipo de stacking junto a la cámara, y diversos accesorios que pueden facilitar la toma de fotos y proporcionar una

Cámara: Canon EOS Rebel T7i



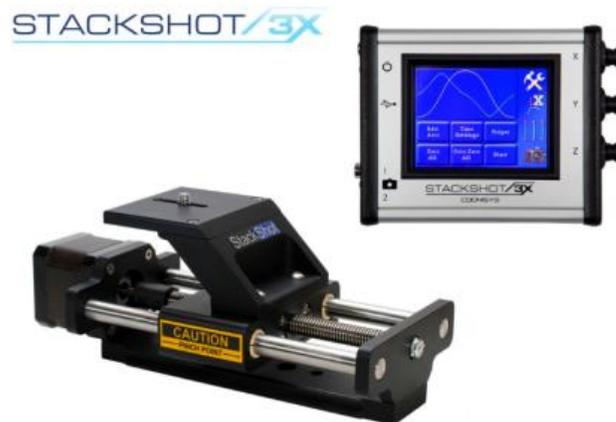
Objetivo macro: MP-E 65mm f/2.8 1-5x Macro



Mesa de reproducción: Kaiser RS 2 CP



Equipo de stacking: Stackshot 3X macro rail package



Accesorios: Adaptador USB, anillo de iluminación, soporte para artrópodos, recipientes para individuos en líquido, sistema de iluminación *Kawada (2016)*.

El software necesario para la óptima ejecución de estos procedimientos es Helicon Remote (ver. 3.9.12 M) que permite controlar desde el computador todo el montaje para una mayor eficiencia a la hora de tomar fotografías y Helicon Focus 8.0.2 (<https://www.heliconsoft.com/heliconsoft-products/helicon-focus/>) que permitirá realizar el apilamiento de las imágenes.

Pasos

1. Configuración de la cámara

1.1 Colocar en modo manual, girando el dial de modo (Figura.1) que está en la parte superior de la cámara y se selecciona la letra M.

1.2 Para la configuración inicial de la cámara se recomienda: Velocidad 1, ISO 100 y Apertura 2.8.
NOTA: Los valores de estas características pueden cambiar dependiendo del tamaño y forma del espécimen a fotografiar. La forma de configurar la cámara depende del modelo, si se usa una cámara diferente revisar el respectivo manual.

1.3 Para cambiar la Velocidad (Vel), se gira el dial principal, para cambiar el ISO, se gira el dial principal mientras se oprime el botón de ISO (Figura.1), para cambiar la Apertura (f), se gira el dial principal (Figura.1) mientras se oprime el botón de apertura (Figura.2).

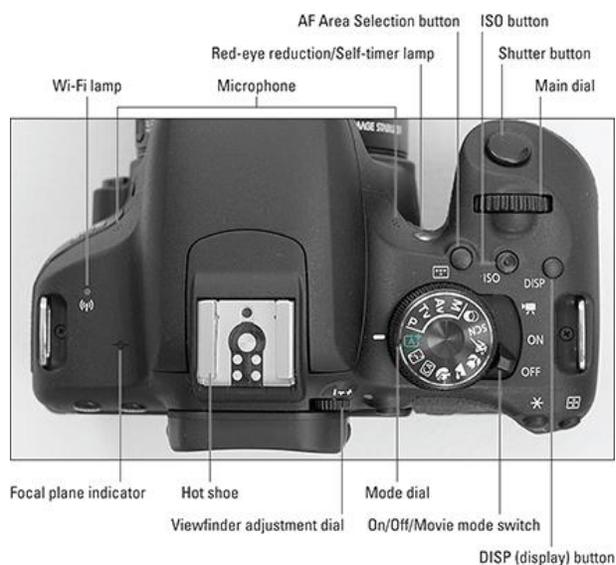


Figura.1 tomada de Manual Canon EOS Rebel T7i



Figura.2 tomada de Manual Canon EOS Rebel T7I

2. Montaje

2.1 El brazo de soporte de la mesa de reproducción donde se anclará a la plataforma motorizada se posiciona a una altura mediana con respecto a la columna, dependiendo del individuo a fotografiar esta altura puede variar (Figura.3)

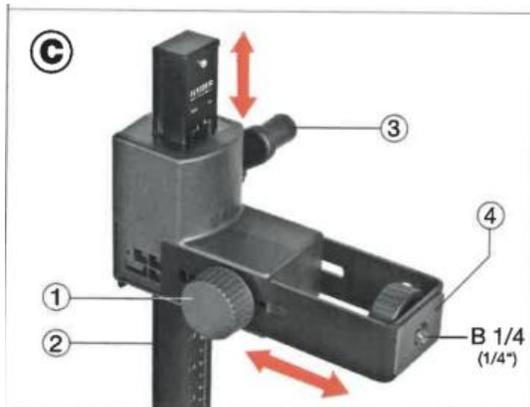


Figura.3 tomada de Manual RS 2 XA Stand

2.1 El Stackshot macro rail (plataforma motorizada) se atornilla a la rosca del brazo de soporte (Figura.3, numero 4) en el orificio del medio de la plataforma motorizada (Figura 4).

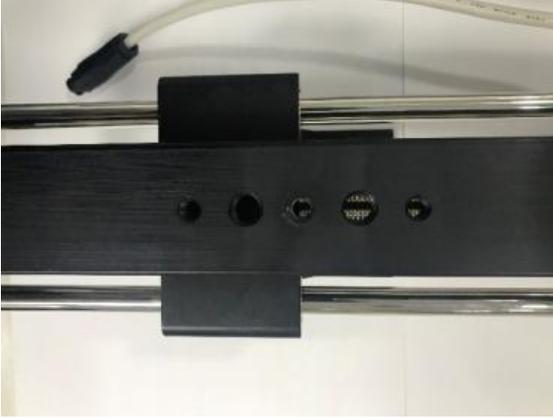


Figura. 4

2.2 Se revisa que la plataforma motorizada este nivelado con un nivel.

2.3 El cable del motor se conecta de la plataforma motorizada al StackShot3X Controller (controlador) con mucho cuidado, en la entrada X de este y se enrosca en ambos extremos para afianzarlo.



Figura. 5



Figura. 6

2.4 La cámara se atornilla a la plataforma motorizada y se revisa que esté nivelado con un nivel.

2.5 El controlador se conecta a la electricidad.

2.6 El conector USB de la cámara se conecta en la entrada del controlador y al puerto USB del computador.

2.7 El conector USB del StackShot se conecta de la cámara al computador vía USB.



Figura. 7

2.8 El anillo de luz se posiciona en la base de la mesa de reproducción y se conecta a la electricidad, dentro del anillo se coloca una base sólida.



Figura. 8



Figura. 9

2.9 Para fotografía en seco se coloca un soporte en el cual se colocarán los individuos para tomas verticales u horizontales.



Figura. 10

2.10 Para fotografía en líquido se usa un recipiente con alcohol o glicerina para ubicar los individuos que requieran este medio

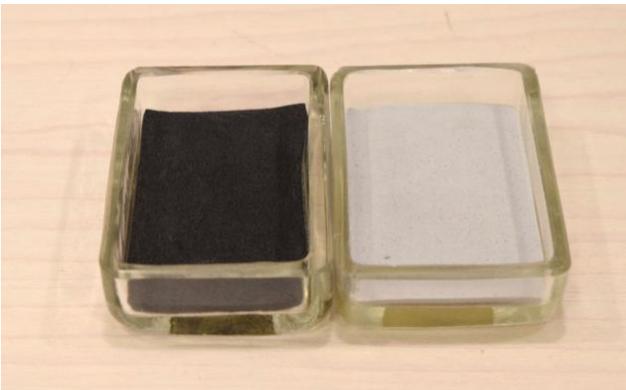


Figura. 11

2.11 Alrededor del soporte o del recipiente se coloca un papel que sirva de difusor de luz.



Figura. 11 tomada de Kawada (2016)

2.12 Se coloca un domo de dispersión de luz (estos pueden variar su tamaño dependiendo el espécimen a fotografiar) sobre toda la estructura base-soporte-papel.



Figura. 12 tomada Kawada (2016)

Nota: Siempre tener la etiqueta y la información asociada al espécimen en un lugar visible y seguro.

3. Configuración equipo de stacking y Helicon Remote

3.1 Encender el controlador con un solo click; para apagar se deja presionado.

3.2 El modo predeterminado del controlador es "Mode: Auto-Distance"

3.3 El modo que se usa en este protocolo es "Mode: Auto-Step"

Nota: La pantalla del controlador presenta un mensaje de control inicial si este no está conectado al computador.

3.4 Iniciar Helicon Remote en el computador.

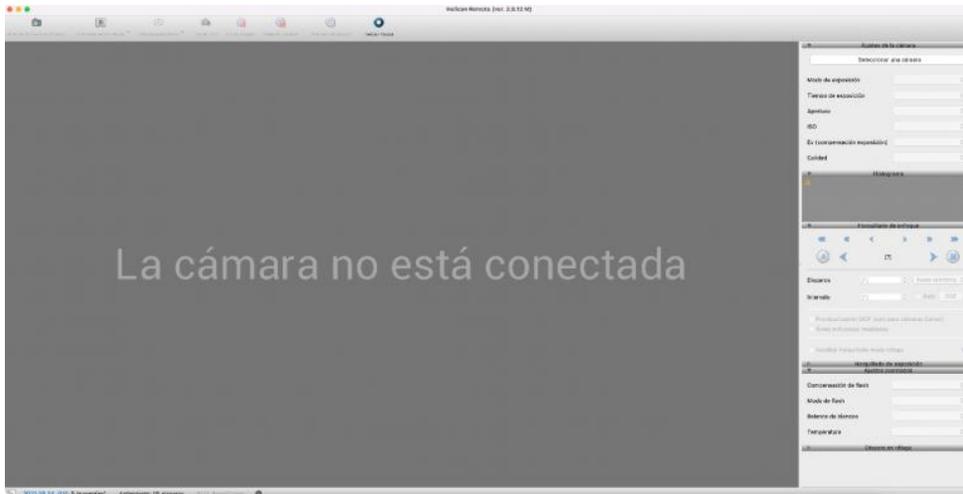


Figura. 13

3.5 Para saber si el controlador está conectado correctamente, en la pantalla del controlador debe de aparecer USB dentro de un Chip y en la pantalla de la cámara debe aparecer un ícono o aviso de que ya está conectada (esto puede variar dependiendo de la cámara que se utilice).



Figura. 14

3.6 En el menú de la derecha del Helicon Remote “Ajustes de la pantalla” hacer click en “Seleccionar una cámara” (Figura.15). Luego se selecciona la cámara y el dispositivo de stacking (StackShot3x) ya debe de aparecer seleccionado (Figura.16).

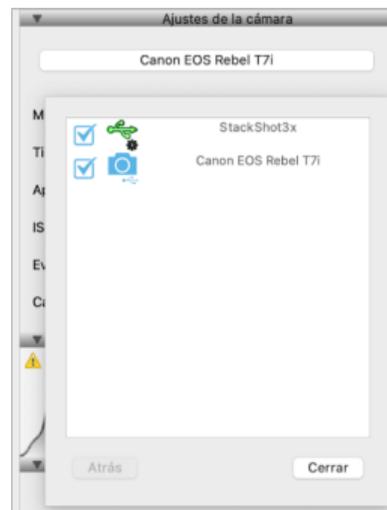
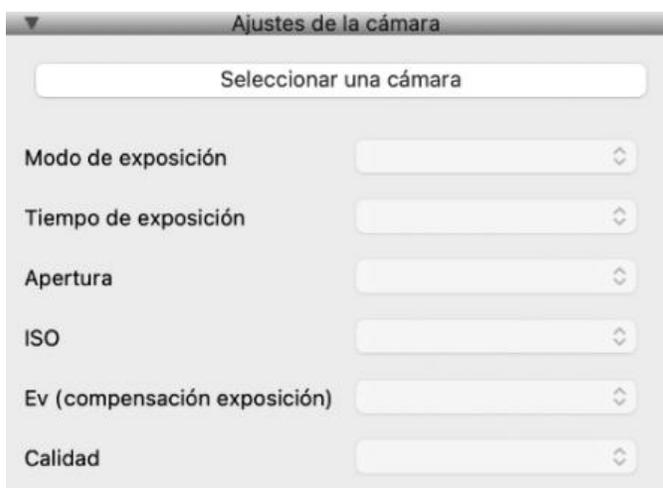


Figura.15 y Figura.16

Nota: En caso de no aparecer la cámara, se recomienda apagar y volver a encenderla.

4. Configuración de la cámara desde Helicon Remote

4.1 **Balance de blancos:** Automático, **ISO:** 100, **Apertura:** Regulable dependiendo de la profundidad del individuo, **Tiempo de Exposición (Velocidad):** Regulable, dependiendo de la Apertura y las condiciones de luz.

4.2 Se enfoca el individuo desde la pantalla del computador.

4.3 El individuo debe verse de forma clara en visor del programa.

4.4 El individuo se debe centrar y enderezar en un “eje horizontal” para que no quede ladeado.

4.5 Se busca que el fondo quede homogéneo para facilitar una edición posterior.

4.6 No debe quedar rastro del domo de dispersión.

4.7 **Formato imagen:** fine large JPEG (desde la opción de calidad) (Figura.17).



Figura.17

Nota: Dependiendo del tamaño del individuo se aumenta o se disminuye el zoom del lente (para hacer la escala y poder determinar el tamaño del espécimen).



Figura. 18 y 19

Configurar “Stops” A y B y dejarlos fijos dando click sobre estos, debe aparecer un candado sobre ellos (Figura. 20 y Figura. 21).

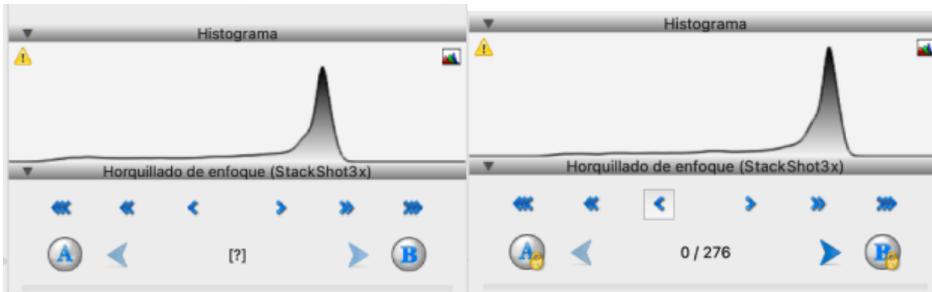


Figura. 20 y Figura. 21

4.8 Stop A es el punto de enfoque más cercano a la cámara y Stop B es el punto de enfoque más lejano de la cámara.

Nota: En el “Stop” B se debe tener mucho cuidado de que el lente de la cámara no entre en contacto con el domo.

En caso de cambiar los “Stops” se da click sobre estos y se selecciona: guardar punto más “cercano o lejano”, para eliminar los “Stops” se da click sobre estos y se selecciona: Borrar el punto más “cercano o lejano” (Figura. 22 y Figura. 23)

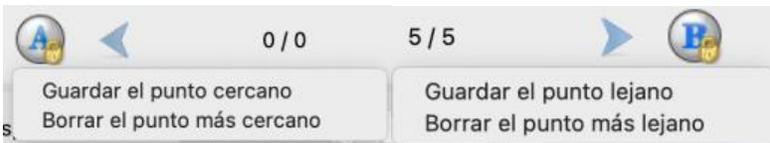


Figura. 22 y Figura. 23

Nota: Al iniciar se recomienda que la cámara se encuentre en el “Stop” A.

5. PROCESO FOTOGRÁFICO

5.1 En el menú de preferencias de Helicon Remote se pueden hacer varias configuraciones adicionales (Figura. 24). Dentro del menú “Disparo” está la opción Stackshot la cual permite

definir la dimensión (longitud) de cada paso del enfoque (se recomienda dejarlo en 0,05mm), también se puede definir la pausa después del movimiento, que permite que la cámara se estabilice después del desplazamiento (se recomienda definir mínimo 1 segundo) (Figura. 25).



Figura. 24 y Figura. 25

5.2 El StackShot da un número de pasos que equivalen a los disparos entre A y B, se busca que el número de disparos sea aproximado a 60, ya que toma menos tiempo y no se evidencia una significativa disminución en la calidad final. Nota: esto puede variar dependiendo del tamaño del espécimen y la cantidad de fotos que necesite para abarcar toda la profundidad (Figura. 26).



Figura. 26

5.3 Esto se modifica cambiando la opción de intervalos y los disparos se ven en la opción de disparos (Figura. 27).



Figura. 27

5.4 Histograma se recomienda a $\frac{3}{4}$ (Figura. 28).



Figura. 28

5.5 Se recomienda la mayor quietud posible en el espacio para no afectar el resultado final.

5.6 Para iniciar la toma de fotos se selecciona iniciar disparo (Figura. 29).



Figura. 29

5.7 El computador de las CBUCES está configurado para que al finalizar la toma de fotos nos muestre un mensaje que nos llevara al programa de HeliconFocus, se selecciona **sí** (Figura. 30).

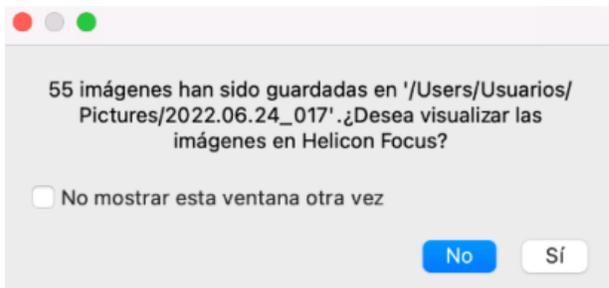


Figura. 30

5.8 Se revisa que las fotos sean del mismo individuo (Figura. 31).

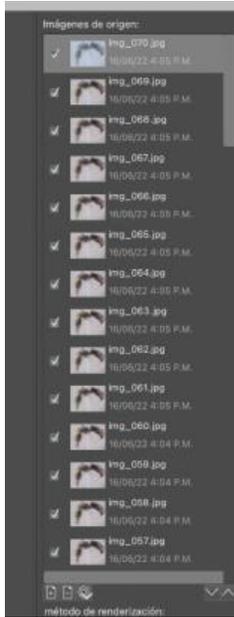


Figura. 31

5.9 Se revisa que el método de renderización sea el **método C** (Figura. 32).

5.10 Se revisa que el suavizado este en **2** (Figura. 32).

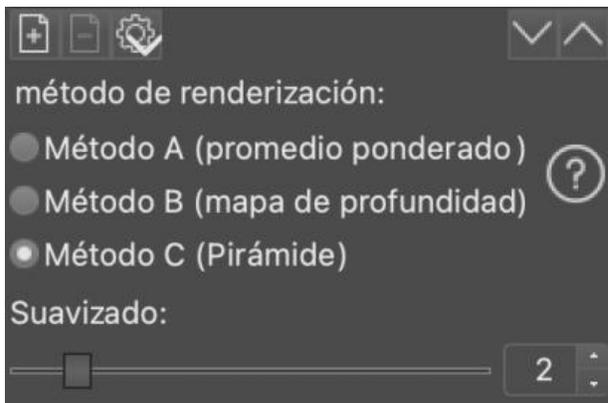


Figura. 32

5.11 Se da click en renderizar para iniciar el apilamiento (Figura. 33).

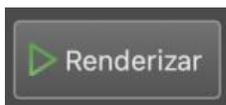


Figura. 33



Figura. 34

5.12 En la zona superior de HeliconFocus se da click en guardar (Figura. 35).



Figura. 35

Guardar opciones: Guardar (Figura. 36).



Figura. 36

5.13 Se busca la carpeta de destino con nombre informativo: Nombre del proyecto, del fotógrafo, etc.

5.14 Se guarda con el siguiente nombre: CBUCES-F **CÓDIGO DE CATÁLOGO** – **DATOS DE COLECTA (IDENTIFICACIÓN – UBICACIÓN – ETC.)**- **POSICION DE LA FOTO (Lateral, dorsal, frontal, etc.)** – **AUMENTO DEL OBJETIVO (1X, 2X, 3X... nX)** – **AUTORIA(INICIALES)** y se guarda en formato tiff.

5.15 Para tomar otra foto se debe cerrar el Helicon Focus y continuar con el proceso.

5.16 En Photoshop se agrega una escala de un milímetro teniendo en cuenta la siguiente tabla.

Escala	Tamaño de la barra de escala en pixeles para representar 1 mm
1X	279,6
1.5X	382,8
2X	544,8
2.5X	657,6
3X	798
3.5X	964,8
4X	1089
4.5X	1222,5
5X	1428

Tabla 1. Camilo Flórez

6. Húmedo

- 6.1 Para individuos en liquido se recomienda usar glicerina, esta debe ser vertida lentamente para evitar la formación de burbujas, luego de colocar el individuo en esta se debe esperar a que esta se estabilice para que quede todo de forma homogénea.
- 6.2 Para individuos que requieran 3X-5X se recomienda buscar un sitio muy estable ya que al mínimo movimiento del entorno estos individuos se verán afectados, en este caso se debe manipular el controlador de forma manual ya que no se contara con el computador.

10. Bibliografía

- Abraham Nieva de la Hidalga, P. L. (26 de Marzo de 2020). Designing an Herbarium Digitisation Workflow with Built-In Image Quality Management.
doi:10.3897/BDJ.8.e47051
- Alexis Tindall, B. K. (2011). guidance: photographing specimens in natural. Adelaide: Atlas of Living Australia.
- Alonso Saharahui de Jesús-Luis, S. O.-V.-M.-S.-F. (2019). Fotogrametría: cómo crear modelos tridimensionales de bajo costo, con características realistas y fácil manipulación, para su uso en la enseñanza y el diagnóstico médico. Investigación en Educación Médica, 100-111.
- Arouna Seechurn, A. G. (2014). Protocol for Herbarium Sheets Photography. Réduit: Mauritius Sugarcane Industry Research Institute.
- Brilmyer, G. (2013). Leica Application Suite V 4.2 Imaging Manual. Ithaca: The Morea Lab.
- Davies, A. (2010). Close-up and Macro Photography. Massachusetts: Focal Press.
- Flórez-V C, Cardona-Duque J, Correa V, Ospina A (2022): Colección de artrópodos de las Colecciones Biológicas de la Universidad CES (CBUCES). v1.6. Universidad CES.
Dataset/Occurrence. <https://doi.org/10.15472/h45qke>
- Gajski, Dubravko & Solter, A. & Gasparovic, Mateo. (2016). Applications of macro photogrammetry in archaeology. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XLI-B5. 263-266. 10.5194/isprs-archives-XLI-B5-263-2016.

-Harris, K.M. and Marsico, T.D. (2017), Digitizing specimens in a small herbarium: A viable workflow for collections working with limited resources. *Applications in Plant Sciences*, 5: 1600125. <https://doi.org/10.3732/apps.1600125>

-Israel Acosta Rosado, S. A. (3 de abril de 2019). Las colecciones biológicas, tesoros que debemos conservar. Obtenido de Inecol: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/902-las-colecciones-biologicas-tesoros-que-debemos-conservar>

- Kawada, Ricardo & Buffington, Matthew. (2016). A Scalable and Modular Dome Illumination System for Scientific Microphotography on a Budget. *PLOS ONE*. 11. e0153426. [10.1371/journal.pone.0153426](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153426).

-Magnani, M. and Douglass, M. (2021). Photogrammetry and Stereophotogrammetry. In *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*, S.L. López Varela (Ed.). <https://doi.org/10.1002/9781119188230.saseas0451>

-Manasa Iyer, B. G. (2020). 3-Dimensional Scanning Using Photogrammetry. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 48-53.

-Marziali, S., & Dionisio, G. (2017). Photogrammetry and macro photography. The experience of the MUSINT II Project in the 3D digitizing process of small size archaeological artifacts. *Studies in Digital Heritage*, 1(2), 298–309. <https://doi.org/10.14434/sdh.v1i2.23250>

-Nicolás Jofré, G. R. (2019). Plataforma para Repositorios Digitales 3D de Colecciones Biológicas. *XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 428-437.

-Nieva de la Hidalga A, Rosin PL, Sun X, Bogaerts A, De Meeter N, De Smedt S, Strack van Schijndel M, Van Wambeke P, Groom Q (2020) Designing an Herbarium Digitisation Workflow with Built-In Image Quality Management. Biodiversity Data Journal 8: e47051. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e47051>

-Pau Natividad Vivó, J. C. (2010). Levantamiento arquitectónico mediante fotogrametría multimagen aplicada a las Torres de Cuarte. Jornadas de introducción a la investigación de la UPCT, 9-11.

-Prakel, D. (2007). Basics Photography: Lighting. West Sussex: AVA Publishing SA.

-Rosado, E. Q. (2015). Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería Civil. Universidad de Extremadura: Badajoz.

-Saya, J. (2018). Digitalización de una colección biológica: el Herbario de la “Reserva Natural del Puerto”, Museo Municipal de Ciencias Naturales Lorenzo Scaglia, Mar del Plata. Córdoba: Fundación ILAM.

- Simmons, J. E., & Muñoz-Saba, Y. (Eds.). (2005). Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas (pp. 288-288). Bogotá DC, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Valencia, Andres & Cano, Ruth & Melo, José. (2018). Desarrollo de un sistema de digitalización 3D usando técnicas de fotogrametría.