

Manual de uso do programa STERapp

February 29, 2024

Contents

1	Qué é STERapp?	1
2	Instalación de STERapp en Windows	2
3	Instalación do STERapp no Linux	2
4	Executar STERapp	3
5	Establecemento das preferencias	7
5.1	Calibración	8
5.2	Diámetros	9
5.3	Directorios de traballo	9
5.4	Configuración de debuxado	9
5.5	Engadir categorías novas	11
5.6	Selección de especies	11
5.7	Establecemento da configuración	11
6	Menú File	11
7	Menú Edit	15
8	Menú View ou panel lateral	16
8.1	Supervisión manual	18
8.2	Visualización dos resultados da análise da imaxe	21
9	Menú Analysis	22
10	Menú Classification	25
10.1	Entrenamento do clasificador	26
11	Menú de axuda	28

1 Qué é STERapp?

STERapp é un programa informático modular para realizar análises estereolóxicas, e permite estimar o volume dun obxecto a partir de cortes do mesmo. A distribución que tes nas mans incorpora un módulo para estimar a fecundidade dos peixes a partir da análise dixital de mostras histolóxicas dos seus ovarios (as ovas dos peixes). Chámase fecundidade dos peixes a estimación do número de ovos que se espera que un peixe solte no mar.

STERapp desenvolveuno os seguintes catro grupos de investigación galegos:

1. Centro Singular de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes (CiTIUS)¹ da Universidade de Santiago de Compostela (USC).
2. Instituto de Investigaciones Mariñas (IIM)² de Vigo, que é un centro de investigación do CSIC (Centro Superior de Investigaciones Científicas).
3. Instituto Español de Oceanografía de Vigo (IEO)³, que outro centro de investigación do CSIC.
4. Laboratorio de Informática Aplicada⁴ da Universidade de Vigo.

STERapp é un programa que se pode executar no sistema operativo Linux e Windows. Está escrito na linguaxe de programación C/C++. As imaxes das mostras histolóxicas das mostras varían moito entre especies de peixes e laboratorios nas que se realizan as preparacións. Para a súa análise automática, STERapp utiliza técnicas avanzadas de visión por ordenador e de aprendizaxe automática. Aínda así, o resultado non sempre é satisfactorio para o persoal especializado dos laboratorios de pesquerías do IIM e IEO. Polo tanto, STERapp inclúe unha interface gráfica intuitiva para visualizar, interactuar e supervisar (con posibilidade de corrección) a análise automática das imaxes antes da súa cuantificación.

STERapp traballa con tres tipos de arquivos: arquivos de imaxe, arquivos XML (*eXtensible Markup Language*) e arquivos CSV (*Comma-Separated Values*). Admite os formatos de imaxe usados habitualmente como GIF, TIF, PNG, BMP, PPM, JPG, etc. Cada imaxe procesada xera un arquivo XML, o cal contén o contorno exterior e a categoría ou tipo de cada ovocito ou célula recoñecida (manual ou automaticamente). Os arquivos XML é un formato de arquivo de texto utilizado habitualmente na informática para intercambio de información que funciona con etiquetas (como se puxeses a información nunha táboa), e podes ver o seu contido abrindo o arquivo cun navegador. O contido dos arquivos XML pode ser superpoñerse á imaxe en calquer outro momento. STERapp almacena a información estatística da análise cuantitativa de cada imaxe nun arquivo CSV, que tamén é un formato de texto moi coñecido, que podes ver cunha folla de cálculo como LibreOffice Calc. A información que contén para cada imaxe é: número de células ou ovocitos, área e diámetro de cada célula, tipo de célula, etc.

Este manual de uso organízase nos seguintes apartados: os apartados 2 e 3 describe o proceso de instalación de STERapp para os sistemas operativos Windows e Linux respectivamente; o apartado 4 describe cómo executar a interface gráfica de STERapp. O apartado 5 describe a

¹<http://citius.usc.es/>

²<http://www.iim.csic.es/>

³<http://www.ieo.es/es/web/vigo/>

⁴<http://lia.esei.uvigo.es/projects/gonadas/index.php>

configuración das preferencias de traballo. Os apartados 6, 7 e 8 describen a funcionalidade do menú File (arquivos), Edit (editar) e View (vista), respectivamente. Nos apartados 9 e 10 hai información relativa á análise de resultados con STERapp e o proceso de clasificación. Finalmente, o apartado 11 é para o menú de axuda.

2 Instalación de STERapp en Windows

Unha vez que descargues o arquivo de instalación de STERapp (arquivo `setupSTERapp.exe`), facendo dobre click neste arquivo ábrese unha ventá de diálogo para pedir permiso para instalar un programa foráneo sobre o teu ordenador, dalle permiso premendo ó botón **si** ou **yes**, e ábrese a ventá de instalación. Preme no botón **Next** ou **seguinte** ate comezar a instalación.

A seguinte ventá permite que elixas o directorio de instalación do programa, preme no botón **seguinte** e continúa o proceso de instalación. Unha venta preguntate se queres crear unha icona do programa no escritorio. Preme no botón **seguinte** e continúa coa instalación premendo no botón **instalar** ou cancela a instalación.

Unha vez que o proceso de instalación comezou, unha ventá emerxente mostra o progreso. O proceso de instalación necesita uns poucos segundos. Se premes o botón **Cancelar**, a instalación non se realiza. Cando a instalación rematou, o sistema informate e pregunta se queres executar o programa. Preme no botón **Finalizar** e selecciona executar STERapp inmediatamente.

3 Instalación do STERapp no Linux

En Linux, hai varios tipo de paquetes, e cada distribución ten o seu formato de paquetes. A distribución de Ubuntu usa paquetes Debian (formato DEB). O arquivo `.deb/Debian` co instalador de STERapp é `sterapp_1.0_all.deb` para a versión Ubuntu 20.04.

Para instalar STERapp, ir á un terminal e cambia o directorio onde se atopa o arquivo `sterapp_1.0_all.deb` e escribe o seguinte comando: `sudo dpkg -i sterapp_1.0_all.deb` e o sistema preguntará polo contrasinal de administración.

Se a instalación che da erros debido a falta dalgúns paquetes necesarios para a instalación de STERapp, debes desinstalar STERapp co comando `sudo apt --fix-broken install`, instalar os paquetes requeridos co comando `sudo apt install nome-paquete`, e instalar STERapp de novo co comando `sudo dpkg -i sterapp_1.0_all.deb`. Entón, xa podes executar STERapp escribindo no terminal o comando: `./sterapp`.

Podes eliminar completamente STERapp do ordenador usando o comando: `sudo apt remove sterapp`.

4 Executar STERapp

Despois de instalar STERapp en Windows, premendo a icona de STERapp no escritorio que ábrese a venta principal do programa como podes ver na figura 1. Esta ventá contén unha barra de menús con varios apartados con toda a funcionalidade do programa, unha barra de ferramentas coa funcionalidade principal e o panel onde se visualizan as imaxes.

A barra de menús lista todas as funcións de **STERapp** e organízase en seis menús:



Figure 1: Vista principal do programa STERapp.

1. **File:** contén operacións básicas con arquivos como: cargar no programa imaxes ou arquivos XML, gardar os obxectos debuxados sobre a imaxe en arquivos XML, gardar os resultados estatísticos da análise da imaxe en arquivos CSV, establecer ou cargar no programa desde un arquivo as preferencias de traballo con STERapp e saír do programa.
2. **Edit:** axusta a imaxe o tamaño da ventá do programa ou visualizar a imaxe na escala orixinal.
3. **View:** amosa ou agacha o panel lateral de procesamento e análise da imaxe.
4. **Analysis:** proporciona funcionalidades para calcular resultados estatísticos a partir de varias imaxes. Esta funcionalidade non ten interés para os obxetivos educativos deste obradoiro.
5. **Classification:** proporciona funcionalidade para entrenar un clasificador ou modelo de aprendizaxe automática para especies diferentes da merluza ou pescada (que é a especie de peixe coa que foi entrenada esta versión de STERapp que tedes nas máns). Tamén permite clasificar as células recoñecidas sobre a imaxe en distintos estados de desenvolvemento das células ou ovocitos (vitelinas, alveolo corticais ou hidratadas) e se as células teñen núcleo visible ou non. Este submenú só ten importancia para o obradoiro 10: Qué é a intelixencia artificial?.
6. **Help:** proporciona información acerca da equipa de desenvolvemento.

A barra de ferramentas proporciona un acceso rápido á funcionalidade máis importante de STERapp, e contén as seguintes iconas (cando mantemos o punteiro do rato sobre algún botón

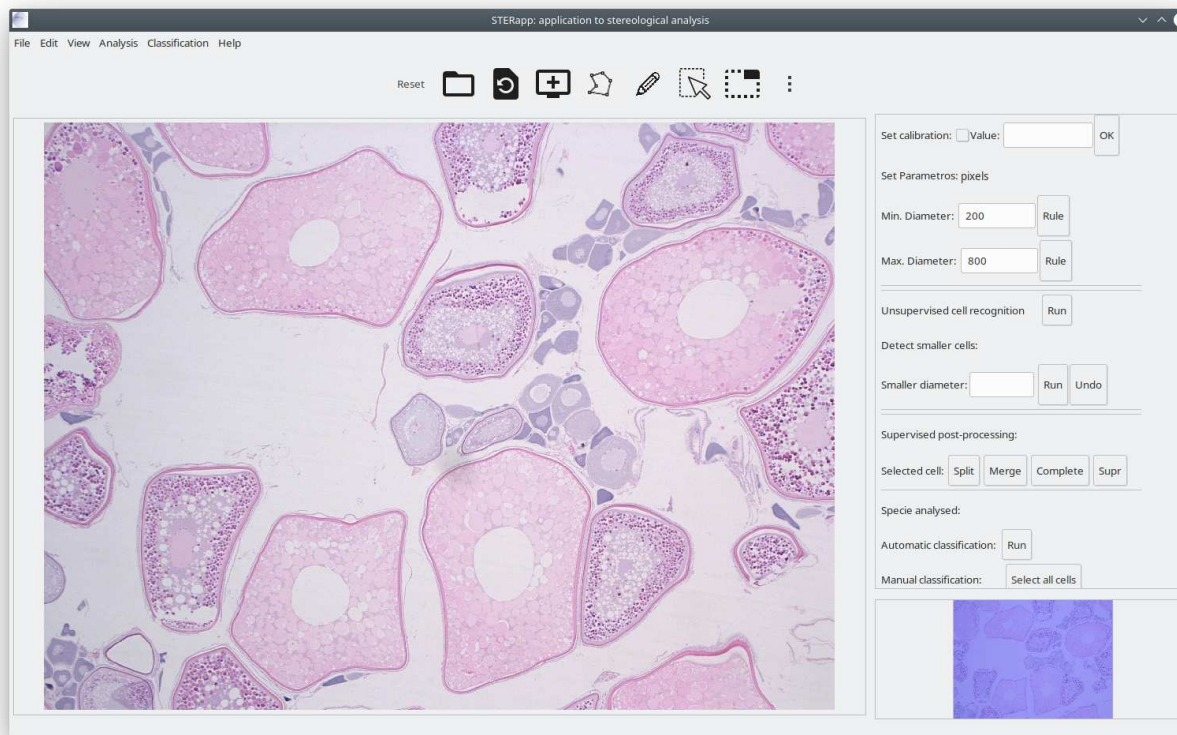


Figure 2: Ventá principal de STERapp co panel lateral despregado.

da barra de ferramentas un cacho, unha etiqueta emerxente amosa unha pequena descrición da funcionalidade da icona):

1. **Reset:** borra todos os obxectos debuxados sobre a imaxe.
2. **Open:** abre unha ventá de diálogo para seleccionar a imaxe histolóxica a cargar en STERapp (mira o apartado 6 para máis detalles).
3. **Zoom Fit:** axusta a escala da imaxe ó panel da imaxe.
4. **Original Zoom:** amosa a imaxe na súa escala orixinal.
5. **Draw by points:** seleccionar para debuxar manualmente o contorno da célula como unha colección de puntos que marcamos sobre a imaxe premendo o botón esquerdo do rato. O contorno da célula péchase cando prememos no botón central do rato (nun rato con tres botóns, e nun rato con dous botóns non funcionaría).
6. **Draw freehand:** seleccionar para debuxar unha célula a man alzada (como se debuxásemos cun lapis sobre a pantalla). Unha vez seleccionado o botón, para debuxar o contorno das células preme o botón esquerdo do rato no inicio do contorno e, mantendo o botón esquerdo do rato pulsado, mover o rato para debuxar a célula. O contorno da célula pecharase cando soltemos o botón (deixemos de premelo). O debuxado de células

manualmente soe gustar moito ó alumnado pero, para o alumnado máis novo, non é unha operación trivial a primeira vez por cuestións de psicomotricidade. Despois dun par de intentos, ya non hai ningunha dificultade e disfruta moito debuxando as células e outras fantasías.

7. **Select:** activa este botón cando desexes seleccionar unha célula debuxada sobre a imaxe. Para seleccionar células simplemente pulsa o botón esquerdo do rato co punteiro do rato dentro da célula. Cando se selecciona unha célula, o seu contorno cambia de cor. Para seleccionar máis dunha célula, mantén pulsada a tecla **Ctrl** ou tecla “Control” mentres seleccionas obxectos. Tamén podes seleccionar varios obxectos coa opción **Select with rectangle** ou seleccionar todos as células coa opción *Select all cells* no panel lateral.
8. **Select with rectangle:** activa este botón para seleccionar varios obxectos na imaxe. Para iso, pulsa o botón esquerdo do rato e, mantendoo presionado, arrastra o rato ata debuxar un rectángulo que conteña todas as células que queres seleccionar. Nese momento solta o botón do rato. As células dentro do rectángulo quedarán seleccionadas.
9. **Lateral panel:** activar este botón abre o panel lateral que amosa toda a funcionalidade para procesar e analizar a imaxe (ver o apartado 8 para a descrición dos detalles desta funcionalidade e a figura 2).

Os seguintes apartados describen a funcionalidade da interface gráfica de STERapp. Como comentamos máis arriba, o menú contén a funcionalidade relacionada co manexo de arquivos:

1. **Open image:** abre unha ventá de diálogo para cargar unha imaxe nova.
2. **Open image and XML:** abre unha ventá de diálogo para seleccionar a imaxe a cargar no programa e tamén carga o contido do arquivo XML con obxectos debuxados na imaxe, sempre que exista un arquivo XML co mesmo nome que a imaxe e con extensión XML no directorio para arquivos XML especificado nas preferencias de traballo.
3. **Open XML:** abre unha ventá de diálogo para seleccionar o arquivo XML cos contornos das células e superponos á imaxe. A persoa que estea utilizando o programa é a responsable de comprobar que ese arquivo XML se corresponde coa imaxe que xa está cargada no programa (o programa non fai esta comprobación).
4. **Save XML:** abre unha ventá de diálogo para introducir a ruta e nome do arquivo XML e garda nese arquivo os contornos das células que están debuxados sobre a imaxe. Por defecto, STERapp usa o nome da imaxe cargada no programa con extensión .xml e garda os contornos das células no directorio que se estableceu nas preferencias de traballo para o directorio XML.
5. **Export CSV:** abre unha ventá de diálogo para introducir o nome e ruta do arquivo CSV no que queremos gardar os datos estatísticos da análise da imaxe. Por defecto, STERapp usa o nome da imaxe con extensión .csv e garda os datos no directorio dos CSVs establecido nas preferencias de traballo.



Figure 3: Vista de preferencias de traballo con STERapp: configuración por defecto.

6. **Preferences:** abre unha vista para establecer as preferencias de traballo co programa (mira a figura 3): directorios onde están as imaxes, arquivos XML e arquivos CSV, cor e anchura da liñas, calibración das imaxes, especies de peixes, máximo e mínimo diámetros das células a recoñecer na imaxe e estado de desenvolvemento das células. Podedes deixar todas as opcións por defecto salvo os directorios das imaxes e arquivos porque resulta máis cómodo que, cando imos a cargar unha nova imaxe no programa, nos vaia directamente ó directorio onde temos a imaxe, sin ter que seleccionar a ruta adecuada de todas as veces que cargamos unha imaxe no programa. Se gardamos as preferencias, estarán dispoñibles para a próxima vez que traballemos co programa.
7. **Reset preferences:** elimina as preferencias do programa. Non necesitas usar esta opción para un propósito educativo.
8. **Load preferences:** permite cargar no programa as preferencias de traballo desde un arquivo XML. Tampouco necesitas utilizar esta opción no propósito educativo.
9. **Exit:** saír do programa.

O apartado 5 describe cómo realizar a configuración das preferencias de traballo en STER-app.

5 Establecemento das preferencias

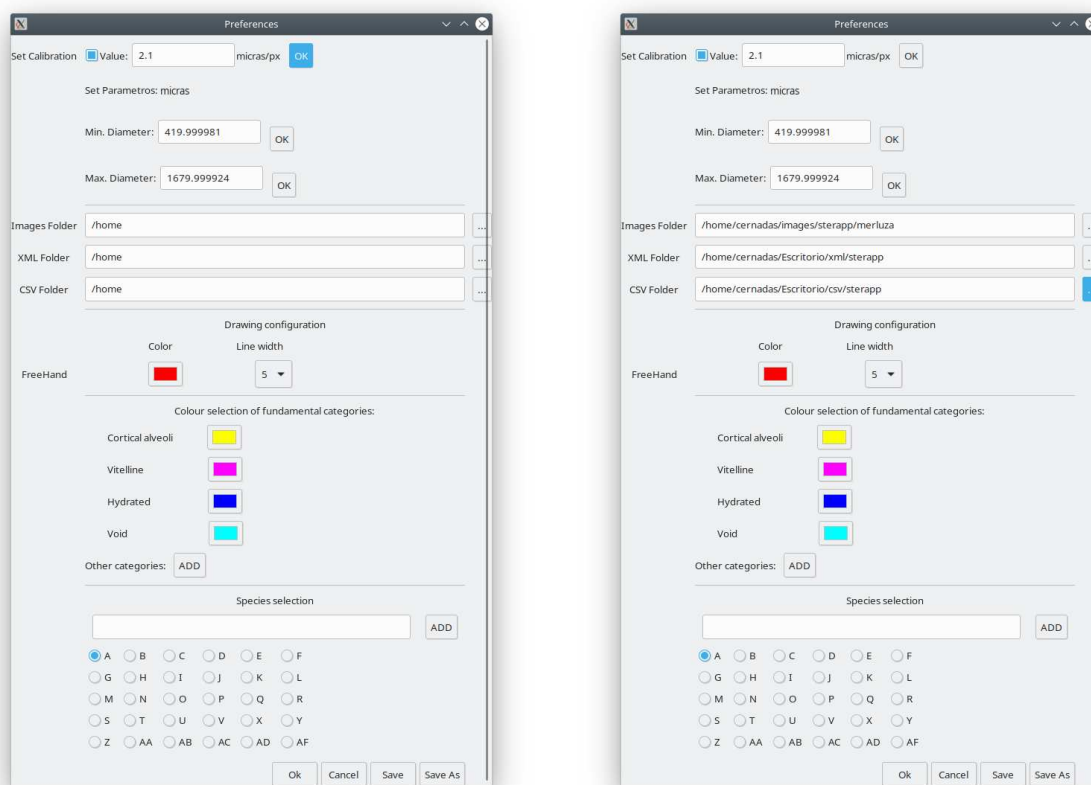


Figure 4: Establecemento de preferencias: (panel da esquerda) despois de establecer a calibración, é dicir, a relación entre os micrómetros ou micras e os píxeles; (panel da dereita) despois de establecer os directorios de traballo.

Selecciona o submenú “Preferences” no menú **File** e ábrese a ventá da figura 3, onde se poden configurar os seguintes parámetros:

1. **Calibration:** establece o tamaño (en micras) dun pixel da imaxe. Será necesario establecer este valor se queremos medir as células en unidades reais (normalmente micras para as imaxes microscópicas) na imaxe. En caso contrario, as células mídense en píxeles.
2. **Diameters:** establece o tamaño mínimo e máximo do tamaño das células que queremos recoñecer na imaxe. Estes parámetros poden establecerse en píxeles ou micras dependendo de se a calibración está activada ou non.
3. **Working directories:** establece o directorio no que temos as imaxes, arquivos XML e arquivos CSV.

4. **Drawing configuration:** establece a cor e a anchura da liña para debuxar os contornos das células sobre a imaxe.
5. **Colour selection of fundamental categories:** por defecto, STERapp só clasifica automaticamente as células en tres estados de desenvolvemento: alveolo conticais, vitelinas e hidratadas. Despois de cada un destes tipos de células e da categoría “void” (que corresponde a partes na imaxe que están fora do tecido ovario) hai un botón no que podemos establecer a cor de cada categoría. Pero, sobre todo para propósitos de investigación do persoal de pesquerías, pódense definir novas categorías de células.
6. **Species Selection:** permite definir novas especies de peixes. A versión que se distribúe co obradoiro ten configurada por defecto a especie merluza.
7. **Setting or changing configuration:** usa os botóns **Ok**, **Cancel**, **Save** e **Save As** na parte inferior da venta (Figura 3) para establecer as preferencias nesta sesión (botón **Ok**), establecer as preferencias de traballo de xeito permanente (botón **Save**), cancelar o proceso de establecemento das preferencias (botón **Cancel**) e gardar as preferencias con outro nome (botón **Save As**).

Para propósitos educativos, só é interesante configurar os directorios de traballo para establecer os directorios onde están as imaxes e arquivos XML. O resto das preferencias podes deixalas cos valores por defecto para practicamente todas as actividades propostas nos obradoiros do proxecto “A informática e a vida”.

5.1 Calibración

A calibración dunha imaxe fixaa o proceso de dixitalización da mesma, como xa explicamos nos obradoiro 7 e 8. No caso das imaxes microscópicas, unha preparación microscópica poñemolo no microscopio e observamos con distintos aumentos (esto sería se utilizásemos o microscopio de xeito manual). Para obter a imaxe dixital da preparación, conectamos unha cámara dixital entre o microscopio e un ordenador. A calibración resultante vai depender tanto dos aumentos utilizados para observar a preparación no microscopio como da resolución (número de píxeles) cos que captura as fotos a nosa cámara. Este valor de calibración que establece o tamaño real (en micras) de cada píxel é un dato que proporciona o equipo de dixitalización ou que poderíamos estimar incrustando unha escala dentro da imaxe (unha utilidade que ofrecen os microscopios).

Para establecer a calibración, activa a calibración marcando o cadro despois da etiqueta *Set Calibration* e proporciona o valor da calibración (micras por pixel) introducea despois da etiqueta *Value*, pulsando a tecla **INTRO** para actualizar o valor. Se o cadro despois da etiqueta *Set Calibration* non está marcado, considerase que as células se miden en píxeles.

Cando se establece o valor da calibración, o diámetro mínimo e máximo transfórmanse en micras de acordo coa calibración establecida, como se observa no panel esquerdo da figura 4.

5.2 Diámetros

O diámetro mínimo das células maduras é un parámetro específico para cada especie de peixe. Polo tanto, STERapp proporciona maior versatilidade no uso do programa permitindo estable-

cer o tamaño mínimo e máximo das células a recoñecer. Estes diámetros poden establecerse nas caixas *Min. Diameter* e *Max. Diameter*, respectivamente, insertando os valores dos diámetros en micras ou píxeles dependendo de se a calibración está activa ou non. Despois de escribir os valores dos diámetros, pulsa sempre as teclas “Intro” ou “Enter” ou o botón **OK** para actualizar o valor. Estes parámetros tamén se poden establecer no panel lateral, como veremos máis adiante.

5.3 Directorios de traballo

Despois das etiquetas *Images Folder*, *XML Folder* e *CSV Folder* na figura 4 podes establecer os directorios de traballo para as imaxes, arquivos XML e arquivo CSV. Pulsando no botón depois da caixa de texto, ábrese unha ventá de diálogo para elixir gráficamente os directorios (ver a figura 5).

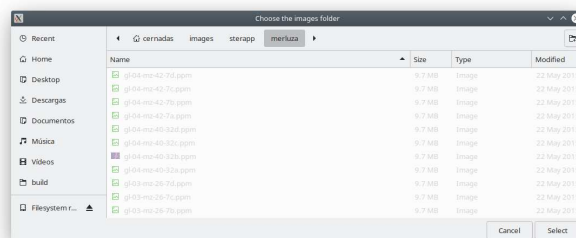


Figure 5: Ventá de diálogo para elixir un directorio.

5.4 Configuración de debuxado



Figure 6: Ventá emerxente para seleccionar a cor das liñas.

A cor e a anchura da liña para debuxar as células sobre a imaxe podes cambiala pulsando o botón de cor despois da etiqueta *FreeHand*, que abre unha ventá de diálogo para seleccionar a cor como a da figura 6. Elixer a cor desexada e preme no botón “Select”. Premendo no botón “Line width” na figura 4, ábrese un menú despregable para seleccionar a anchura en pixels da

liña. Podes cambiar a cor de cada categoría de células ou ovocitos seguindo o mesmo proceso cos botóns de cor que hai situados despois de cada categoría de células no apartado *Colour selection of fundamental categories*.

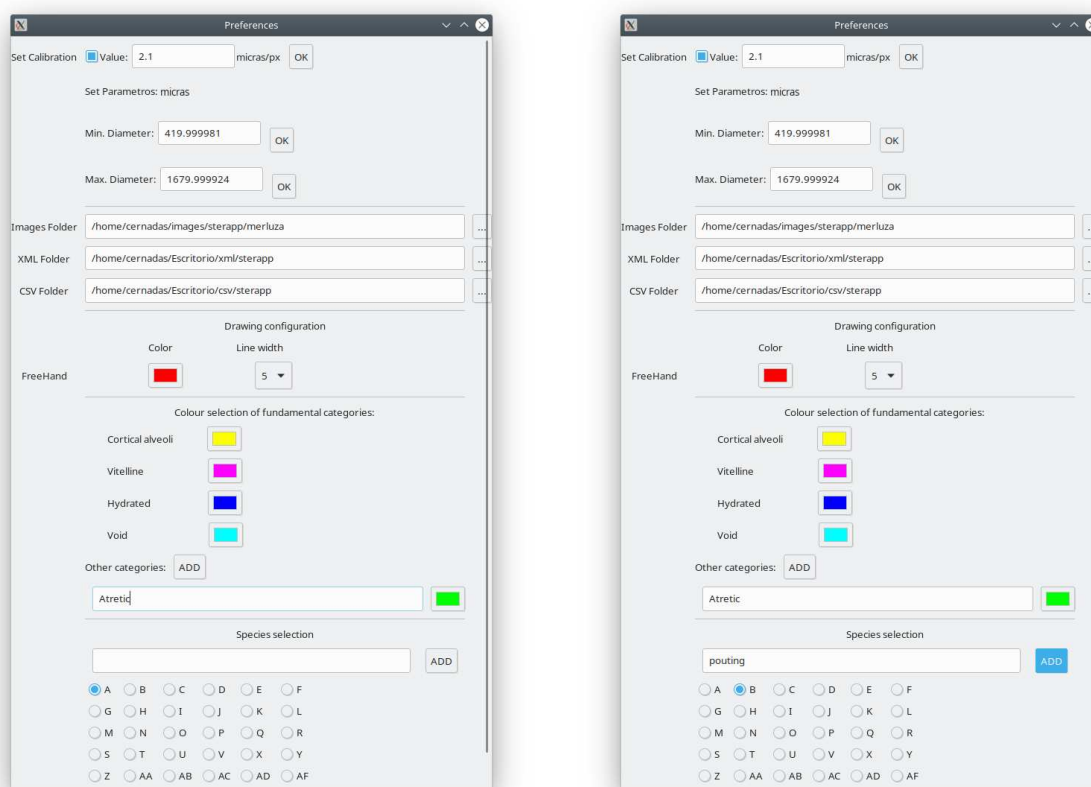


Figure 7: Establecemento de preferencias: (panel esquerdo) despois de engadir novas categorías de células; (panel dereito) despois de establecer novas especies de peixes.

5.5 Engadir categorías novas

Co botón **ADD** despois da etiqueta “Other categories” no apartado *Colour selection of fundamental categories* da figura 7, podes engadir novas categorías de células a STERapp. Como xa mencionamos, estas categorías non serán consideradas para a clasificación automática das células, pero poden ser manexadas manualmete dentro do programa, permitíndoche asignar células a estas categorías para realizar as análises estatísticas da imaxe. O panel esquerdo da figura 7 amosa, como a categoría “Atretic” foi engadida ó sistema coa cor verde.

5.6 Selección de especies

STERapp manexa un clasificador ou modelo de aprendizaxe automática para cada especie de peixe. Polo tanto, é necesario entrenar un clasificador para cada especie de peixe. Nesta versión educativa que tedes nas mans, STERapp pode manexar 30 especies de peixes diferentes. Por

defecto, incorporouse a especie Merluza ou Pescada, pero podes engadir novas especies ó sistema seleccionando un botón de radio con algún dos caracteres (B, C, D, E,), escribe o nome da especie na caixa de texto despois da etiqueta “Species selection” e preme a tecla “Intro” ou “Enter” para actualizar o cambio ou pulsa o botón **ADD** despois da caixa de texto. Este proceso crea un enlace interno entre o carácter utilizado internamente polo programa (B, C, ...) e o nome da especie, que nos permite manexar internamente a consistencia dos datos. Por defecto, o botón de radio A é para a especie European hake (*Merluccius merluccius*), popularmente coñecida como merluza ou pescada. Neste exemplo, engadimos no botón de radio B a especie Pouting (*Trispterus luscus*), coñecida popularmente como faneca, (observa o panel dereito da figura 7). Despois disto, como o botón de radio A está seleccionado, no panel lateral só se amosa a especie de peixe seleccionado, pero non o carácter asociado (ver a figura 9 despois da etiqueta “Species analysed”).

5.7 Establecemento da configuración

1. Botón **Ok**, premendo este botón establécense estas preferencias para a sesión de traballo actual.
2. Botón **Cancel**, cancela a operación de establecer as preferencias e os cambios non serán gardados.
3. Botón **Save** establece as preferencias na sesión actual e garda estas preferencias no sistema para as sesións de traballo futuras.
4. Botón **Save As** garda as preferencias no arquivo XML que selecciones. Despois podes utilizar o submenú “Load preferences” do menú “File” para cargar no sistema estas preferencias. Non necesitas utilizala no proxecto educativo.

6 Menú File

As operacións dispoñíbeis no menú **File** son: **Open Image**, **Open Image and XML**, **Open XML**, **Save XML**, **Export CSV**, **Preferences**, **Reset preferences**, **Load Preferences** e **Exit**. STERapp traballa con tres tipos de arquivos: imaxes, arquivos de texto XML (eXtensible Markup Language) e arquivos de texto CSV (Comma-Separated Values). STERapp permite abrir os formatos de imaxe máis populares, tales como: .gif, .tif, .png, .bmp, .ppm, .jpg, etc. Cada imaxe terá asociado un arquivo XML, onde se garda os contornos das células debuxadas sobre a imaxe, o seu estado de desenvolvemento e se ten núcleo visible ou non. O XML é un formato estándar de arquivos de texto que se xestiona con etiquetas. Podes abrir este tipo de arquivos cun navegador, xa que se vé moi ben como se distribúen as etiquetas e o seu contido. Este arquivo XML pode importarse desde STERapp en calquer momento e debexar o seu contido sobre a imaxe (nos somos os responsables de que o arquivo XML se corresponde coa imaxe que estamos vendo no programa, xa que STERapp non comproba isto). O CSV é tamén un formato estándar para arquivos de texto que almacena a información estatística da análise da imaxe e que podemos ver o seu contido importandoo cun programa de folla de cálculo como LibreOffice Calc.

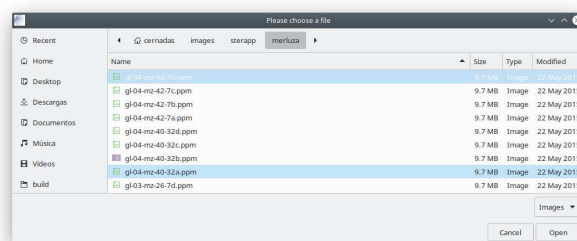


Figure 8: Ventá diálogo para seleccionar o arquivo de imaxe que queres cargar dentro do programa STERapp.

Seleccionando o submenú **Open Image** abre a ventá de diálogo da figura 8, donde podes elixir o arquivo de imaxe a cargar o programa. Por defecto, abre o directorio especificado nas preferencias para as imaxes (ver apartado 5), pero podes moverte pola árbore de directorios e seleccionar outra ruta. Elixo o arquivo de imaxe e pulsa **Open** para cargar a imaxe no STERapp. Ten tino de que a ruta non teña unha lonxitude superior a 256 caracteres ou que conteña caracteres raros (“/”, “%”, “ ”, “*”, etc) porque nestes casos o programa non funcionaría correctamente. Podes seleccionar a opción “any file” no canto de “images” (na parte inferior da ventá) para ver todos os arquivos do directorio e así seleccionar o arquivo desexado.

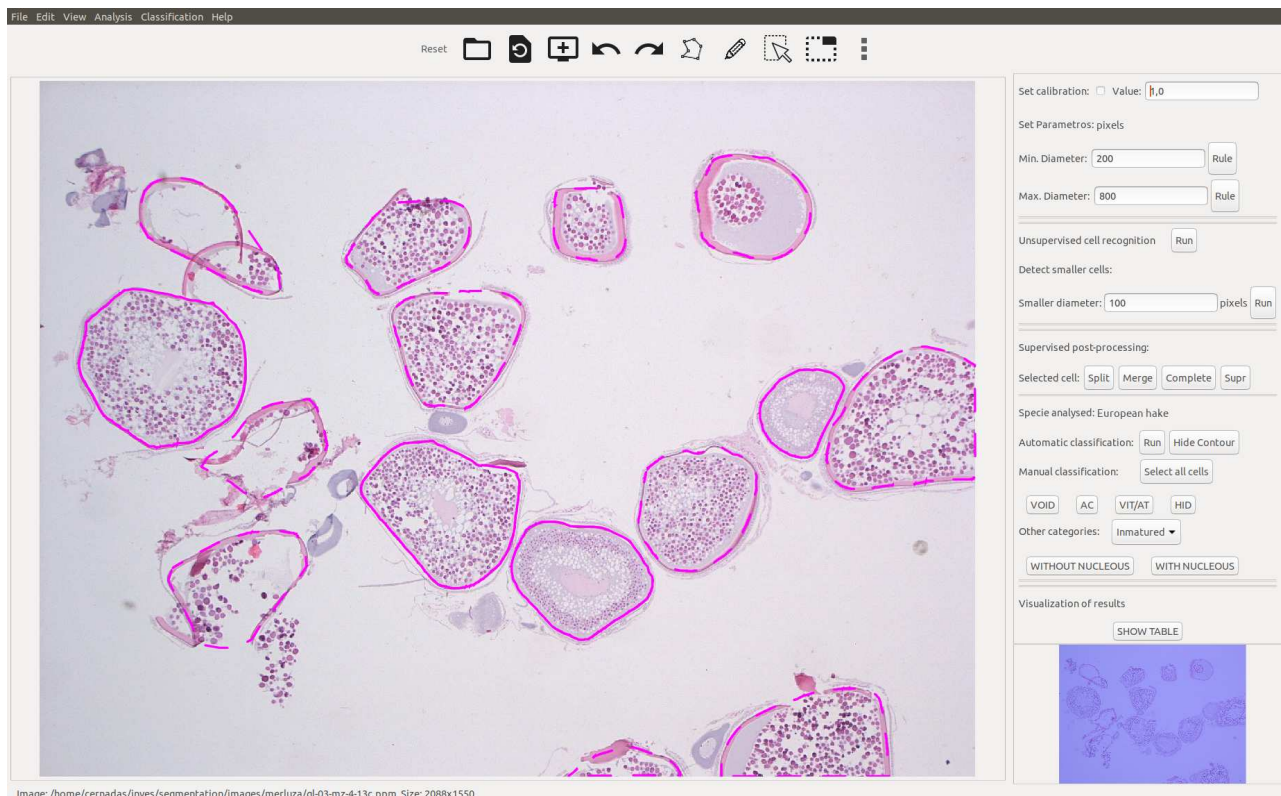


Figure 9: A imaxe seleccionada na figura 8 cargada no STERapp.

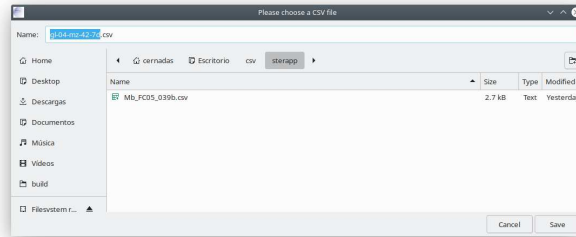


Figure 10: Ventá de diálogo para seleccionar o arquivo CSV onde se garda a análise estatística da imaxe.

	image area	Calibration	Species	ID	Diameter	Area	Stage	Visible nucleus	Count	Measure
1	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	1	272,514	58326,655	Vitelline	No	No	No
2	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	2	87,899	6068,159	Vitelline	No	No	No
3	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	3	148,814	17393,038	Vitelline	No	No	No
4	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	4	370,840	108009,710	Vitelline	No	No	No
5	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	5	561,654	247767,007	Vitelline	No	No	No
6	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	6	359,613	101568,906	Vitelline	Yes	Yes	Yes
7	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	7	118,906	11104,379	Vitelline	No	No	No
8	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	8	769,907	465550,428	Vitelline	No	No	No
9	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	9	275,047	59415,925	Vitelline	No	Yes	No
10	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	10	63,627	3179,610	Vitelline	No	Yes	No
11	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	11	437,362	150235,456	Vitelline	No	Yes	No
12	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	12	77,221	4683,420	Vitelline	No	Yes	No
13	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	13	1034,844	841083,944	Vitelline	Yes	Yes	Yes
14	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	14	725,528	413426,437	Vitelline	No	Yes	No
15	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	15	250,920	49449,326	Vitelline	No	Yes	No
16	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	16	428,596	144266,522	Vitelline	No	Yes	No
17	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	17	286,368	64408,044	Vitelline	No	No	No
18	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	18	385,768	116880,424	Vitelline	No	No	No
19	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	19	98,402	7605,044	Vitelline	No	No	No
20	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	20	248,169	48371,081	Vitelline	No	Yes	No
21	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	21	509,438	203832,386	Vitelline	Yes	Yes	Yes
22	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	22	911,027	651857,476	Vitelline	No	Yes	No
23	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	23	536,532	226089,654	Vitelline	No	Yes	No
24	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	24	235,557	43579,616	Alveolo	No	Yes	No
25	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	25	393,596	121671,889	Vitelline	No	Yes	No
26	/home/cernadas/images/sterapp/merluza/gi-04-mz-42-7d.ppm	14272522,704	2,100 European hake	26	1057,618	878511,610	Vitelline	Yes	Yes	Yes

Figure 11: Un exemplo do arquivo CSV da imaxe da figura 9 importado con LibreOffice Calc.

A figura 9 amosa a ventá principal de STERapp con unha imaxe cargada e supepoñendo os contornos das células maduras na mesma. Cando se carga unha imaxe, o panel lateral ábrese e a barra de estado que está na parte inferior da ventá principal amosa o nome da imaxe e o seu tamaño en píxeles (ancho por alto). Se a imaxe xa se analizou no pasado e se gardou o arquivo XML, podes importar o contido dese arquivo seleccionando o submenú **Open XML**. Abre unha ventá para seleccionar o arquivo XML e debuxa os contornos de dito arquivo sobre a imaxe, tal como podes ver na figura 9. Como xa dixen, é a túa responsabilidade seleccionar o arquivo XML que se corresponde coa imaxe que tes cargada no programa, xa que STERapp non comproba esta coincidencia. Utilizando o submenú **Open Image and XML** abre a ventá da figura 8 para seleccionar unha imaxe, e despois STERapp comprobará automaticamente se no directorio para os arquivos XML especificado nas preferencias existe un arquivo co mesmo nome que a imaxe, pero con extensión XML. En caso afirmativo, STERapp abre o arquivo e superpón os contornos das células na imaxe (ver figura 9).

Unha vez que xa debuxaches (automática ou manualmente) os contornos das células sobre a imaxe e realizaches a análise da imaxe, podes abrir o submenú **Export CSV** para abrir a

ventá da figura 10 e seleccionar o nome dun arquivo (por defecto será o nome da imaxe con extensión csv). Este arquivo CSV almacena os resultados estatísticos da análise da imaxe. En concreto, este arquivo conté a seguinte información:

1. A ruta da imaxe.
2. A calibración.
3. A especie do peixe.
4. Para cada célula contén información sobre á área, diámetro, estado de desenvolvemento, a presenza ou ausencia de núcleo visible, se a célula será usada na análise estatística ou non (iste é un parámetro importante para o cálculo da fecundidade pero non ten importancia para os obxetivos educativos).

A información dos arquivos CSV podes importala a unha folla de cálculo como LibreOffice Calc⁵, tal como se pode ver na figura 11, ou en Microsoft Excel. Con esta información o personal de pesquerías estima a fecundidade, que é a cantidade de ovos que o peixe expulsa ó mar.

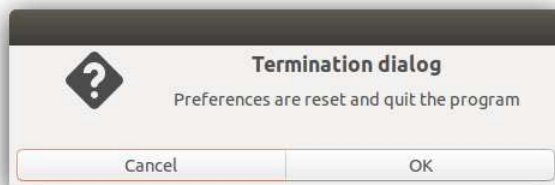


Figure 12: Ventá emerxente amosada cando se resetean as preferencias.

A operación **Reset preferences** borra todas as preferencias previamente establecidas e mostra a mensaxe da figura 12. O programa pecha a ventá e borra as preferencias se pulsas o botón **OK** e non fai nada se pulsas o botón **Cancel**. Podes tamén borrar as preferencias manualmente. O arquivo de preferencias, chamado **preferences.xml**, e a configuración dos clasificadores para cada especie de peixe está situado no directorio **.govocitos** da ruta fogar. En Windows, esta ruta é habitualmente **C:\users\myUserName** ou **C:\usuarios\myUserName** onde **myUserName** é o nome de sesión donde o programa se instalou no ordenador. Borrando este directorio **C:\users\myUserName\govocitos**, borranse todas as preferencias. En Linux, o directorio fogar é **/home/myUserName**.

A selección do submenú **Load preferences** abre a ventá diálogo para seleccionar o arquivo XML de preferencias (**preferences.xml** para cargar no sistema).

7 Menú Edit

Todos os submenús do menú **Edit** están dispoñibles na barra de ferramentas (ver apartado 4). Estas funcionalidades son: **Fit Image** e **Original Size**.

⁵<https://www.libreoffice.org/discover/calc/>

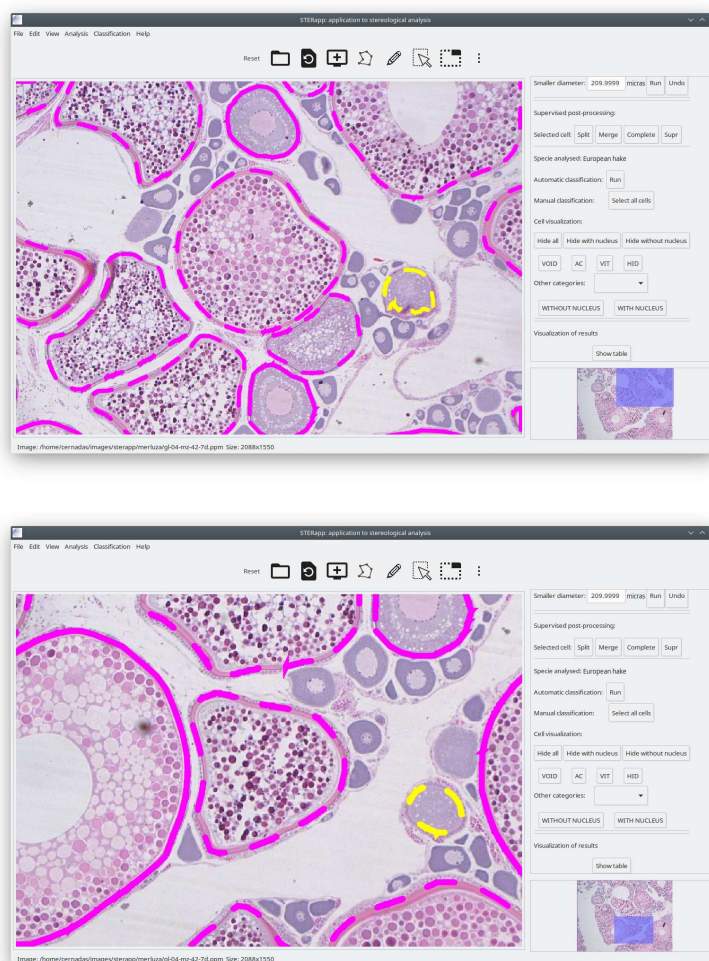


Figure 13: Un exemplo da funcionalidade de zoom en STERapp.

Fit Image axusta a imaxe ó panel de imaxe de STERapp e **Original Size** visualiza a imaxe no seu tamaño orixinal. O zoom da imaxe (os aumentos coa que a vemos dentro do programa) podes cambialo movendo o botón roda do rato (normalmente o botón central) cara arriba ou cara a baixo para aumentar ou disminuir a zoom da imaxe (os aumentos cos que vemos a imaxe dentro do panel de imaxe). A porción de área que se vé na ventá da imaxe vese iconizada na parte inferior do panel lateral, como se observa na figura 13. Mantendo o zoom, podes moverte a outra parte da imaxe de dúas formas: 1) premendo simultaneamente os botóns esquerdo e dereito do rato sobre o panel da imaxe e desprazando a área visible; ou 2) premendo o botón esquerdo do rato sobre o cadró azul na imaxe iconizada do panel lateral e desprazando ese cadrado. En ambos casos, a área visible na ventá de imaxe e a imaxe iconizada do panel lateral están sincronizadas. Os contornos das células debuxadas sobre a imaxe tamén se actualizan cando aumentamos ou disminuímos o zoom ou cando nos desprazamos na imaxe.

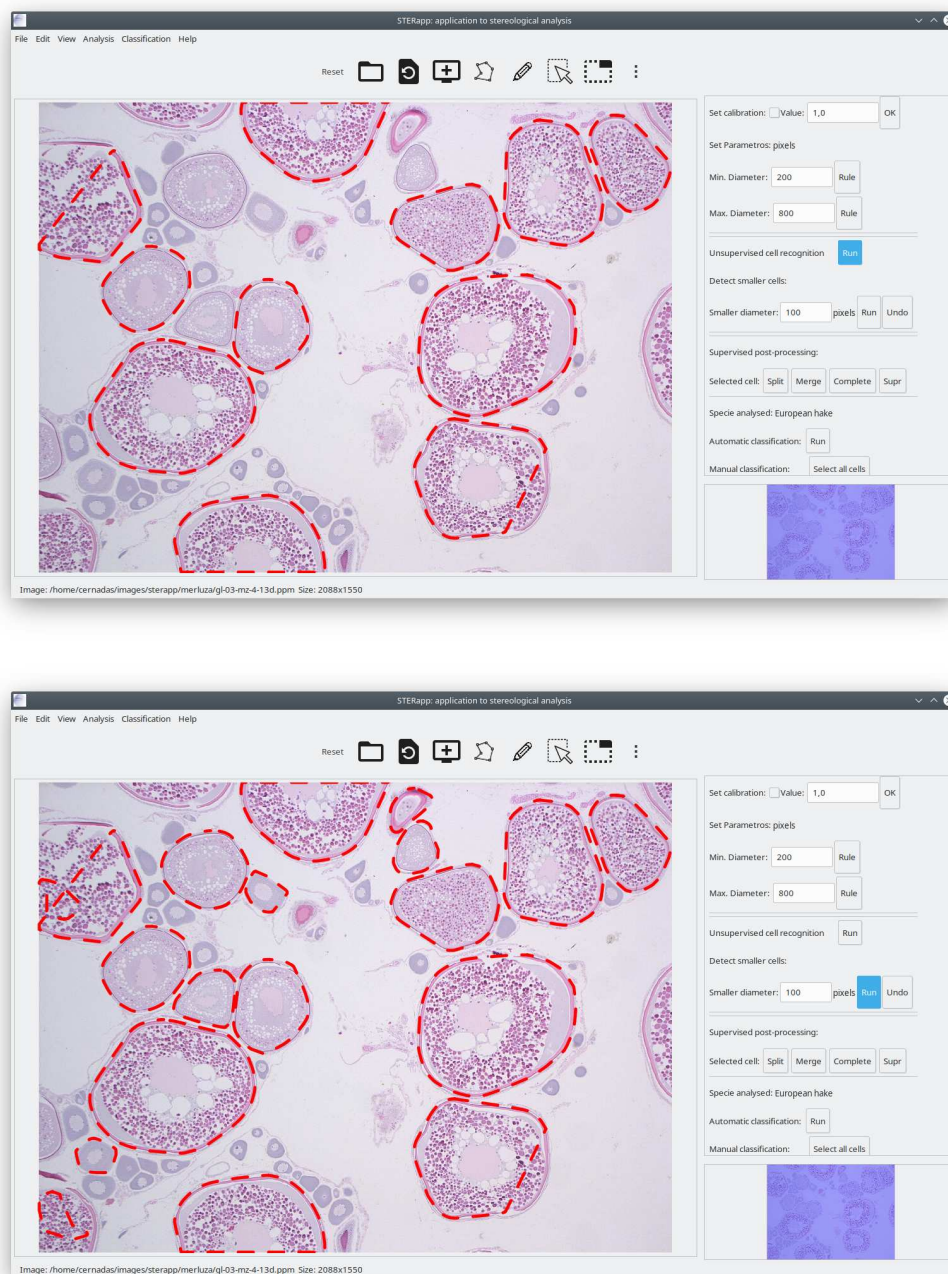


Figure 14: Saía observada despois de procesar automaticamente a imaxe histolóxica da gónada dun peixe (panel superior) e saía automática despois de procesar coa opción “detect smaller cells” (panel inferior).

8 Menú View ou panel lateral

O panel lateral é o camiño máis simple para visualizar e manexar as operacións necesarias para procesar e analizar unha imaxe. Contén funcionalidades que xa vimos noutros apartados como: **Calibration** ou **Diameters**. A opción **Diameters** no panel lateral tamén proporciona unha

ferramenta para introducir os valores de ambos diámetros (o mínimo e máximo) gráficamente: o botón **Rule** permite medir un obxeto sobre a imaxe para asociarlle a algún dos diámetros. Para iso seguimos os seguintes pasos:

1. Activa o botón **Rule** situado despois dalgún dos diámetros (Min. diameter ou Max. diameter).
2. Pulsa o botón esquerdo do rato e, co botón presionado, arrastra o rato. Verás que se vai debuxando unha recta. Cando deixas de premer ese botón esquerdo, a lonxitude desa liña asignarase o valor do diámetro. Se o diámetro mínimo é maior que o diámetro máximo ou o diámetro máximo é menor que o diámetro mínimo, o programa non actualiza o valor dos diámetros. O valor dos diámetros actualizarase en micras ou píxeles dependendo de se a calibración está activa ou non.

Cando se modifica a calibración ou diámetros, bórranse os contornos debuxados sobre a imaxe. Outras funcionalidades no panel lateral son:

1. **Unsupervised cell Recognition** procesa automaticamente a imaxe usando visión por ordenador e amosa as células recoñecidas superpostas a imaxe. Premendo o botón **Run** e despois duns cuantos segundos (ou un minuto, dependendo da velocidade do ordenador) aparecen as células recoñecidas debuxadas sobre a imaxe, tal como se ve no panel superior da figura 14. Só visualiza as células cuxo diámetro está dentro do rango de diámetros especificado [diámetro mínimo, diámetro máximo].
2. **Detect smaller cells** podes usar esta opción para recoñecer células máis pequenas do diámetro mínimo (parámetro que fixas nas preferencias de traballo ou no propio panel lateral). Non ten sentido usar esta opción se antes non se executou a opción **Unsupervised cell Recognition**. Despois da etiqueta “smaller diameter” no panel lateral, podes establecer o diámetro mínimo que usa neste novo procesamento $d_{smaller}$ (células con diámetro menor que este valor non se mostrarán), e pulsa a tecla “Enter” para actualizar o valor. Premendo o botón **Run** que está a continuación, STERapp reconece automaticamente as células no intervalo $[d_{smaller}, \text{diámetro mínimo nas preferencias}]$, asegurando que as novas células non se superpoñen coas que xa estan na imaxe. Se o resultado prodúcese moitas células erróneas ou non é adecuado, podes desfacer este procesamento pulsando o botón **Undo**. Pero este procesamento en dous pasos pode levarnos a detección automática de menos células erróneas, dependendo das características das células nunha imaxe particular, porque nos permite unha revisión intermedia. O panel inferior da figura 14 mostra un exemplo da detección de células cando se utiliza esta opción cos valores $d_{smaller} = 100$ e diámetro mínimo 200 pixels.
3. **Supervised post-processing**, neste bloque hai ferramentas para axudar a supervisión dos resultados dos algoritmos de análise automática de imaxes. O seu funcionamento detállase no apartado 8.1.
4. **Classification utilities**, engloba un conxunto de funcionalidades para manexar a asignación manual de categorías ás células debuxadas sobre a imaxe. O seu funcionamento detallado descríbese no apartado 10.

5. **Visualization of results**, premendo no botón **Show Table** na parte inferior da ventá principal ábrese unha táboa con información da análise da imaxe. Para cada célula amósase a seguinte información: diámetro, área, estado de desenvolvemento, presenza de núcleo, se a célula se ten que contar ou non e se a célula se ten que medir ou non. Mira o apartado 8.2 para máis detalles.
6. **Imaxe iconizada**, na parte inferior do panel lateral hai unha miniatura da imaxe cargada no STERapp. Esta miniatura permíte ver en que parte da imaxe estou cando, na ventá da imaxe, vexo só unha zona, e que se marca cun rectángulo azul sombreado. O tamaño e posición deste rectángulo depende do zoom utilizado, como se observa na figura 13.

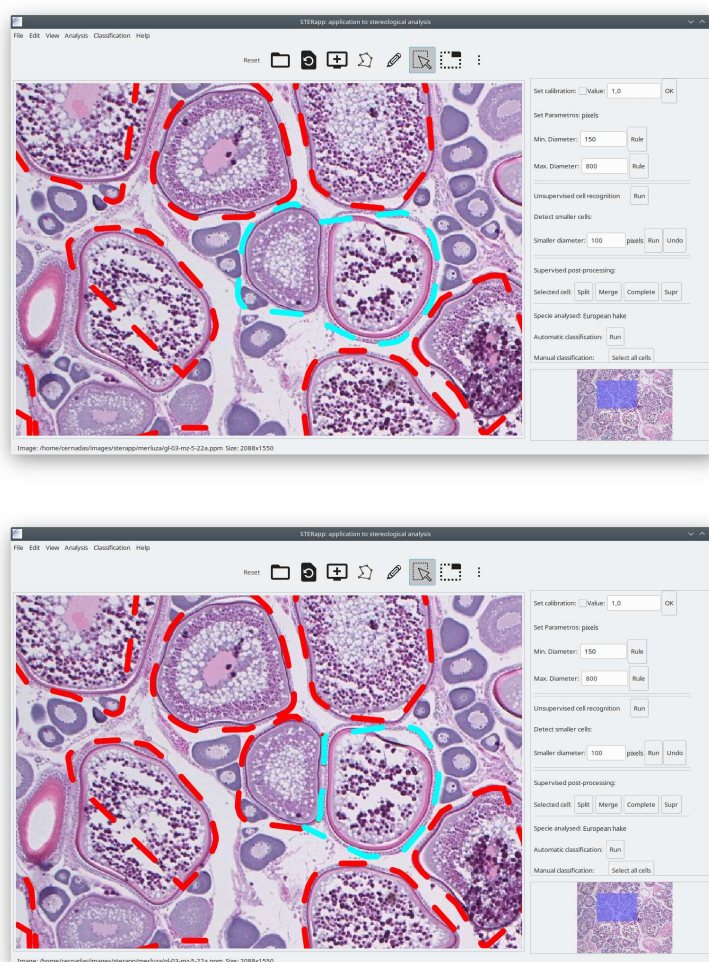


Figure 15: Operación de división (botón **Split** no panel lateral) para dividir en dúas partes o obxecto seleccionado (azul claro no panel superior).

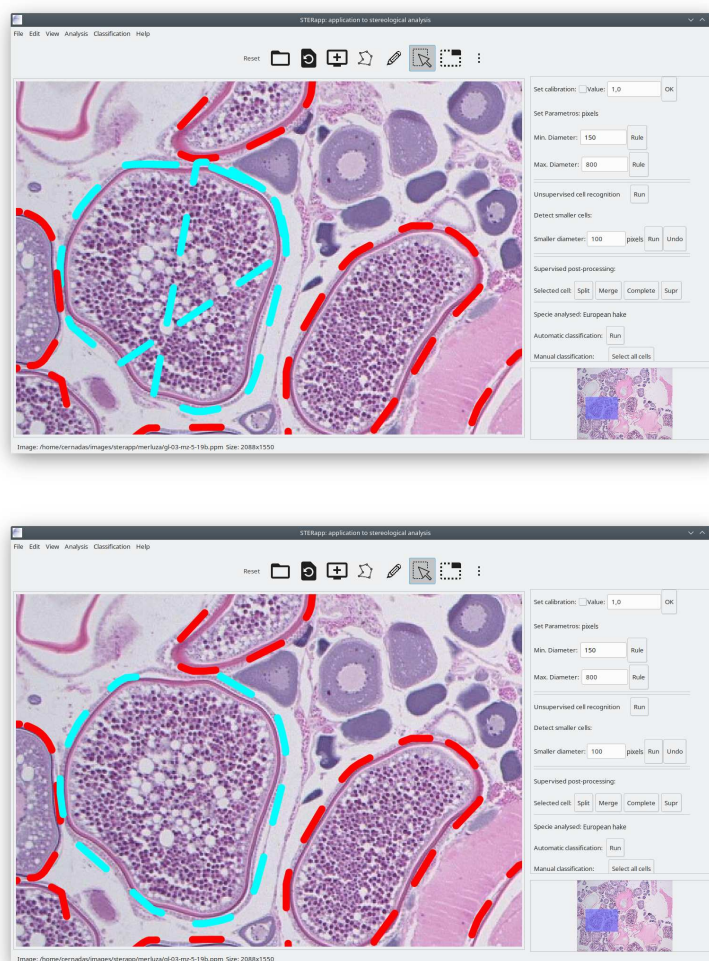


Figure 16: Operación de unión (botón **Merge** no panel lateral) para xuntar varias células seleccionadas en unha única célula. Os obxectos seleccionados a unir están en cor azul claro no panel superior.

8.1 Supervisión manual

Como podes ver, estas imaxes son moi complexas e os métodos automáticos de visión por ordenador moitas veces non proporcionan un recoñecemento de células satisfactorio (ver figura 14) para que o persoal especializado do ámbito pesqueiro poida estimar a fecundidade (estimación do número de ovos que un peixe vai expulsar o mar). Neste caso, o software STERapp ofrece unha interface gráfica intuitiva que lles permita correxir eses resultados antes de exportar os cálculos de fecundidade. O persoal experto pode modificar o contorno, engadir e borrar células erróneas. Para engadir unha célula manualmente tes que activar a ferramenta de debuxado na barra de ferramentas (botón cun lapis) e debuxar o contorno da célula co rato como xa explicamos. Para borrar unha ou mais células, hai que activar o botón de seleccionar obxectos na barra de ferramentas. Unha vez que os obxectos están seleccionados, tes que pulsar a tecla **Supr** ou o botón **Supr** no panel lateral. Para seleccionar células, preme no botón **Select cells**

na barra de ferramentas e despois fai "click" co rato dentro da célula co botón esquerdo do rato. Para seleccionar máis dunha célula sigue seleccionando células mentres mantés pulsada a tecla "Ctrl" ou "Control". Os botóns **Split**, **Merge**, **Complete** e **Supr** só se poden usar se hai unha ou máis células seleccionadas.

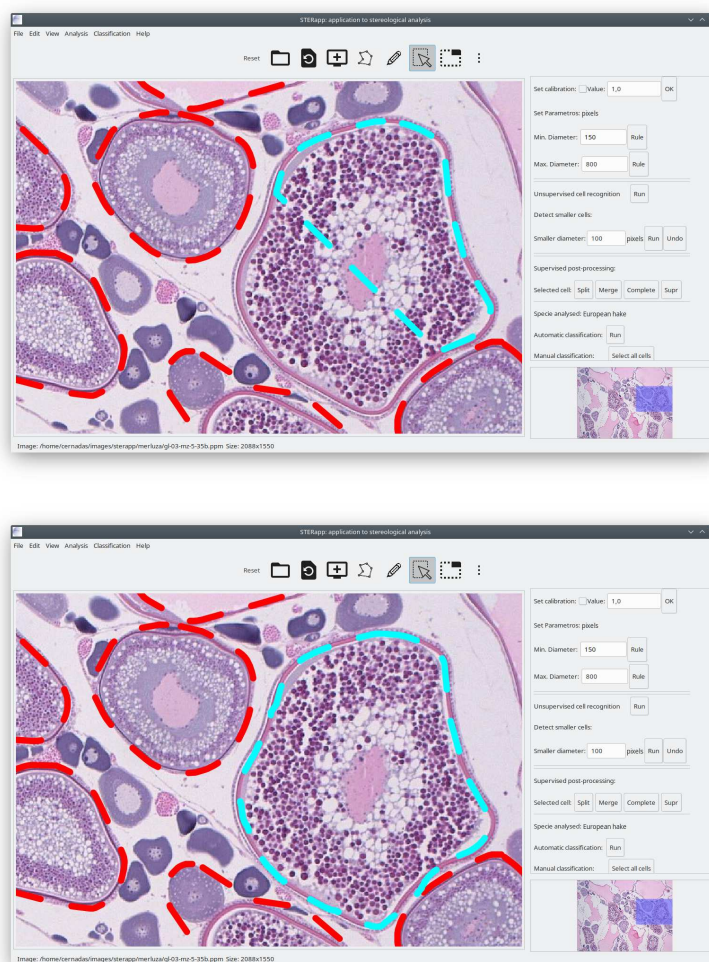


Figure 17: Resultado da operación **Complete** no panel lateral. Completa o contorno dunha célula seleccionada que foi só reconecida parcialmente (cor azul).

1. **Split**: divide o obxecto seleccionado en dous obxectos. Para facer esta operación, tes que seleccionar un obxecto sobre a imaxe, pulsar o botón **Split** (despois o botón queda activo), e debuxar unha liña ou arco sobre a célula seleccionada, premendo o botón esquerdo do rato e arrastrando. O botón **Split** desactivase o deixar de pulsar o botón esquerdo do rato. Nese momento a célula aparecerá dividida en dúas partes ou células. A figura 15 amosa dúas imaxes que representan a situación antes e despois de realizar a operación de división. Se unha das partes da división é máis pequena que o diámetro mínimo fixado no programa, esta parte elimínase automaticamente.

2. **Merge:** fusiona ou une varias células seleccionadas nunha única célula. Para realizar a operación de unión, tes que seleccionar os obxectos que queres unir (recorda que se seleccionan varios obxectos coa tecla “Ctrl”) e pulsa o botón **Merge** no panel lateral. Podes ver que as células seleccionadas desaparecen da ventá da imaxe e débúxase unha única célula, que engloba todos os obxectos seleccionados. A figura 16 mostra un exemplo antes e despois da operación de unión.
3. **Complete:** úsase cando STERapp recoñece unha célula parcialmente. Esta funcionalidade permite completar o debuxado da célula cun arco. Para isto, selecciona a célula incompleta, pulsa o botón **Complete** no panel lateral (o botón permanece activo) e debuxa un arco co rato para completar a célula seleccionada. Cando deixes de pulsar o botón esquerdo do rato, a célula aparece completa e o botón **Complete** desactivado. Mira un exemplo na figura 17.
4. **Supr:** permite borrar unha célula ou conxunto de células. Selecciona unha célula ou conxunto de células e pulsa o botón **Supr** para eliminar as células seleccionadas. Tamén podes facer esta operación pulsando a tecla “Supr” do teclado.

8.2 Visualización dos resultados da análise da imaxe

Premendo o botón **Show Table** do panel lateral ábrese unha táboa na parte inferior da ventá principal (mira a figura 18) que amosa información sobre as células debuxadas sobre a imaxe. Estes datos son o diámetro, área, estado de desenvolvemento, se a célula ten núcleo visible ou non, ou se esa célula ten que ser contada e medida ou non (datos específicos para que as persoas da bioloxía poidan facer os cálculos da fecundidade). Podes seleccionar unha célula na imaxe (resaltada en cor azul claro con esta configuración de cores) e a fila da táboa contendo a información relativa a esa célula tamén se activa en azul claro (como podes ver na parte superior da figura 18). De xeito inverso, tamén podes seleccionar unha fila da táboa e a correspondente célula na ventá da imaxe aparecerá seleccionada en cor azul claro, como podes ver na parte inferior da figura 18. A información que se visualiza na táboa podes exportala a un arquivo CSV, como se describe no apartado 6.

9 Menú Analysis

Esta opción non necesitas utilizala para os obxetivos educativos, pero é importante para a investigación en pesquerías. Ten unha única función que é o submenú **XML files** que permite xerar información estatística de varios arquivos XML (e polo tanto imaxes) conxuntamente. Cando seleccionas o submenú **XML files** ábrese a ventá emerxente mostrada na figura 19. Nesta venta, podes seleccionar os arquivos XML que queres considerar para esa análise conxunta. Para realizar esta operación, as imaxes implicadas xa foron analizadas e as análises foron gardadas en arquivos XML.

Na figura 19, o directorio para os arquivos XML que aparece na primeira liña será o directorio especificado nas preferencias para conter os arquivos XML. Pero, podes cambialo pulsando o botón con tres puntos que hai na parte dereita. A continuación, pulsa o botón **Click to**

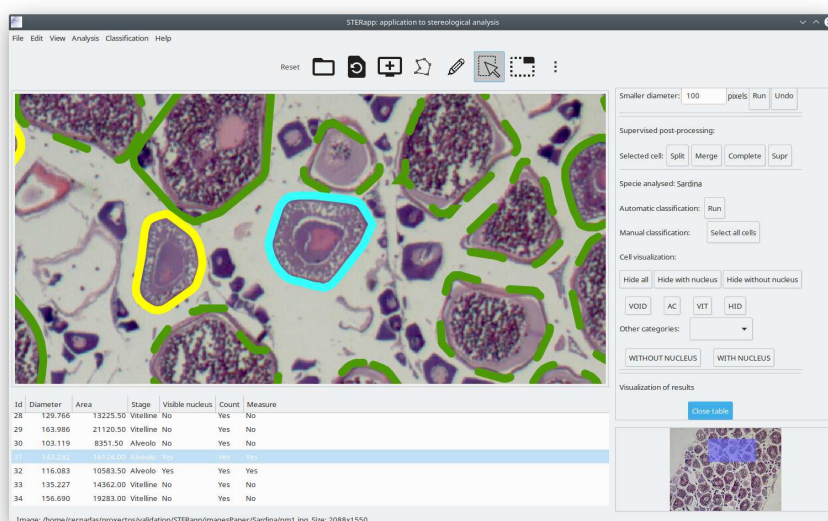
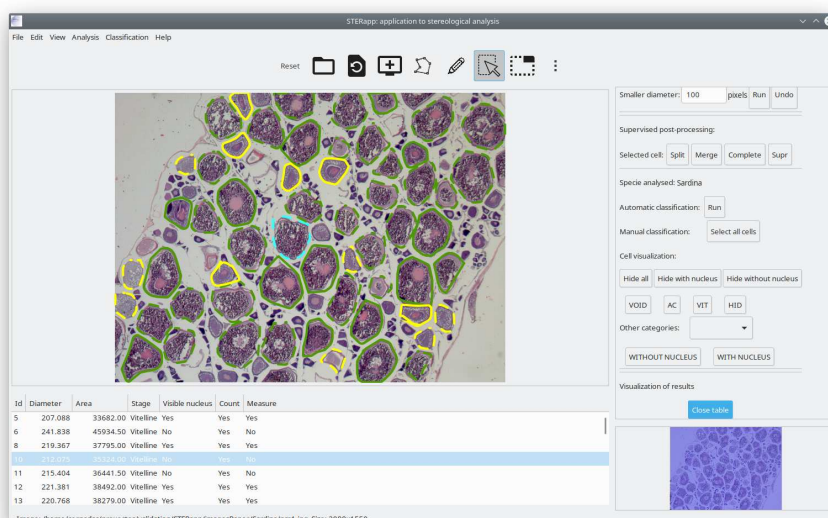


Figure 18: Visualiza a información de análise da imaxe na táboa inferior ó premer o botón **Show Table** no panel lateral. O contorno azul é a célula seleccionada.

select files, que abre a ventá da figura 20 para seleccionar os arquivos XML que queres incluír na análise. Para seleccionar máis dun arquivo segue as convencións doutros programas de ordenador. Para seleccionar arquivos contiguos, pulsa co botón esquerdo do rato no nome do primeiro arquivo e, mantendo pulsada a tecla **Alt**, pulsa no nome do último arquivo. Para seleccionar arquivos que non son contiguos, pulsa co botón esquerdo do rato sobre un arquivo e, mantendo pulsada a tecla **Ctrl**, pulsa co rato sobre os nomes dos arquivos que queiras incluír. Unha vez que xa fixeches a selección de arquivos, preme o botón **Select** e, os arquivos seleccionados aparecerán na caixa de texto debaixo do botón **Click to select files**, como se pode observar na figura 21. Para finalizar, pulsa no botón **Export CSV** para seleccionar o

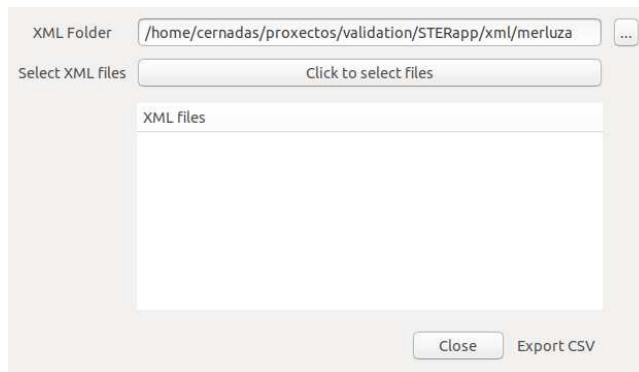


Figure 19: Ventá de diálogo que se abre cando se selección o submenú **XML File** do menú **Analysis**.

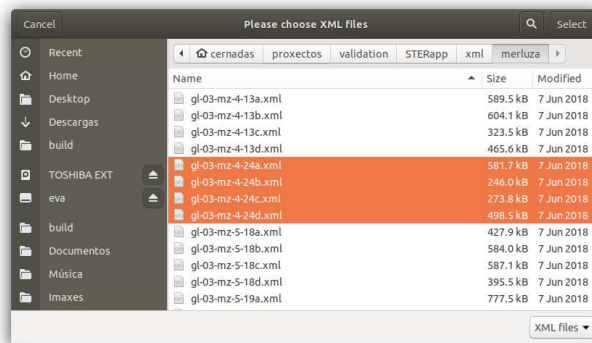


Figure 20: Ventá diálogo para seleccionar os arquivos XML a incluír na análise conxunta.

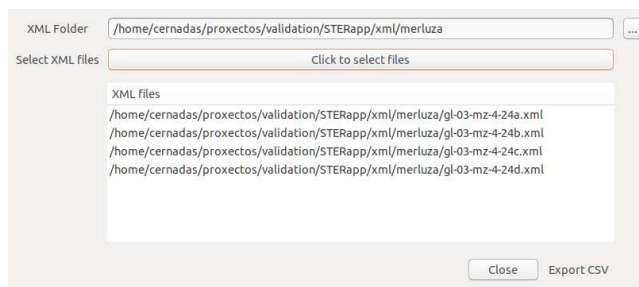


Figure 21: Ventá ó seleccionar o submenú **XML File** do menú **Analysis** e despois de seleccionar os arquivos XML a utilizar na análise conxunta.

nome do arquivo CSV no que se vai gardar a análise estatística conxunta dos arquivos XML seleccionados. A figura 22 amosa un exemplo do arquivo CSV xerado e aberto co LibreOffice Calc. Se premes o botón **Close** cancelas o proceso de exportación da información ó arquivo CSV e pecha esta ventá. A operación de xeración do arquivo CSV pode requirir algúns segundo ou minutos, dependendo da cantidade de arquivos XML que se estean analizando.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Image	image area	Calibration	Species	ID	Diameter	Area	Stage	Visible nucleus	Count	Measure
2	G:\Mb Govocitos\Mb_F0813_043a.tif	87911556,324	4,320	Granadero	14	1316,462	1361151,583	Vitelline	Yes	Yes	Yes
3	G:\Mb Govocitos\Mb_F0813_043a.tif	87911556,324	4,320	Granadero	52	611,981	294147,441	Alveolo	No	Yes	No
4	G:\Mb Govocitos\Mb_F0813_043a.tif	87911556,324	4,320	Granadero	55	1327,274	1383602,452	Vitelline	Yes	Yes	Yes
5	G:\Mb Govocitos\Mb_F0813_043a.tif	87911556,324	4,320	Granadero	59	678,261	361313,424	Alveolo	No	Yes	No
6	G:\Mb Govocitos\Mb_F0813_043a.tif	87911556,324	4,320	Granadero	236	584,505	268328,009	Alveolo	No	Yes	No
7	G:\Mb Govocitos\Mb_F0813_043a.tif	87911556,324	4,320	Granadero	275	451,815	160328,691	Alveolo	No	Yes	No
8	G:\Mb Govocitos\Mb_F0813_043a.tif	87911556,324	4,320	Granadero	404	511,008	205090,461	Vitelline	No	No	No
9	G:\Mb Govocitos\Mb_F0813_043a.tif	87911556,324	4,320	Granadero	406	317,561	79203,232	Alveolo	No	Yes	No
10	G:\Mb Govocitos\Mb_F0813_043a.tif	87911556,324	4,320	Granadero	407	2079,680	3396902,324	Hydrated	No	Yes	No
11	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	24924149,371	1,483	Granadero	70	703,907	389152,943	Vitelline	Yes	Yes	Yes
12	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	24924149,371	1,483	Granadero	73	458,539	165136,058	Alveolo	Yes	Yes	Yes
13	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	24924149,371	1,483	Granadero	86	505,865	200983,156	Vitelline	No	Yes	No
14	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	24924149,371	1,483	Granadero	156	122,898	11862,562	Vitelline	No	No	No
15	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	24924149,371	1,483	Granadero	157	163,890	21095,839	Vitelline	No	No	No
16	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	24924149,371	1,483	Granadero	158	304,513	72828,571	Alveolo	Yes	Yes	Yes
17	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	24924149,371	1,483	Granadero	160	276,547	60065,764	Alveolo	No	Yes	No
18	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	24924149,371	1,483	Granadero	162	363,960	104039,245	Vitelline	Yes	No	No
19	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	19219220,743	1,302	Granadero	1	752,471	444702,897	Vitelline	Yes	No	No
20	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	19219220,743	1,302	Granadero	6	410,599	132411,546	Alveolo	Yes	Yes	Yes
21	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	19219220,743	1,302	Granadero	8	820,241	528412,076	Vitelline	No	Yes	No
22	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	19219220,743	1,302	Granadero	9	455,472	162934,544	Vitelline	No	Yes	No
23	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	19219220,743	1,302	Granadero	12	383,946	115779,051	Alveolo	No	Yes	No
24	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	19219220,743	1,302	Granadero	39	719,371	406439,597	Vitelline	No	Yes	No
25	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	19219220,743	1,302	Granadero	40	342,487	92125,020	Alveolo	No	Yes	No
26	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	19219220,743	1,302	Granadero	42	226,502	40293,307	Vitelline	No	Yes	No
27	/home/cernadas/proyectos/validation/STERapp/imagesPa	19219220,743	1,302	Granadero	44	272,784	58442,162	Alveolo	No	Yes	No

Figure 22: Un exemplo de arquivo CSV da análise de varios arquivos XML aberto co programa LibreOffice Calc.

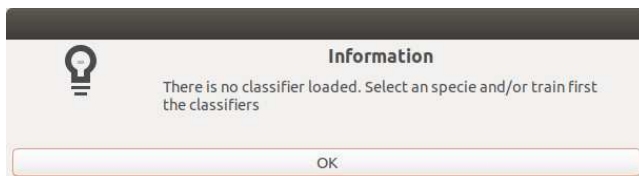


Figure 23: Ventá emerxente informando que o clasificador non foi entrenado para a especie considerada.

10 Menú Classification

O menú classification ten dous submenús: **Classify** e **Train classifier**, que se describen a continuación.

O persoal experto de pesquerías clasifica as células observadas na imaxe microscópica (histolóxica) da gónada do peixe en base a dous criterios: 1) o estado de desenvolvemento no que se atopa o ovo, que chamamos “Stage”; e 2) se o ovo ten o seu núcleo visible ou non na imaxe, que chamamos “Classes”. O ovo é máis ou menos un corpo esférico (pensemos no ovo dunha galiña).

En termos coloquiais, para o cálculo da fecundidade do peixe, que é a estimación do número de ovos que vai expulsar o mar, necesítase contar o número de ovos en cada estado de desenvolvemento ou maduración dentro da imaxe e medir o diámetro dos ovos. Para que esta medida sexa fiable só debemos considerar os ovos que teñen o núcleo visible, xa que son os que se cortan polo medio. Pensade nun ovo de galiña, no que verás a xema cando cortes o

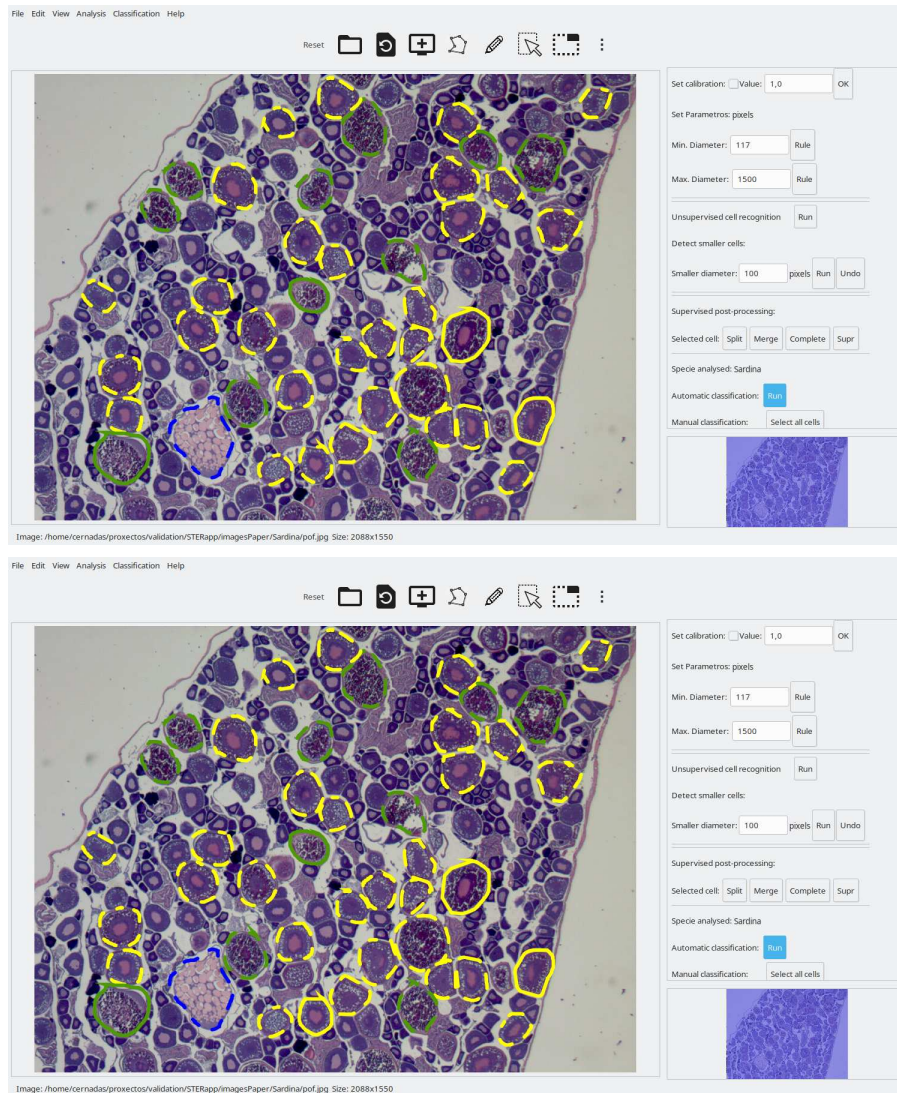


Figure 24: An example of oocytes classified manually by expert (upper panel) and after applying the classifier (lower panel).

ovo máis ou menos pola metade. Unha vez que seleccionas unha célula ou conxunto de células, podes manualmente establecer se ten núcleo visible ou non pulsando os botóns do panel lateral: **WITHOUT NUCLEOUS** (para establecer que non ten núcleo visible) ou **WITH NUCLEOUS** (para establecer que ten núcleo visible). O contorno das células con núcleo visible é unha liña continua e o das que non teñen núcleo visible unha liña discontinua. As células que están cortadas no borde da imaxe aparecen todas con liña discontinua xa a medida do seu diámetro non sería fiable.

A células reproductoras poden estar en diferentes estados de desenvolvemento dentro do mesmo ovario e a mesma sección ou corte dependendo da especie de peixe. Estes estados de maduración ou desenvolvemento son: alveolo corticais, vitelinas, atrésicas, hidratadas, de crecemento primario, etc. A clasificación automática realízase con técnicas de intelixencia artificial,

especificamente con técnicas de aprendizaxe automática, que necesitan aprender a facer as tarefas de asignar unha célula a un estado de maduración e identificar se ten núcleo visible ou non. No obradoiro 10 explícase como se realiza a aprendizaxe do clasificador (moitas veces chamado modelo), nun proceso que se denomina comúnmente *entrenamento* (*training* en inglés). Para a clasificación automática, STERapp so utiliza os seguintes tres estados de maduración: alveolo corticalis (*cortical alveoli*), vitelinas (*vitelogenic*) e hidratadas (*hydrated*). A categoría “Void” representa zonas da imaxe que non teñen tecido de gonada (nas imaxes de pescada do obradoiro non hai este tipo de imaxes). Unha vez que se seleccionaron unha ou máis células na ventá da imaxe, o estado de maduración pode establecerse manualmente premendo o correspondente botón **VOID**, **AC**, **VIT** ou **HID** do panel lateral para asignar o estado “void”, “cortical alveoli”, “vitelogenic” e “hydrated”, respectivamente.

No apartado 5 mencionamos como poder definir categorías novas (ás que lle asociamos unha cor distinta) dentro de STERapp. Estas categorías novas só poderán ser xestionadas en STERapp manualmente (o clasificador automático non as vai considerar). Se queres asignar estas categorías a unha célula ou conxunto de células, tes que seleccionalas e logo seleccionar a categoría corespondente na lista despregable existente despois da etiqueta *Other categories*. Para poder asignar unha categoría nova hai que primeiro definila nas preferencias.

A clasificación automática das células só se pode aplicar cando hai células recoñecidas na ventá da imaxe. Para clasificar automaticamente as células podes ir ó submenú **Classify** ou pulsar o botón **Run** do panel lateral despois da etiqueta “Automatic classification”. Antes de aplicar a clasificación automática, asegúrate que a especie de peixe seleccionada é correcta (STERapp non pode comprobar esta información). A especie que está activa figura no panel lateral despois da etiqueta “Specie Analysed”. Se a especie que estas analizando non é a que queres, vai as preferencias e selecciona outra especie. O panel superior da figura 24 mostra as células manualmente clasificadas polo persoal experto de pesquerías, e o panel inferior mostra a saída proporcionada polo clasificador automático.

10.1 Entrenamento do clasificador

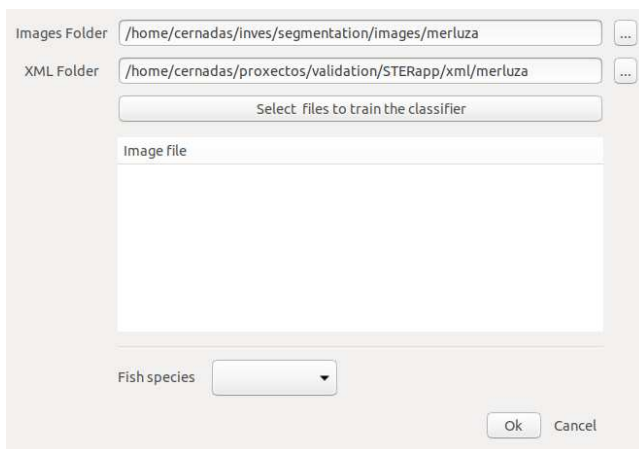


Figure 25: Ventá de diálogo para entrenar o clasificador.

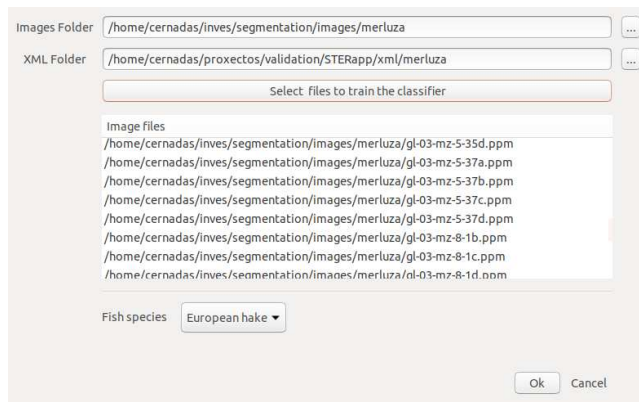


Figure 26: Figura 25 despois da configuración de parametros para entrenar o clasificador.

Esta funcionalidade xa é moi avanzada e non debería utilizarse se non se realiza o obradoiro 10. O proceso de entrenar un modelo ou clasificador é parecido ó de ensinar as crianzas pequenas. O ordenador non ten nin idea de como se fai a tarefa que queremos encomendarlle polo que hai que ensinalle. ¿Cómo o facemos? Hai que mostrarlle exemplos de células para as que coñecemos a categoría (estado de desenvolvemento) verdadeira (a que nos dixeron o persoal de pesquerías, que son os que saben deste problema), e, con esa información para decenas ou centenas de células, nun proceso que denominamos *entrenamento*, aprende a facer a tarefa para a que foi ensinado o modelo. Polo tanto, para facer o *entrenamento* necesitamos que o personal experto proporcione esta información ó STERapp, xa que é o único que sabe. No STERapp, esta información está gardado en arquivos XML despois de que foran supervisados polo persoal de pesquerías.

Para entrenar os clasificadores (hai un para clasificar os estados de desenvolvemento da célula e outro para determinar se a célula ten núcleo visible ou non), selecciona o submenú **Train classifier** no menú “Classification”, e abrírase a ventá de diálogo da figura 25. Seguidamente, selecciona as imaxes e arquivos XML a utilizar no *entrenamento* facendo click no botón **Select files to train the classifier**, e ábrese unha ventá similar a da figura 20 para seleccionar os arquivos a utilizar. STERapp *entrenará* ambos clasificadores. Na parte inferior da figura 25 hai unha lista despregable (nomeada “Fish species”) para eleixir a especie de peixe que queres *entrenar* (sempre dentro das especies de peixe que forón dadas de alta no apartado 5). Pulse o botón **Ok** para comezar o *entrenamento* e pulsa o botón **Cancel** para pechar a ventá do proceso de *entrenamento* (ver figura 26). Este proceso normalmente necesita varios minutos (máis ou menos 15 ou 20 minutos), dependendo do número de imaxes e o difícil que sexa de aprender o problema.

11 Menú de axuda

O menú **Help** contén os submenús **User Manual** e **About Us**. O submenú **User Manual** aínda non ten información e o manual de uso de STERapp proporcionase nun arquivo PDF. O submenú **About Us** abre a ventá emerxente da figura 27 cunha breve descrición de STERapp e información do persoal que o desenvolveu.



Figure 27: Ventá emerxente con información sobre STERapp.