

# CARACTERIZACIÓN MORFOANATÓMICA DE SEMILLAS DE PLANTAS VASCULARES TÓXICAS DE GALICIA.

---

**Adrián Ferreira Bermúdez**

Trabajo Fin de Grado  
Grado en Biología



- ÍNDICE

1. Resumen.....	2
2. Introducción.....	3
3. Objetivos.....	7
4. Metodología.....	8
5. Resultados.....	14
6. Conclusiones.....	22
7. Bibliografía.....	24

## • RESUMEN

En este estudio se realizó la caracterización morfoanatómica de semillas de plantas tóxicas presentes en el territorio gallego, creando una base de datos con información de todas ellas.

Para ello, se obtuvieron diversos parámetros seminales de cada especie como su tamaño y forma, su color o su ornamentación.

Las semillas se fotografiaron con una cámara conectada a una lupa, con la cual se realizaban varios disparos para posteriormente hacer un apilado de las imágenes obtenidas y para conocer su tamaño usando programas informáticos.

A continuación se realizó un análisis biométrico, midiendo parámetros como la relación entre ejes o la simetría. Con estos datos también se hizo un análisis Cluster.

Posteriormente se obtuvieron los resultados y se sacaron conclusiones sobre este estudio.

### Abstract

In this study, the seeds of toxic plant species present in Galicia were characterized, creating a database with information of all of them.

For each species, various parameters such as size and shape, color or ornamentation of the seeds were obtained.

Different seeds were photographed with a camera attached to a magnifying glass with which several shots were taken to later make a stack of images and for measuring their size using computer programs.

Then a biometric analysis by measuring parameters such as the relationship between the axes or seed symmetry was also performed. Subsequently the results obtained and conclusions were drawn about this study.

## • INTRODUCCIÓN

¿Qué es la semilla? Es el embrión de la planta que ha alcanzado la madurez y se encuentra en estado de “vida latente”.

La semilla se desarrolla a partir del óvulo, que constituye el saco embrionario envuelto por la nucela y por el tegumento. El óvulo está conectado a la placenta del ovario por el funículo y a través del mismo los nutrientes necesarios para el óvulo y el desarrollo de las semillas se transfieren desde el ovario en desarrollo y el cuerpo de la planta.

Las semillas maduras consisten en un embrión, en endospermo o perisperma y en una cubierta de la semilla. El embrión y el endospermo son ambos del material materno y paterno, en las angiospermas procede de la doble fecundación. El perisperma y la cubierta de la semilla proceden de tejido maternal, desarrollándose a partir de la nucela y del tegumento respectivamente (Werker, 1997).

En cuanto a las características morfológicas, las semillas de distintos taxones muestran una gran variabilidad en su forma, tamaño y color.

La forma de las semillas es más o menos específica según la especie y a menudo puede servir como un carácter de diagnóstico, la forma ha sido clasificada según términos descriptivos, por ejemplo en semillas elipsoides, ovoides o esféricas, en cuanto a la simetría que presentan, se pueden clasificar como simétricas o asimétricas. Las semillas también pueden poseer características morfológicas distintivas como la presencia de una chalaza ampliada de forma prominente, de un micrópilo curvado o de carúncula.

Pueden ser descritas de acuerdo con su contorno en distintas categorías, estas pueden ser circulares, elípticas, oblongas, reniformes. También pueden ser catalogadas según su forma en globosa, oval, oboval.

El tamaño es determinado genéticamente, aunque también puede verse afectado durante el periodo de desarrollo debido a la acción de diversos factores medioambientales. El tamaño normalmente es inverso al número de semillas, de forma que se compensaría el tamaño pequeño con una gran cantidad de semillas.

Respecto al color, la mayoría de las semillas maduras presentan tonos marrones o negros, aunque en ocasiones menos frecuentes presentan color gris. Menos común es la presencia de semillas con tonalidades rojas, naranjas o amarillas.

La coloración de las semillas puede tener fines adaptativos, las semillas marrones, negras o grises son similares al color del suelo, lo que les puede dar cierta capacidad de camuflaje, obteniendo protección frente a potenciales depredadores, mientras que en el caso de semillas de colores más brillantes, como naranjas o amarillas, puede tener como finalidad promover su diseminación ya que son muy vistosas.



Figura 1. Semilla de *Cytisus striatus*, posee forma elipsoide, contorno elíptico, es simétrica, presentando color marrón oscuro y carúncula.

Las semillas pueden permanecer en estado latente durante largos periodos de tiempo, presentando generalmente una longevidad importante.

Entendemos por longevidad el periodo de tiempo durante el cual el embrión es capaz de germinar si las condiciones ambientales son favorables. De forma natural las semillas presentan una longevidad que varía entre especies; mientras que las semillas de chopo (*Populus* spp.) o de arce (*Acer* spp.) permanecen viables sólo durante unas pocas semanas, algunas especies de Leguminosas pueden conservar la capacidad de germinar durante 150 o 200 años.

No obstante, la longevidad media que presentan la mayoría de las semillas se puede situar entre 5 y los 25 años. Han sido indicadas diferentes causas para poder justificar el progresivo deterioro de las semillas como es la disminución de sus reservas, diversas alteraciones en el material genético o la acumulación de distintos metabolitos tóxicos (<http://servicios.educarm.es/temlates/porta/ficheros/websDinamicas/20/conservaci%C3%B3n%20semillas.pdf>).

-Plantas tóxicas.

Las plantas vasculares venenosas se encuentran presentes en todo el mundo, hay miles de especies que se consideran más o menos tóxicas, de las cuales sobre 1400 se consideran realmente peligrosas para los seres humanos y para los animales domésticos, constituyendo una amenaza para ellos.

El impacto de las plantas venenosas en la salud animal y la productividad en todo el mundo puede ser enorme. Por ejemplo, según el Departamento de Agricultura de los EE.UU, el 1% del ganado vacuno y el 3% de las ovejas en el oeste de EE.UU mueren cada año por comer plantas venenosas. En Australia, en 1984, el impacto anual de las plantas venenosas se estimó en alrededor de \$ 80 millones, incluyendo los efectos directos sobre la ganadería, así como el impacto indirecto de los costes de gestión adicionales. En España, se conoce que el impacto económico debido a las plantas venenosas en el ganado es más grande que las enfermedades causadas por bacterias, virus y parásitos.

Aunque las pérdidas económicas más evidentes son las atribuibles a muertes reales por plantas venenosas, hay otros aspectos de estas plantas que contribuyen en gran medida a las pérdidas económicas en general, como una disminución del rendimiento reproductivo, incluyendo abortos, deformidad fetal y disminución de la fertilidad en animales así como disminución de ganancia de peso. Además, los costos de herbicidas para el control de estas plantas se sumarán a los costes económicos producidos.

En cuanto a los animales, el riesgo por plantas tóxicas en la salud, ya sea por ingestión o contacto, no se puede subestimar. De hecho, todos los países presentan porcentajes significativos de casos de envenenamiento relacionados con las plantas. Por ejemplo, los informes anuales 2005-2010 de la Asociación Americana de Centros de Control de Envenenamiento (AAPCC ) señalaron 50.769-68.847 casos de envenenamiento por plantas, lo que representa 2.2 a 2.8 % de todas las exposiciones , en el caso de las exposiciones pediátricas estas representan el 67,7 a 76,5 % del total de casos humanos. Las estadísticas de registros europeos son comparables a los de Estados Unidos. En Bélgica, por ejemplo, el Centro de Control de Envenenamiento de Bruselas recibió 2043 llamadas telefónicas relacionadas con envenenamientos por plantas, lo que representa el 4,75% del total. El porcentaje de las exposiciones pediátricas fue del 72% de todos los casos.

Por lo tanto, los registros revelan que la mayoría de las consultas de los centros de toxicología se refieren a la ingestión involuntaria de plantas tóxicas por los niños, el número de ingestiones voluntarias (principalmente suicidios y errores) de los adultos es significativo.

Las plantas tóxicas no tienen rasgos distintivos especiales, y, por esa razón, los esfuerzos para identificar una especie llamando por teléfono a un Centro de Información de Envenenamiento u otra fuente plantean muchas dificultades. De hecho, sólo un buen conocimiento de su morfología y anatomía permite identificar con seguridad los taxones peligrosos. Además de los caracteres macroscópicos clásicos, las características micro-morfológicas también puede ser muy importante para ayudar a la identificación de esas plantas. De hecho, los granos de polen, semillas y células de la epidermis son con frecuencia reconocibles, incluso después de un largo período en el tracto gastrointestinal, esto se ha demostrado en investigaciones criminales.

Se han publicado algunas fotos interesantes de la morfología de las frutas o de hoja de epidermis de varias especies tóxicas, pero no se han publicado libros o atlas de especies venenosas que contengan información sistemática y completa.

En este estudio, nuestro objetivo principal es contribuir a llenar este vacío, mediante el estudio de semillas de las principales especies de plantas vasculares venenosas. Hay que destacar que muchos de estos taxones son comunes en muchos países europeos o americanos y que un número significativo de estas plantas tóxicas cultivadas se puede encontrar en todo el mundo, como por ejemplo las plantas ornamentales.

## **Objetivos:**

El objetivo principal es la caracterización morfoanatómica de diversas semillas de plantas tóxicas que se encuentran en Galicia, buscando obtener información en cuanto a diversos parámetros como su tamaño, la forma o el color, pudiendo de esta manera crear una base de información documentada para facilitar su identificación a diferentes sectores interesados como la medicina forense y legal, veterinaria, etc.

También se presentan diversos objetivos parciales:

- Obtención de una representación fotográfica de calidad de las especies.
- Agrupación de las diferentes especies en función de las variables medidas.
- Contraste con los datos existentes de algunas de las especies estudiadas (flora ibérica y artículos específicos).

- **Metodología:**

#### Selección de especies

Se seleccionan las semillas de plantas tóxicas que estuvieran presentes en Galicia para poder realizar posteriormente su caracterización.

Para realizar la selección de las especies empleadas obtuve información procedente de un proyecto que se había realizado anteriormente en el cual se trataba sobre semillas de plantas tóxicas.

Para determinar si estas especies se encuentran dentro del territorio gallego empleé a través de internet un programa informático conocido con el nombre de Anthos (<http://www.anthos.es/>), desarrollado para mostrar información sobre la biodiversidad de las plantas de España.

Se presentaron 9 especies pertenecientes al género *Ranunculus*, siendo el más frecuente, seguido por las 5 especies pertenecientes al género *Cytisus*. De otros géneros también se han estudiado varias especies, es el caso del género *Lupinus*, representado por *Lupinus angustifolius* y *Lupinus luteus*.

#### Obtención de las semillas

Se utilizaron semillas procedentes de una colección existente a la que se había dado lugar mediante un proyecto realizado anteriormente.

La colección estaba compuesta por 101 especies en total, de las cuales empleando el programa Anthos establecí que 66 especies eran las que iban a ser empleadas para realizar el trabajo ya que se encontraban dentro del territorio gallego y cumplían con los requisitos requeridos.

Las semillas de cada especie se encontraban ubicadas en sobres individuales cerrados y con una referencia en la que se indicaba el nombre de especie y de familia.

Una vez seleccionadas y obtenidas todas las semillas para iniciar el trabajo elaboré una tabla de Excel con todas las que iba a emplear para poder ir anotando características de cada una y los avances que iba realizando.

### Toma de fotografías

Posteriormente procedí a sacar fotografías de todas las semillas con el fin de obtener imágenes nítidas de cada una y poder determinar sus medidas mediante el uso de programas informáticos.

Las fotografías se obtuvieron empleando una cámara fotográfica Olympus C-3040 ZOOM conectada a una lupa Olympus SZX9, variando el enfoque en cada captura tomada. La cámara de fotos permitía emplear un zoom de hasta 3x, mientras que la lupa permitía zoom de 0.63x a 5.7x.



Figura2. Cámara fotográfica conectada a una lupa mediante la cual se obtuvieron las fotografías.

De cada especie empleada en el trabajo escogí 4 semillas para que hubiera variedad entre ellas, intentando seleccionarlas de distinto tamaño o variar la parte sobre la que se obtienen las fotografías.

De cada semilla se realizarán varios disparos con la cámara variando el enfoque con la lupa y se transferirán al portátil, donde se almacenaran las imágenes en una carpeta propia para su posterior manejo.

Después se seleccionan alrededor de 15 semillas por especie colocando una regla dentro del campo de la cámara fotográfica para poder determinar el tamaño de las mismas posteriormente mediante un programa informático y también se transfieren al ordenador portátil para su almacenamiento.



Figura3. Transferencia de las fotografías obtenidas al PC, para su posterior manipulación mediante programas informáticos.

### Tratamiento fotográfico

Realizar un apilado de imágenes de cada semilla empleada anteriormente, para realizar este procedimiento se emplea el programa informático Combine ZP (Hadley, 2013), mediante el cual se seleccionan las fotografías tomadas de cada semilla, se ajusta la calidad al 100% y realizamos el proceso seleccionando “Todos los métodos”, de esta forma el resultado final es la obtención de un apilado de las imágenes seleccionadas anteriormente, obteniendo una gran profundidad de campo en cada una de ellas. Los apilados obtenidos se manipularon mediante el programa informático Gimp (Kimball y Mattis, 2013) con el fin de obtener una mayor limpieza de las imágenes.



Figura4. Imagen obtenida después de realizar un apilado de varias fotografías de la misma semilla de *Platycladus orientalis* y manipulada mediante el programa informático Gimp.

### Análisis biométrico

Se utilizó el programa informático Fiji (Schindelin et al., 2012) para obtener diversas medidas como al área o la longitud de cada una de las semillas estudiadas. Para llevar a cabo este procedimiento, una vez abierto el programa, se emplea la regla colocada al lado de las semillas en cada foto como escala de medida, posteriormente se emplean técnicas como variación de contraste, permitiendo al programa informático seleccionar las semillas de forma automática sin tener que hacer uso de su determinación manual.

Estos procesos permitirán realizar el análisis de partículas, obteniendo finalmente las medidas de las semillas empleadas como su área, perímetro o relación entre ejes (relación entre eje menor y eje mayor).

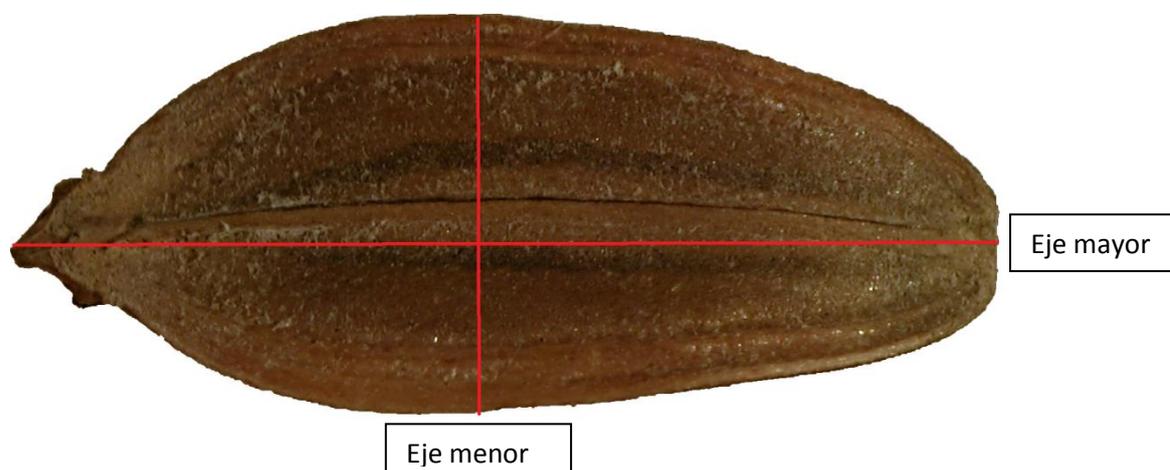


Figura5. Representación de eje mayor y menor en una semilla de *Ferula communis*.

En cuanto a la caracterización realizada, se han categorizado distintos parámetros biométricos en función de la variabilidad total observada en varias clases de intervalos variables.

Para el tamaño se han establecido cuatro categorías distintas en función del área y del perímetro de cada semilla, los valores se obtuvieron previamente empleando el programa informático Fiji. Las categorías según el área son: Semillas pequeñas (0-4mm), medianas (4-10mm), grandes (10-25mm) y muy grandes (>25mm).

Para el perímetro las categorías son: Pequeñas (0-7.5mm), medianas (7.5-15mm), grandes (15-25mm) y muy grandes (>25mm).

La relación entre ejes se determina mediante la división del valor del eje menor entre el valor del eje mayor de la semilla, ambos obtenidos a través del programa informático Fiji. Los valores resultantes están comprendidos entre 0 y 1, tienden a 0 cuando la forma de las semillas es alargada mientras que tienden a 1 si la forma de la semilla es esférica. Las categorías establecidas fueron: Relación pequeña (0-0.5), media (0.5-0.7), grande (0.7-0.9) y muy grande (0.9-1).

Para el tercer eje se establecieron 3 categorías, la categoría 1 es designada a aquellas semillas en las cuales el valor de este eje es aproximado al valor del eje menor, las semillas incluidas en esta categoría se caracterizarían por presentar en el mayor de los casos forma esférica. La categoría 2 se establecería como una categoría intermedia entre la 1 y la 3. Por último, en la categoría 3 se englobarían las semillas de forma aplanada. Mediante la visualización de las fotografías previamente obtenidas y guardadas en el PC se analizan para determinar el tipo de forma y de contorno que presenta cada especie de semilla.

En cuanto a la forma de las semillas, determinamos varios tipos como son la forma esférica, elipsoide, piramidal, ovoide, oblonguiforme u obovoide.

Respecto al contorno se han establecido distintas categorías, Elíptico, circular, oblongo, oval u oboval (Berggren, 1981).

Otros parámetros estudiados son la simetría y el color de cada especie de semilla, determinando si las semillas son simétricas, algo simétricas o asimétricas en función del grado de simetría que presente cada una de ella.

Respecto al color se definirá si este es único o variegado en el caso de que presente distintos colores, el tono se clasificará en claro u oscuro. También se determina el color que presenta cada especie, por ejemplo marrón o negro, que son los colores más abundantes.

En la caracterización también se han determinado otros parámetros como la presencia de apéndices, atendiendo a la presencia de carúncula.

Otro parámetro sería la ornamentación, la cual puede ser reticulada, estriada, lisa, verrucosa, rugosa o papilosa.

Se ha determinado la presencia de distintas estructuras como la presencia de crestas, pelos o espinas.

#### Análisis jerárquico de conglomerados

Realicé un análisis Cluster mediante el programa informático spss. Es una técnica estadística multivariante cuyo principal propósito es la agrupación de distintos elementos o de variables formando conglomerados (clusters) con un alto grado de homogeneidad en cada grupo y un alto grado de heterogeneidad entre los grupos (<http://www.ugr.es/~curspss/archivos/Cluster/cluster.pdf>).

## • Resultados

Después de los procesos de obtención, selección de especies de semillas (de las que se emplearon 66 sobre las 101 que había en total), fotografiado, mediciones, además de la creación de una tabla de Excel para todos los valores de cada semilla y la realización de un análisis cluster, se ha obtenido la caracterización, objetivo primordial de este trabajo.

En lo concerniente al tamaño de las semillas, se determinó que 34 especies mostraron un área pequeña, 15 mostraron un área mediana, 12 de ellas un área grande y las 5 restantes mostraron un área muy grande. La especie que mostró semillas de mayor área fue *Ilex aquifolium* con 59,72mm de valor medio, mientras que la especie que mostró semillas de menor tamaño fue *Digitalis purpurea subsp. purpurea* con 0,22mm de valor medio.

Respecto al perímetro, 26 especies semillas mostraron un perímetro pequeño, 24 mostraron un perímetro mediano, 9 mostraron un perímetro grande y 7 mostraron un perímetro muy grande. La especie que mostró semillas de mayor perímetro fue *Ilex aquifolium* con 35,34mm de valor medio. La especie que mostró semillas de menor perímetro fue *Nicotiana tabacum* con 2,29mm de valor medio.

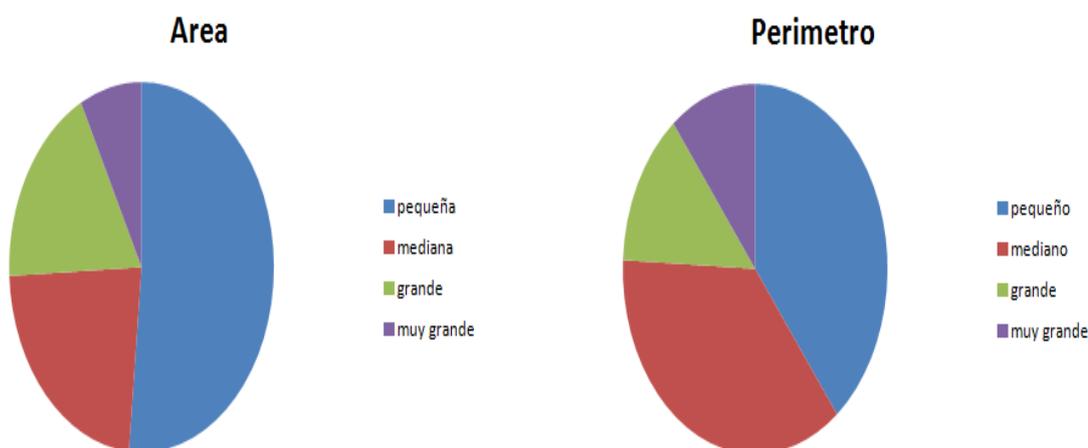


Figura6. Resultados de área y perímetro de las especies de semillas empleadas.

La relación entre ejes, es decir, el resultado de la división de eje menor entre eje mayor arrojó que 7 semillas mostraban una relación pequeña entre estos ejes, 23 presentaban una relación media, 31 tenían una relación grande y 5 de ellas poseían una relación muy grande. Cuanto mayor sea la relación entre ejes las semillas mostrarán tendencia a presentar forma esférica, mientras que a menor relación las semillas serán alargadas. Las especies de semillas con una relación más elevada fueron *Corydalis cava* y *Delphinium halteratum subsp. verdunense* con valores medios de 0,93. La especie de semillas con una relación menor entre ejes menor fue *Senecio jacobea* con valor medio de 0,3.

### Relación entre ejes

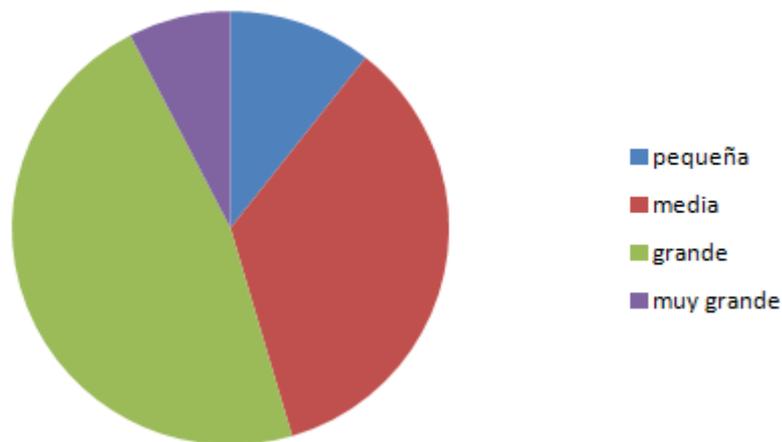


Figura 7. Frecuencias de las distintas categorías de relación entre ejes.

Para el tercer eje se determinó que 22 especies de semillas se englobarían dentro de la categoría 1, en la que el valor del tercer eje será similar al valor del eje menor, tendiendo estas semillas a adoptar forma esférica, 34 especies estarían dentro de la categoría 2, mientras que 10 especies de semillas se introducirían en la categoría 3, por lo que estas últimas muestran formas aplanadas.

Las semillas presentaron una gran variedad de formas, las más comunes fueron la forma ovoide de especies como *Cytisus scorparius* (Martínez-Laborde, 1986), esférica en especies como *Ilex aquifolium* y elipsoide en especies como *Cytisus striatus*, en menor medida también se determinaron semillas oblongiformes (Como la especie *Senecio jacobea*), falciformes (*Narcissus bulbocodium*), reniformes (*Datura stramonium*),

subesféricas (*Convolvulus arvensis*), triangular-reniformes (*Agrostemma githago*), subovadas (*Chenopodium album*) y obpiramidales (*Consolida ajacis*).

El contorno más común en las semillas empleadas ha sido el contorno oval, presente en especies como *Euphorbia helioscopia* (Fayed y Hassan, 2007), junto con el circular (*Ranunculus gregarius*) y el elíptico (*Nicotiana tabacum*). También están presentes en diversas semillas otros tipos de contornos aunque estos se encuentran en menor medida, serían el contorno triangular (*Aristolochia paucinervis*), oblongo (*Ferula communis*), elíptico-curvado (*Ruta chalepensis*) y oboval (*Ranunculus flamula*).



Figura8. Semilla de *Cytisus multiflorus*, posee forma elipsoide y contorno elíptico.

Respecto a la simetría de las semillas, la mayoría presentaron ser simétricas (38 especies), mientras que otras son algo asimétricas (12 especies) y las restantes no presentaron simetría (16 especies).

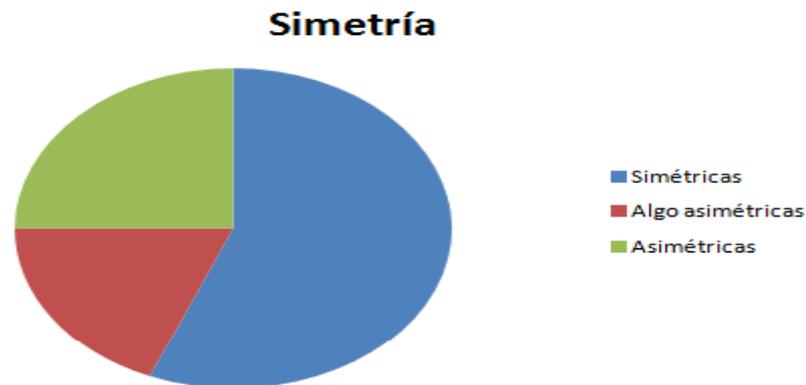


Figura9. Frecuencias respecto a la simetría de las especies de semillas empleadas en el trabajo.

Las semillas presentaron varios colores, pudiendo ser único como en la mayoría de las especies o variegado como en las semillas de la especie *Lupinus luteus*, presentando color negro y marrón. Los colores predominantes fueron el marrón (39 especies), el negro (20 especies) y el gris en menor medida (5 especies). La tonalidad presentada varió entre claro y oscuro.



Figura10. Semilla de la especie *Byonia dioica*. Presenta color único, siendo marrón con tonalidad clara.

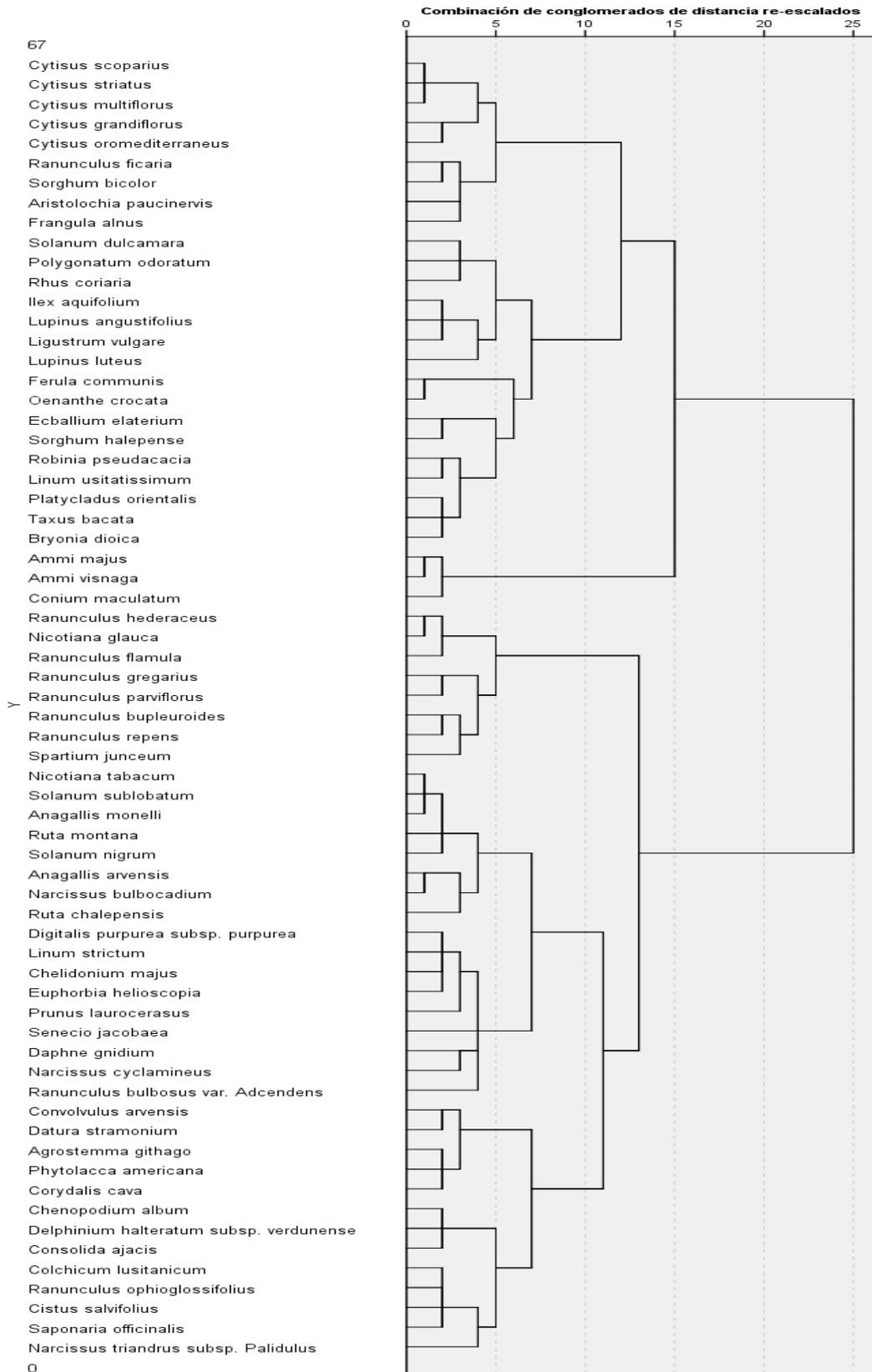
Respecto a la ornamentación, la más habitual fue la rugosa estando presente en 24 especies, seguida de la ornamentación lisa presente en 18 especies, en 7 especies se encontró ornamentación estriada o verrucosa, en 6 ornamentación papilosa y en 4 especies ornamentación reticulada.

En 11 especies de semillas se apreció la existencia de carúncula, mientras que en otras especies se detectaron diversas estructuras como crestas en *Aristolochia paucinervis*, pelos en *Ecballium elaterium* y en *Ranunculus gregarius*, además de espinas en especies como *Ranunculus parviflorus* o *Rhus coriaria*.



Figura 11. Ejemplar de *Aristolochia paucinervis*, posee ornamentación verrucosa, carúncula y crestas.

Para el análisis de conglomerados se obtuvieron los siguientes dendrogramas:



**Figura12.** Dendrograma de frecuencias de las especies.

Las especies pertenecientes al mismo género tienden a agruparse ya que es esperado que tengan semillas similares, como ocurre por ejemplo en el caso de *Cytisus*, agrupándose todas sus especies, también ocurre en *Ranunculus* o en las especies del género *Lupinus* (*Lupinus angustifolius* y *Lupinus luteus*).

Sin embargo, hay otros géneros en los cuales las especies que lo componen no se muestran agrupadas, esto ocurre en los *Narcissus* debido a que sus semillas difieren unas de las otras, por ejemplo, en algunos casos pueden mostrar carúncula mientras que en otros caso no está presente. Otro caso sería las especies que forman el género *Linum* (*Linum usitatissimum* y *Linum strictum*).

Especies de distintos géneros también se pueden agrupar según distintos caracteres, por ejemplo en el caso de *Ferula cummunis* y *Oenanthe crocata*, se agrupan debido a la presencia de caracteres similares como un tamaño pequeño, forma oblongiforme, simetría, color único, siendo este marrón claro, o por su ornamentación estriada.

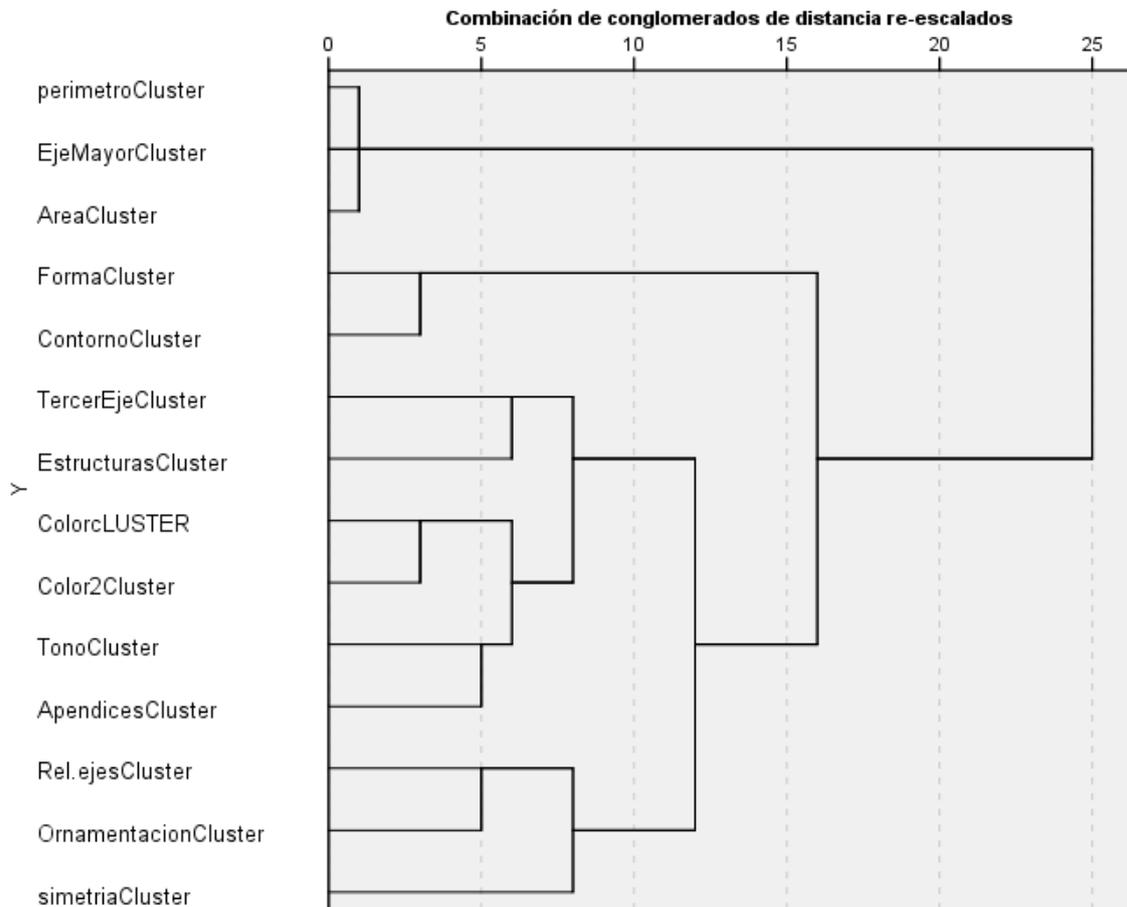


Figura13. Dendrograma de frecuencias de las variables.

Hay varias variables que están relacionadas unas con otras, como es el caso de perímetro-área-eje mayor.

Otras variables relacionadas serían la forma y el contorno.

También el Color (Único o variegado), el tono del mismo y el propio color (Marrón, negro o gris) muestran relación.

## • Conclusiones

Se realizó la caracterización morfoanatómica de semillas de 66 plantas vasculares tóxicas presentes dentro del territorio gallego. Por lo tanto se han alcanzado los objetivos propuestos en este trabajo.

Las semillas empleadas en este trabajo mostraron un tamaño pequeño de media, tanto para el caso de los valores de área presentando un valor medio de 8,17mm como para los valores de perímetro con 12,18mm de media.

La relación entre ejes se determinó que mostraba tendencia hacia valores grandes, presentando un valor medio de 0,70, es decir, tiende hacia 1, el valor máximo, lo que determina una mayor cantidad de semillas que tienden a tener forma esférica en detrimento de las semillas que tienden a forma alargada.

Las formas de semilla más frecuentes fueron la ovoide, la esférica y la forma elipsoide. Respecto al contorno, los más frecuentes fueron el oval, el circular y el elíptico. El 56% de las especies mostraron simetría, mientras que el 18% mostraron ser algo asimétricas y el 24% fueron asimétricas.

Todas las especies presentaron color único salvo *Lupinus luteus* que presentó color variegado (color marrón y negro). En el 68% de las especies se presentó tono claro, mientras que las restantes 32% el tono fue oscuro.

Los colores más comunes fueron el marrón (presente en el 59% de las especies) y el negro (30% de las especies), aunque también apareció el color gris en el 8% de especies, además de color marrón y negro con una frecuencia de 2%.

Este resultado era el que se debía de esperar debido a que estos 3 colores proporcionan a las semillas que se localizan en el suelo una cierta capacidad de camuflaje gracias a la cual no son presas tan vulnerables por parte de los depredadores, lo que facilita que sean abundantes.

Los tipos de ornamentación que presentaron las distintas especies de semillas fueron variados, el más común fue la ornamentación rugosa, presente en el 36% de las especies, la ornamentación lisa se presentó en el 27% de las especies, la ornamentación estriada y verrucosa estuvieron ambas presentes en el 11%, mientras que la ornamentación papilosa y reticulada mostraron estar presentes ambas en el 6% de las especies.

El 15% de las especies entre las que se incluyen algunas como *Aristolochia paucinervis* o *Cytisus striatus* presentaron carúncula, mientras que en el 85% de las especies restantes no estuvo presente.

En el 92% de las especies no se presentaron estructuras, mientras que en el restante 8% se observaron diversas estructuras como crestas, pelos o espinas.

Respecto al análisis de conglomerados, se concluye que las distintas especies pertenecientes al mismo género tienden a agruparse, debido a que presentan caracteres comunes, esto ocurre en el género *Cytisus* o *Ranunculus*, aunque hay excepciones, como es el caso de *Narcissus*, en el cual las diferentes especies que lo componen no se muestran agrupadas porque difieren en los caracteres que presentan.

En cuanto a la agrupación de variables, se concluye que algunas estarían claramente relacionadas como la forma y el contorno o también el perímetro, el área y el eje mayor.

- **Bibliografía**

Berggren, G. 1981. Atlas of seeds. Vol3: 7-12.

Fayed y Hassan. 2007. Systematic Significance of the Seed Morphology. Flora mediterranea: 46-64.

Johannes Schindelin, Ignacio Arganda-Carreras, Erwin Frise, Verena Kaynig, Mark Longair, Tobias Pietzsch, Stephan Preibisch, Curtis Rueden, Stephan Saalfeld, Benjamin Schmid, Jean-Yves Tinevez, Daniel James White, Volker Hartenstein, Kevin Eliceiri, Pavel Tomancak and Albert Cardona (2012) Fiji: an open-source platform for biological-image analysis, Nature Methods 9(7): 676-682.

Martínez-Laborde, J.B. 1986. Ultrastructure du Tegument et de la Region Hilare de la Graine Mature D'une Legumineuse: *Cytisus scorparius*. Laboratoire de Botanique, U.E.R. Rennes: 1-9.

Spencer Kimball, Peter Mattis (2013). GIMP (GNU Image Manipulation Program) version 2.8 en <http://www.gimp.org>

Werker, E. 1997. Seed anatomy. Encyclopedia of Plant Anatomy. Berlin; Stuttgart.  
Alan Hadley (2013) CombineZP. Image Stacking Software.

<http://www.anthos.es/>

<http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/conservaci%C3%B3n%20semillas.pdf>

<http://www.ugr.es/~curspss/archivos/Cluster/cluster.pdf>