

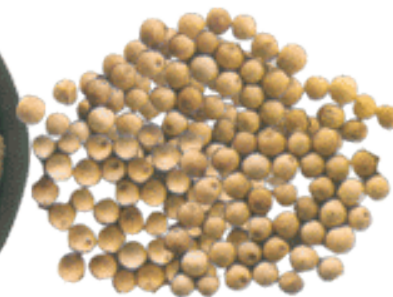
Determinación Sexual en Plantas

Genética, genómica y mejora vegetal

Febrero de 2018

Máster en Genética y Evolución
(Especialidad Agroalimentaria)

Distintos usos de las plantas:





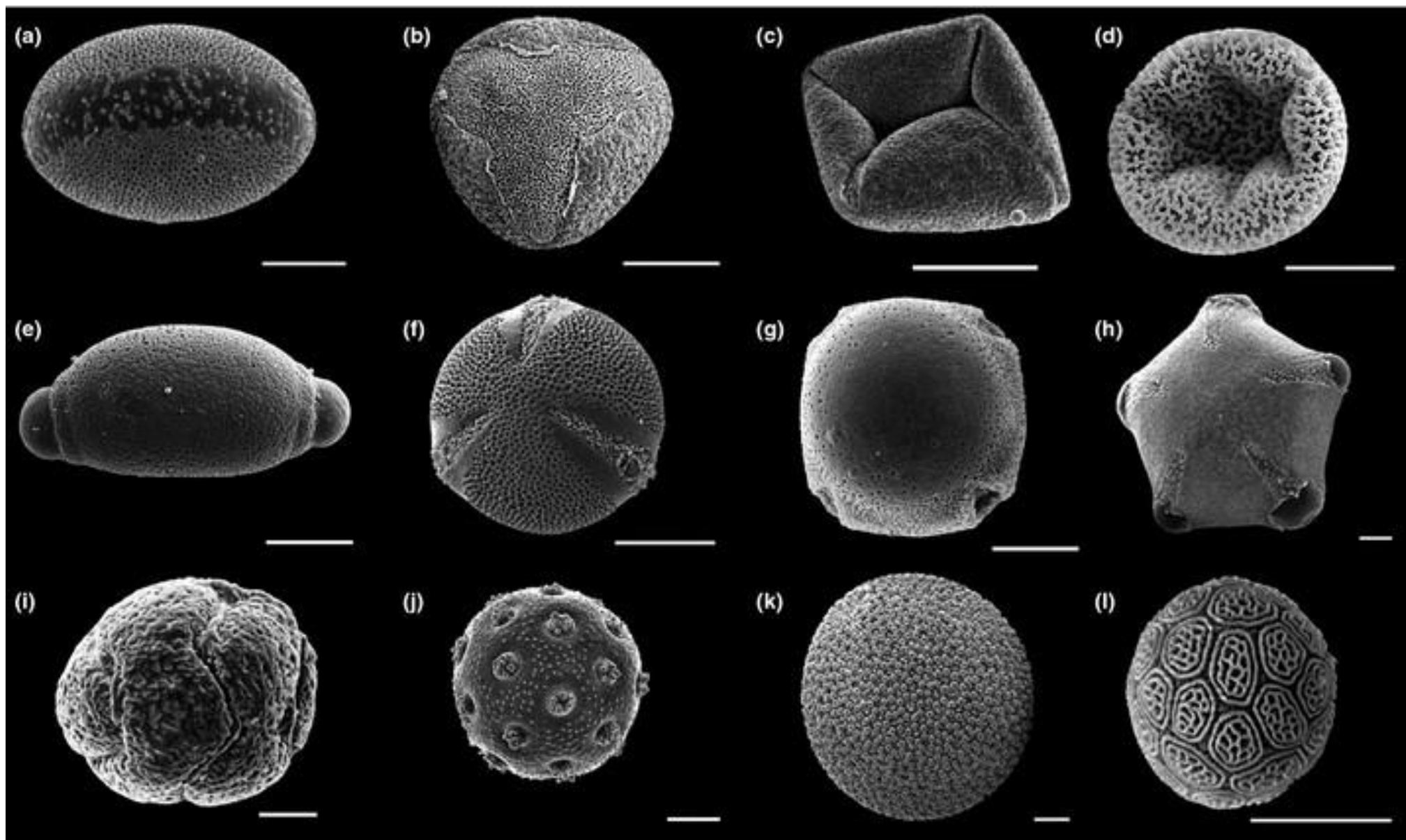


Plantas con frutos comestibles:



Usos relacionados con las flores:

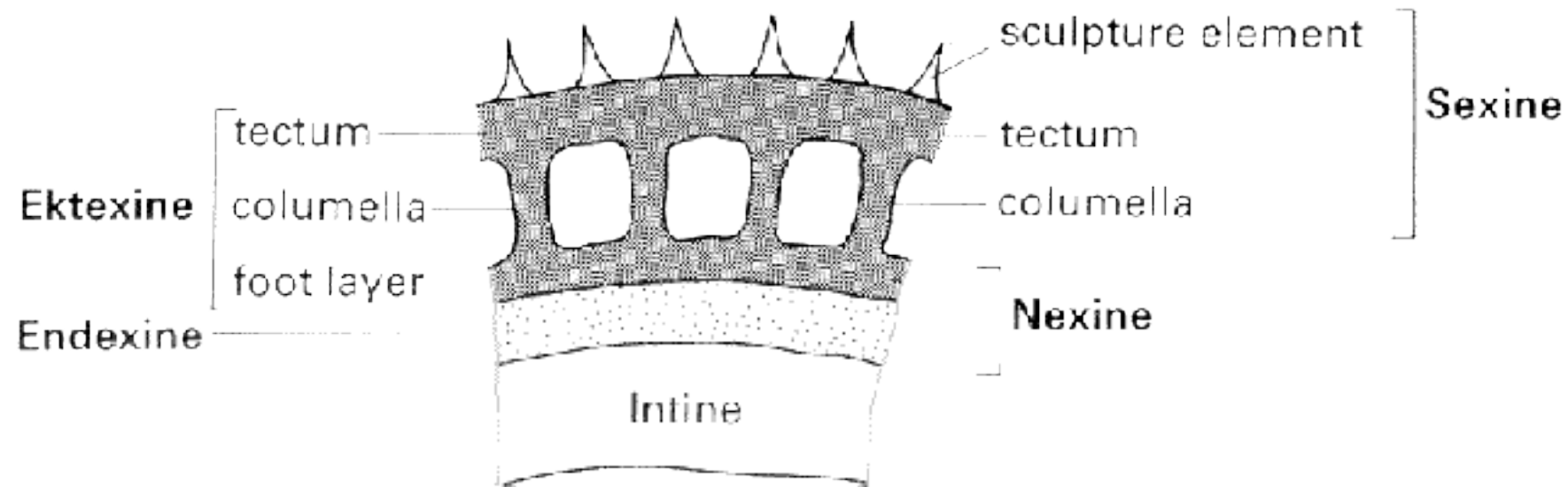




Muy **resistentes** al calor y a sustancias ácidas o cáusticas. En seco su conservación es prácticamente indefinida.

Capacidad de dispersión:

- De unos pocos granos hasta 4 millones por metro cuadrado (**anemófilas**)
- Transporte de 8 a 80 kilómetros del origen (condiciones particulares: **huracanes**)





Heyde y Williams acuñan la palabra Palinología

- Herramienta para resolver casos durante los últimos 60 años.
- En casos en los que la localización geográfica, por sus particularidades, puede ser relevante.

Inconvenientes:

- Es un proceso por lo general lento.
- Poca resolución (nivel de Familia o Género como mucho)

Research paper

Review and future prospects for DNA barcoding methods in forensic palynology



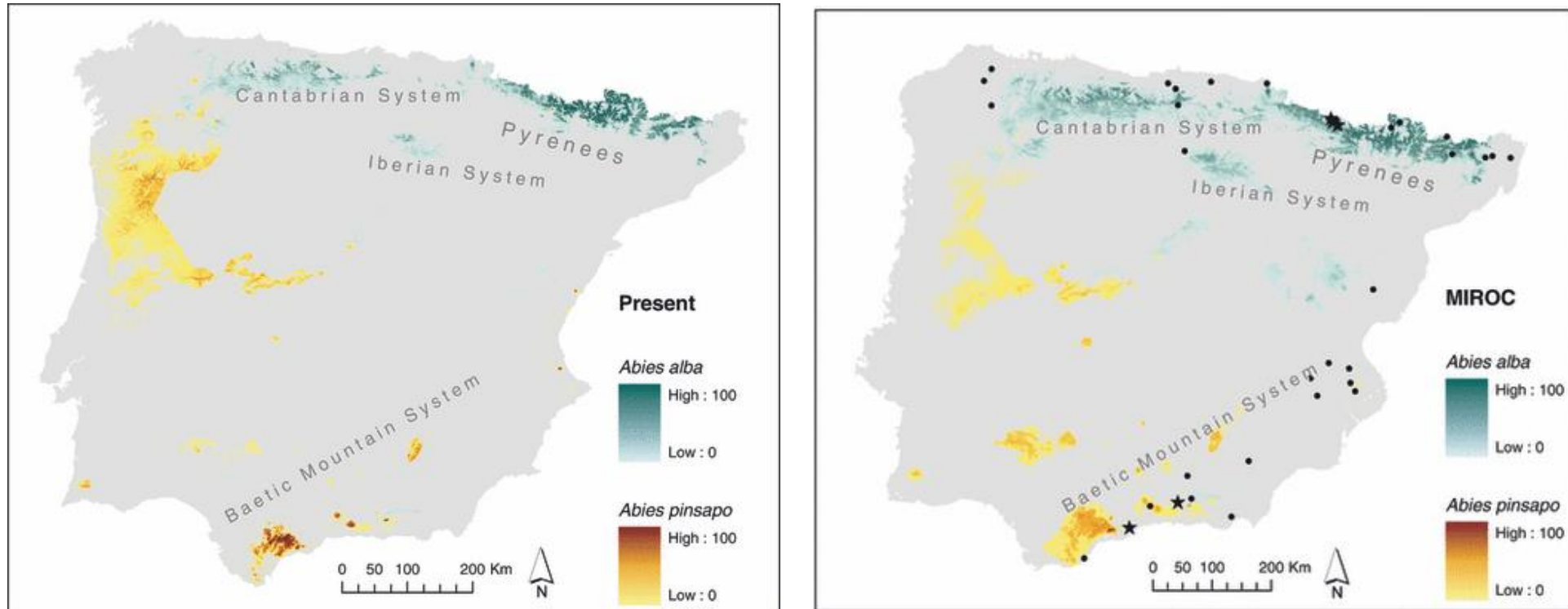
Karen L. Bell^{a,*}, Kevin S. Burgess^b, Kazufusa C. Okamoto^c, Roman Aranda^c, Berry J. Brosi^a

^a Emory University, Department of Environmental Sciences, 400 Dowman Drive, Atlanta 30322, USA

^b Columbus State University, Department of Biology, Columbus GA 31907-5645, USA

^c Defense Forensic Science Center, Office of the Chief Scientist, 4930 North 31st Street Forest Park, GA 30297, USA

Paleobotánica: reconstrucción de ambientes primitivos



Past and present potential distribution of the Iberian *Abies* species: a phytogeographic approach using fossil pollen data and species distribution models

Diversity and Distributions

Volume 16, Issue 2, pages 214-228, 21 FEB 2010 DOI: 10.1111/j.1472-4642.2010.00636.x

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1472-4642.2010.00636.x/full#f2>

Teoría “Everything is leaf” (Goethe, 1790)

574 The Plant Cell

LETTER TO THE EDITOR

Goethe, Sex, and Flower Genes

C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie / Life Sciences 324 (2001) 523–530
© 2001 Académie des sciences/Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés
S076444690101321X/FLA

Review / Revue

Goethe and the ABC model of flower development¹

Enrico Coen*

Received 23 October 2000; accepted 4 December 2000

Communicated by Christian Dumas

SEPARACIÓN DE SEXOS Y DIMORFISMO SEXUAL





En Plantas...

- No existen **caracteres sexuales secundarios**.
El dimorfismo sexual no es evidenciable en tejidos somáticos
- Las células de la línea germinal no se diferencian al principio del desarrollo, **sus órganos y gametos derivan de células somáticas**
- Se reproducen **vegetativamente**



Hermafroditismo

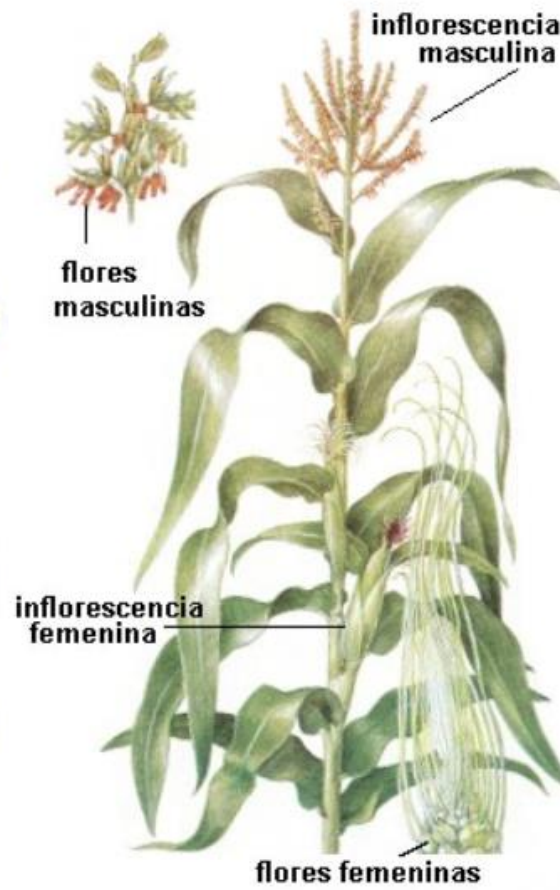
Monoecia

Dioecia

Poligamia



HERMAFRODITISMO

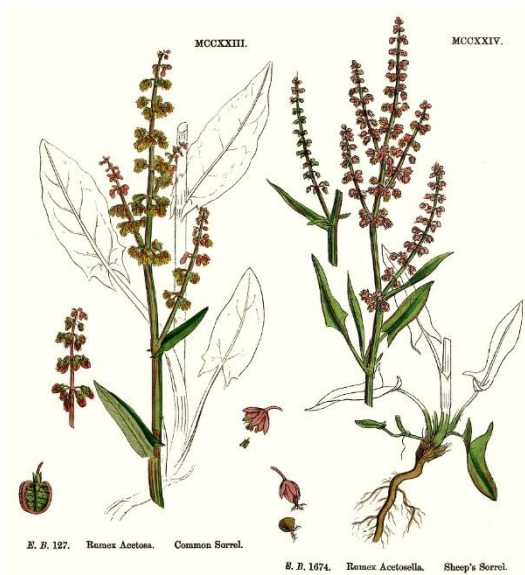
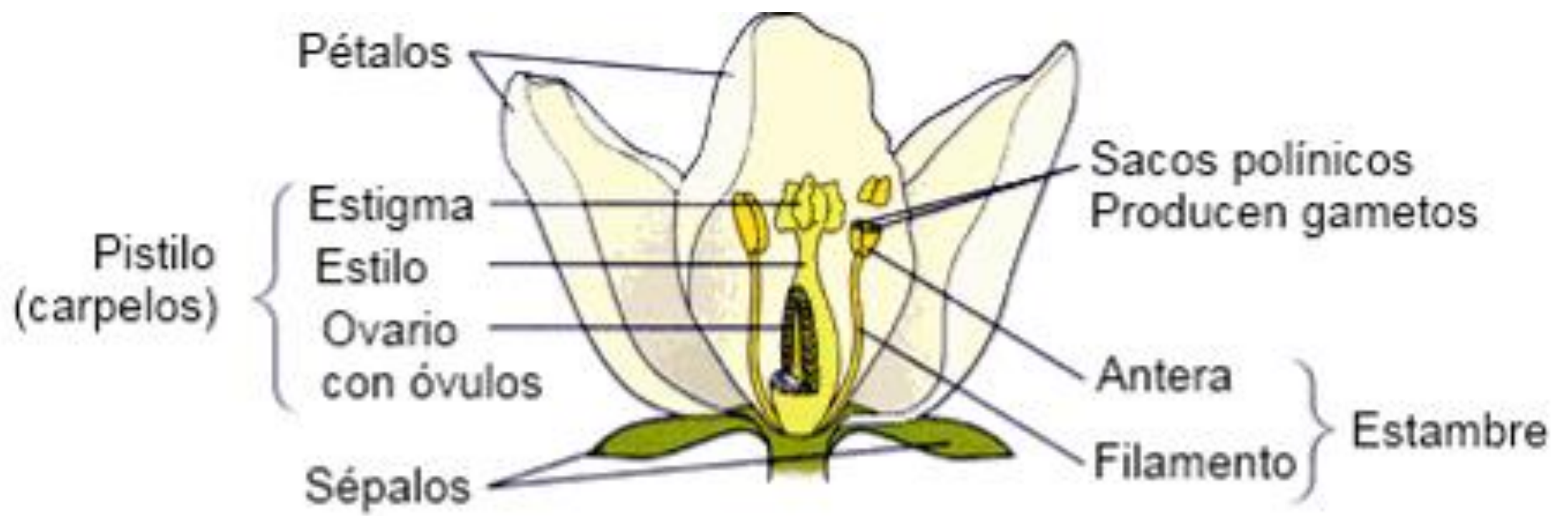


MONOECIA



DIOECIA

38% Angiospermas



El Sexo de las Plantas



Aristóteles y su pupilo **Teofrasto**, Siglo IV a.C. Clasifican las plantas en función de sus **características morfológicas**.

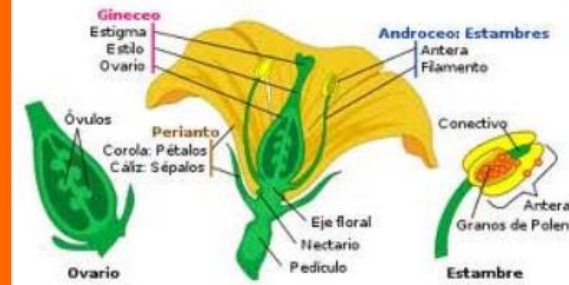


Moriscos, Siglo XVI. La desaparición del cultivo del pistacho en la Península Ibérica



El Sexo de las Plantas

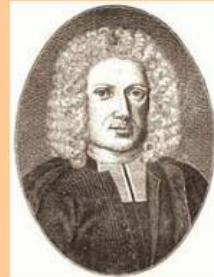
Andrea Cesalpino, Siglo XVI.
Primeras hipótesis sobre la
reproducción vegetal

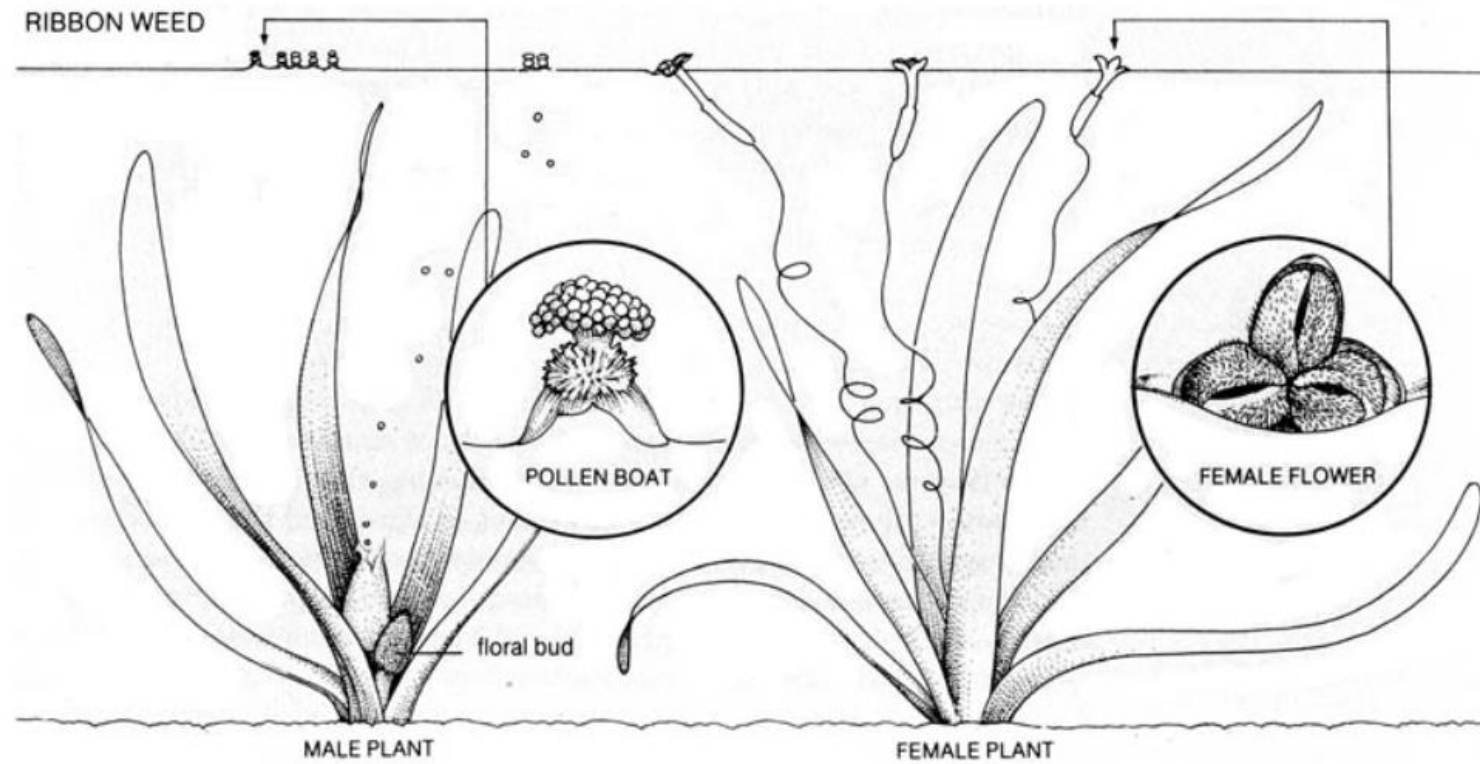


Nehemiah Grew, Siglo XVII.
Determina que los
estambres son los
órganos masculinos



Rudolf Jakob Camerarius, Siglo XVII.
polinización artificial

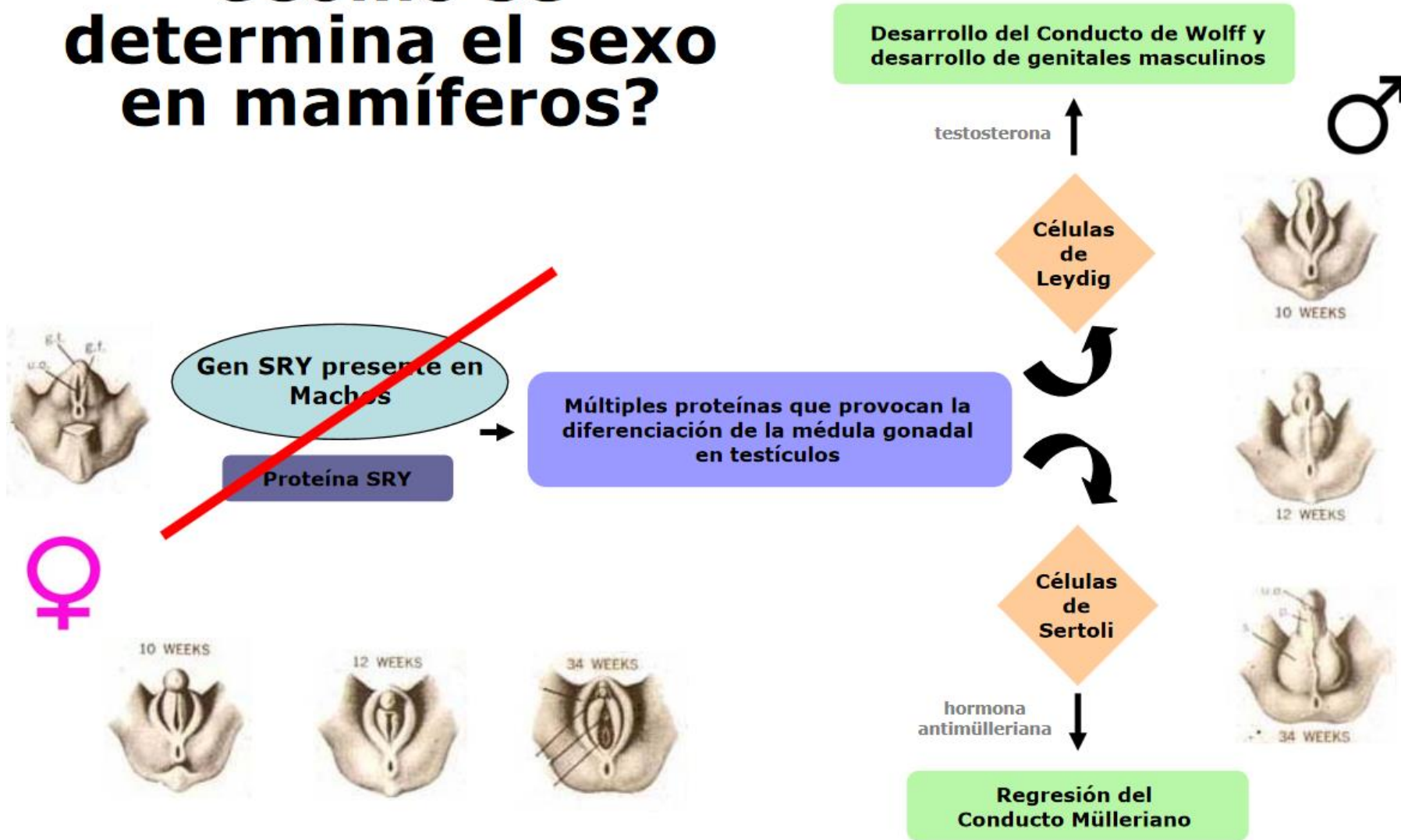




Sistema reproductivo de *Vallisneria spiralis*

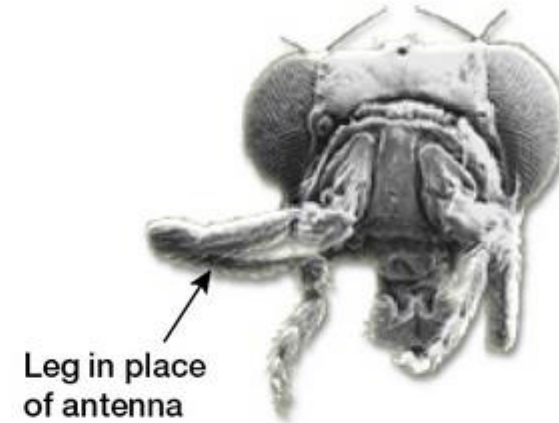
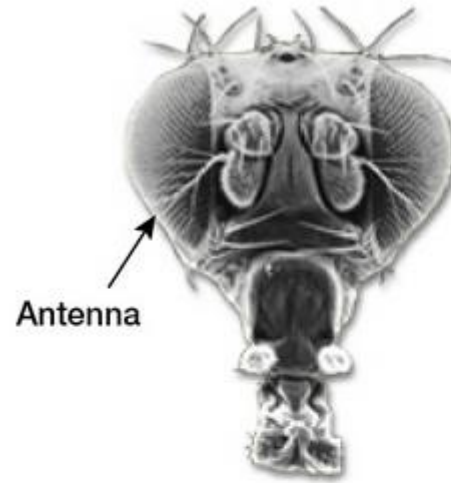


¿Cómo se determina el sexo en mamíferos?



Genes homeóticos:

Responsables de la formación de las distintas estructuras de un organismo



Top: (Left) Normal fruitfly; (Right) Fruitfly with mutation in antennapedia gene Bottom: (Left) Normal fruitfly; (Right) Fruitfly with a homeotic mutation that gives it two thoraxes. Bottom images courtesy of the Archives, California Institute of Technology.

Diferenciación de Verticilos

Perianto

Verticilo #1: Cáliz

Parte más externa de la flor. Protege los verticilos interiores, sobre todo cuando la flor aún no se ha abierto. Se compone de sépalos, normalmente verdes y de naturaleza herbácea.

Verticilo #2: Corola

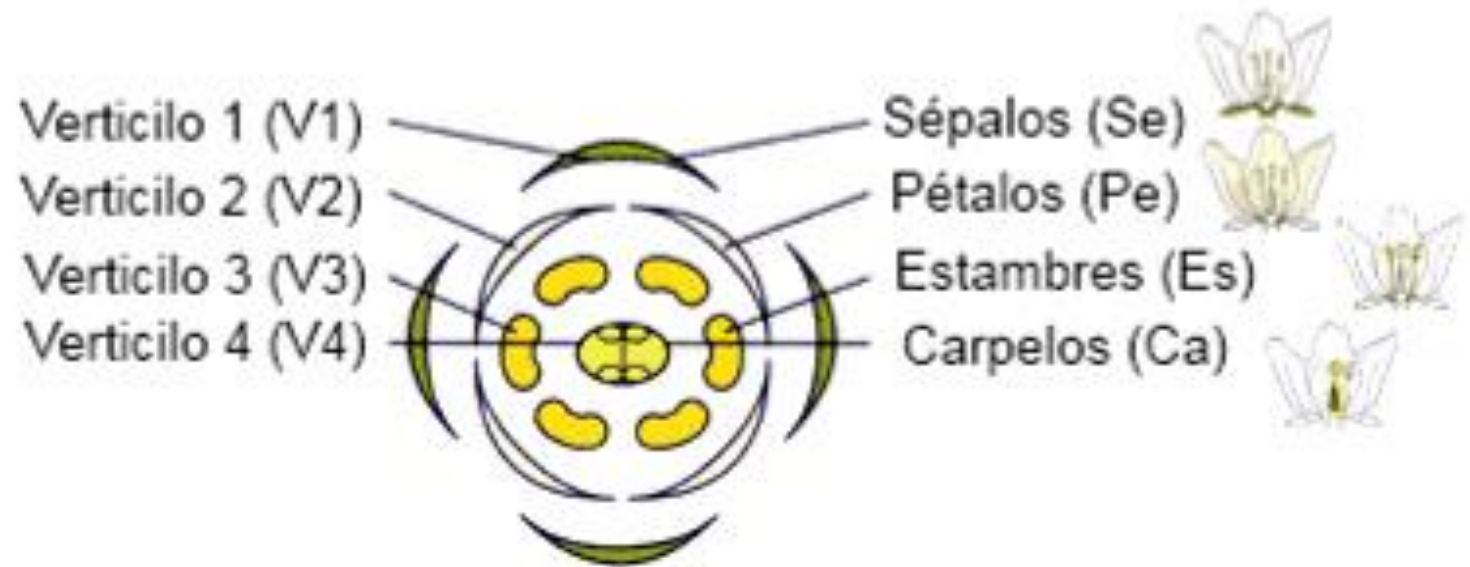
A continuación del cáliz. Está formado por los pétalos de la flor, que sirven de protección pero, sobre todo, tienen como función la de atraer polinizadores. Pueden presentar diversa coloración.

Verticilo #3: Estambres

A continuación de la corola. Este verticilo da lugar a los órganos reproductores masculinos.

Verticilo #4: Carpelos

Ocupa la posición central de la flor. Da lugar a los órganos reproductores femeninos, incluyendo el ovario que se transformará, tras la fecundación, en fruto.



Órganos reproductores

Genetic interactions among floral homeotic genes of *Arabidopsis*

JOHN L. BOWMAN, DAVID R. SMYTH* and ELLIOT M. MEYEROWITZ†

Division of Biology 156-29, California Institute of Technology, Pasadena, California 91125, USA

*Permanent address: Department of Genetics and Developmental Biology, Monash University, Clayton, Victoria 3168, Australia

† Author for correspondence

Mutantes simples y dobles
para genes homeóticos en
Arabidopsis

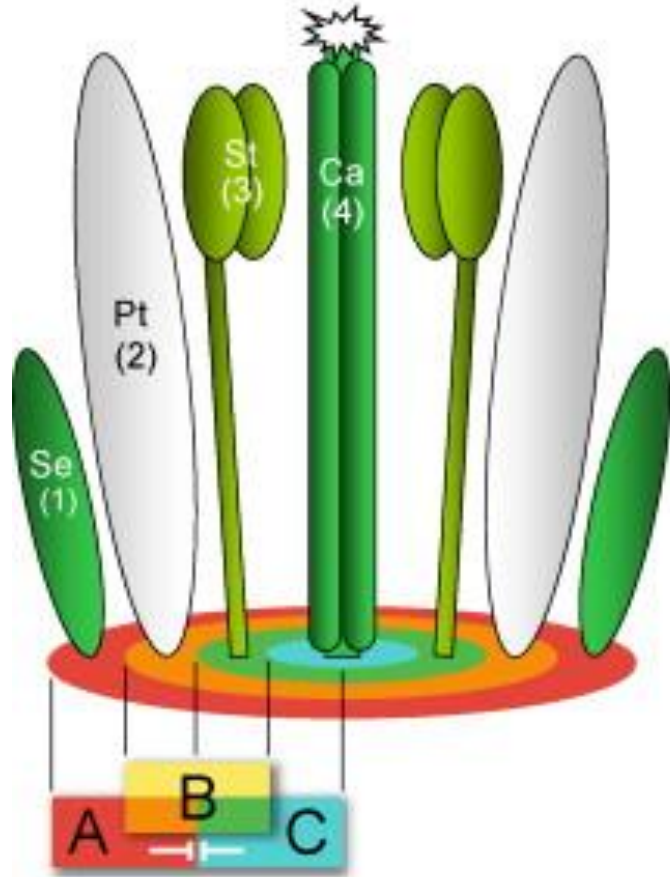
Nature **353**, 31–37 (5 September 1991) | doi:10.1038/353031a0

1 The war of the whorls: genetic interactions controlling flower development

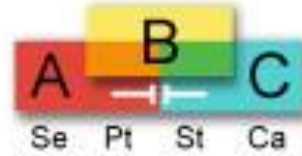
Enrico S. Coen & Elliot M. Meyerowitz*

The analysis of mutations affecting flower structure has led to the identification of some of the genes that direct flower development. Cloning of these genes has allowed the formulation of molecular models of how floral meristem and organ identity may be specified, and has shown that the distantly related flowering plants *Arabidopsis thaliana* and *Antirrhinum majus* use homologous mechanisms in floral pattern formation. ▲ Top

A (APETALA2, AP2),
B (APETALA3 y PISTILLATA, AP3/PI)
C (AGAMOUS, AG).



Wild-type

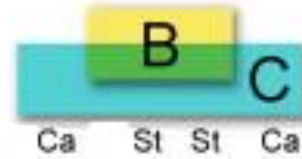


Verticilo 1 (V1)
Verticilo 2 (V2)
Verticilo 3 (V3)
Verticilo 4 (V4)

Sépalos (Se)
Pétalos (Pe)
Estambres (Es)
Carpelos (Ca)



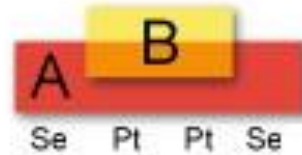
A-function
mutant



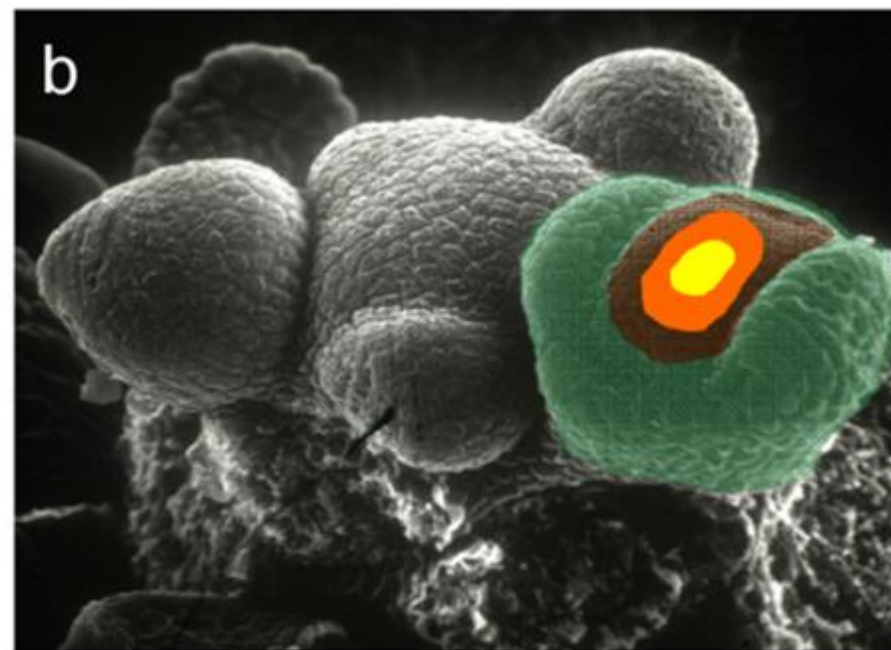
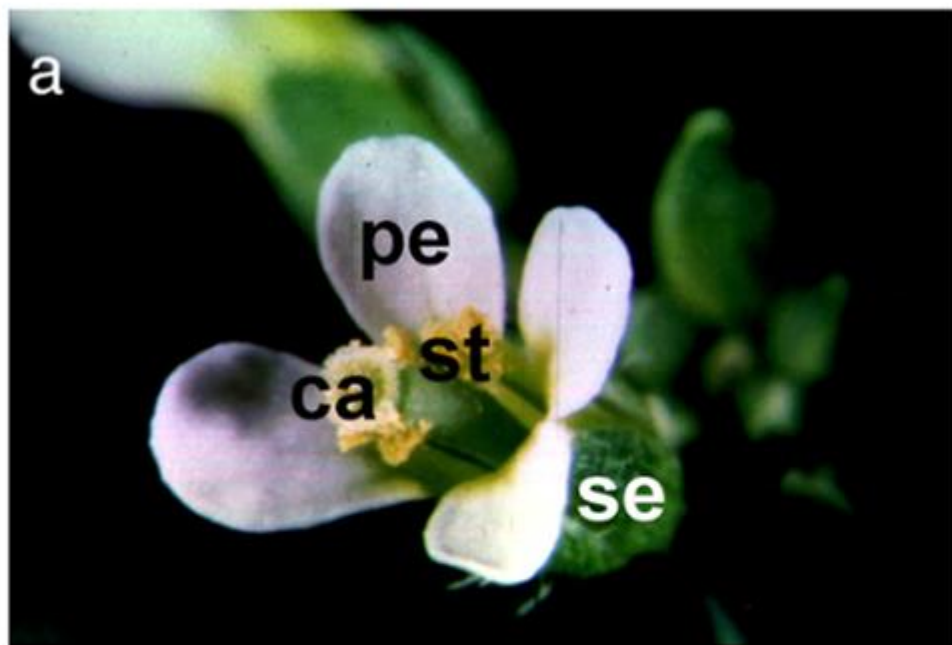
B-function
mutant

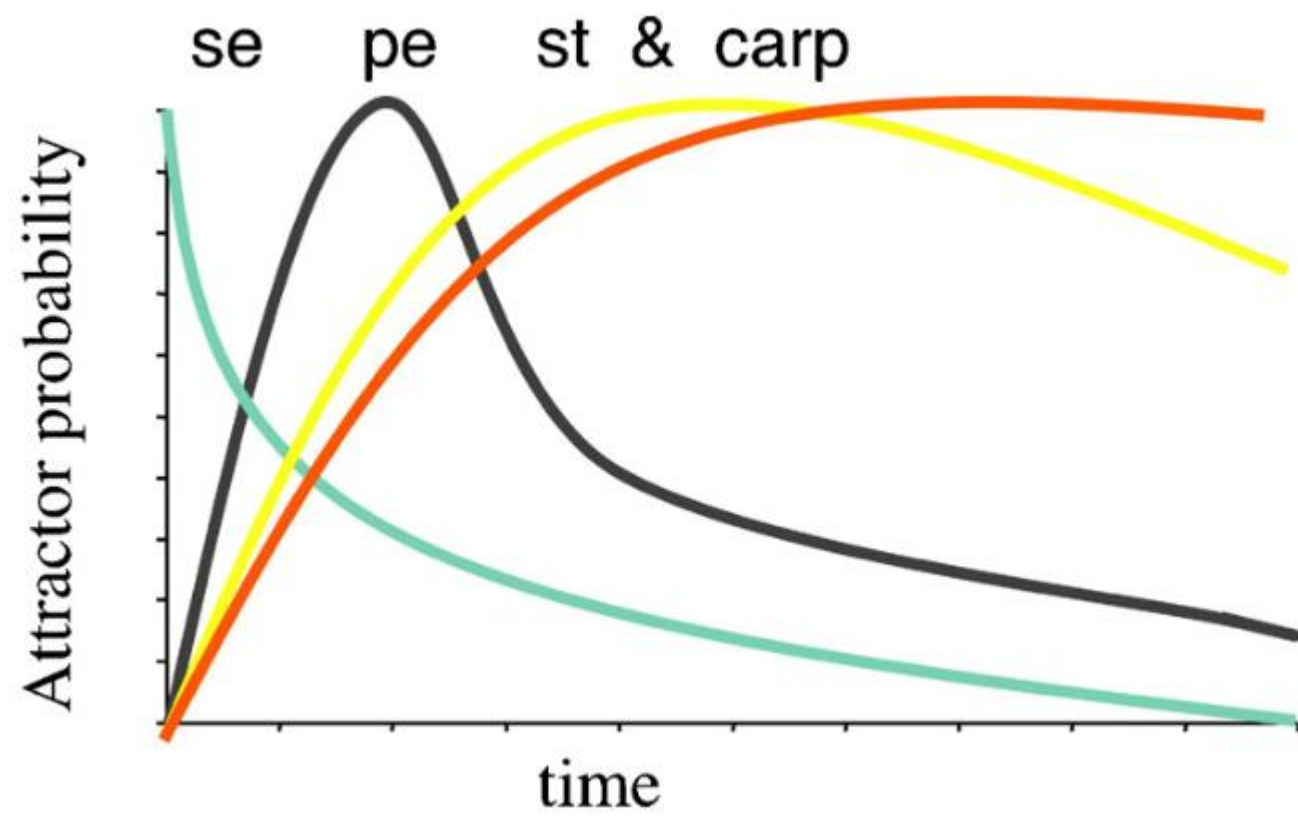


C-function
mutant



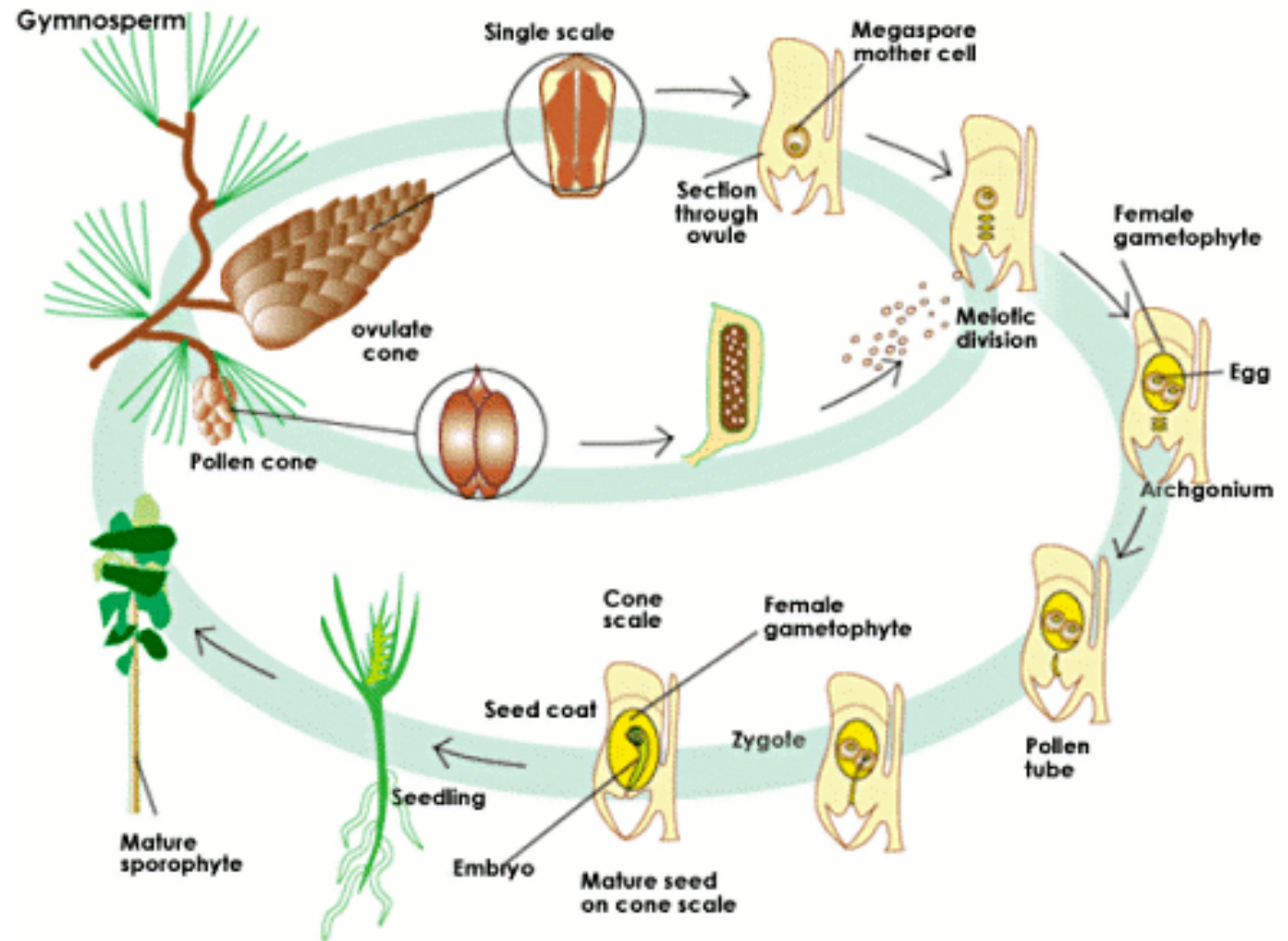
A (APETALA2, AP2),
B (APETALA3 y PISTILLATA, AP3/PI)
C (AGAMOUS, AG).

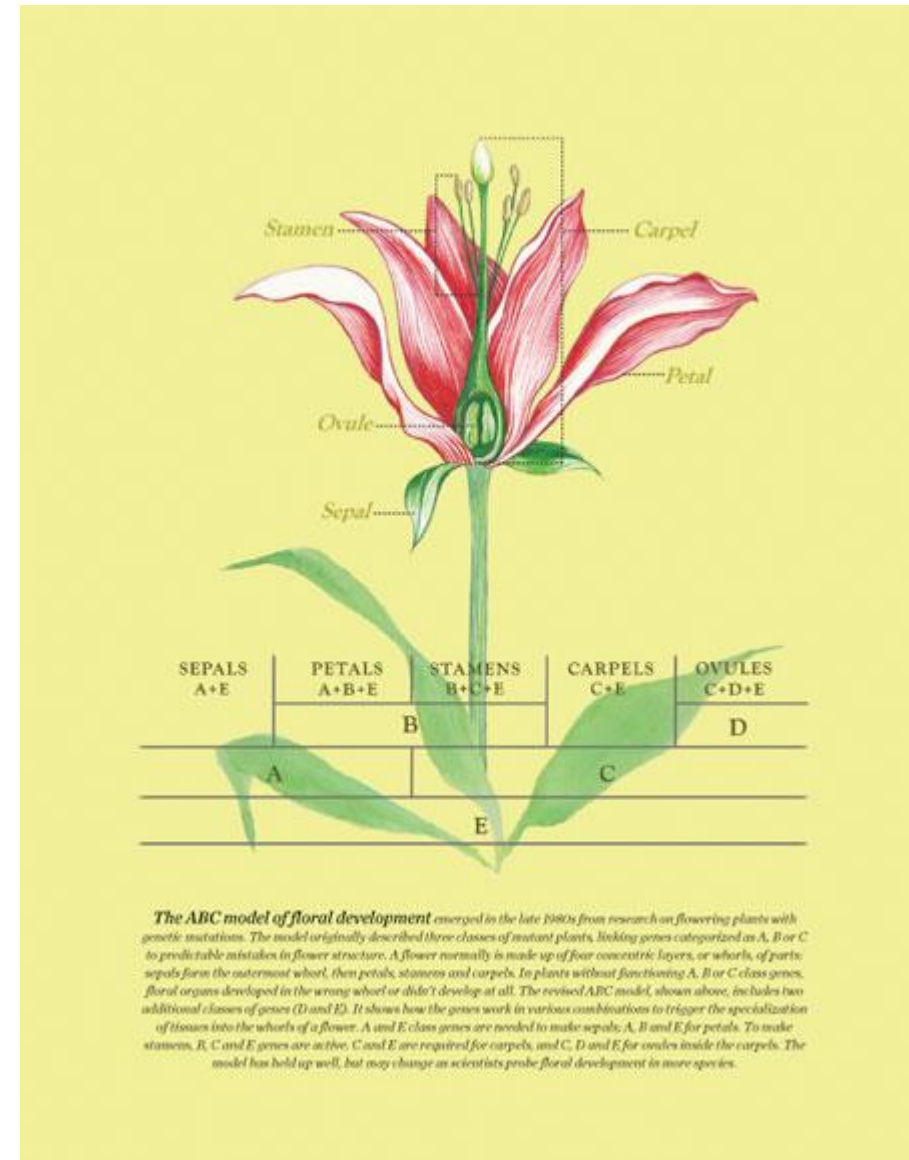
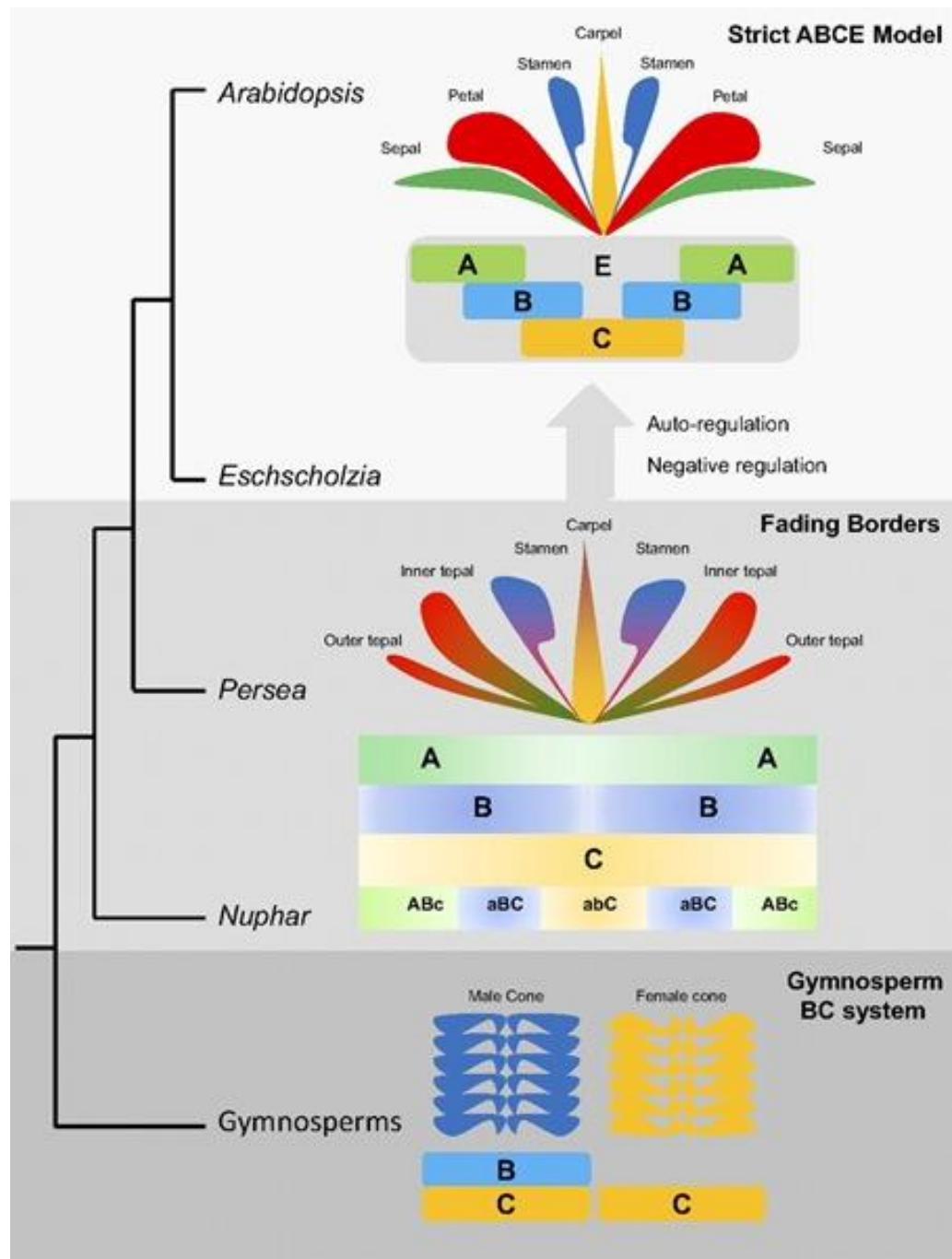




Aparición de las Angiospermas y diversificación de la estructura floral

Función de **B** y **C** estaría presente en el ancestro común de las plantas con semilla. Ha debido ocurrir un cambio en la función de **B** y **A** ha debido adquirir nuevas funciones.





Negative Regulation of the Arabidopsis Homeotic Gene *AGAMOUS* by the *APETALA2* Product

Gary N. Drews, John L. Bowman,
and Elliot M. Meyerowitz
Division of Biology
California Institute of Technology
Pasadena, California 91125

Nature **405**, 200–203 (11 May 2000) | doi:10.1038/35012103; Received 21 January 2000; Accepted 28 February 2000

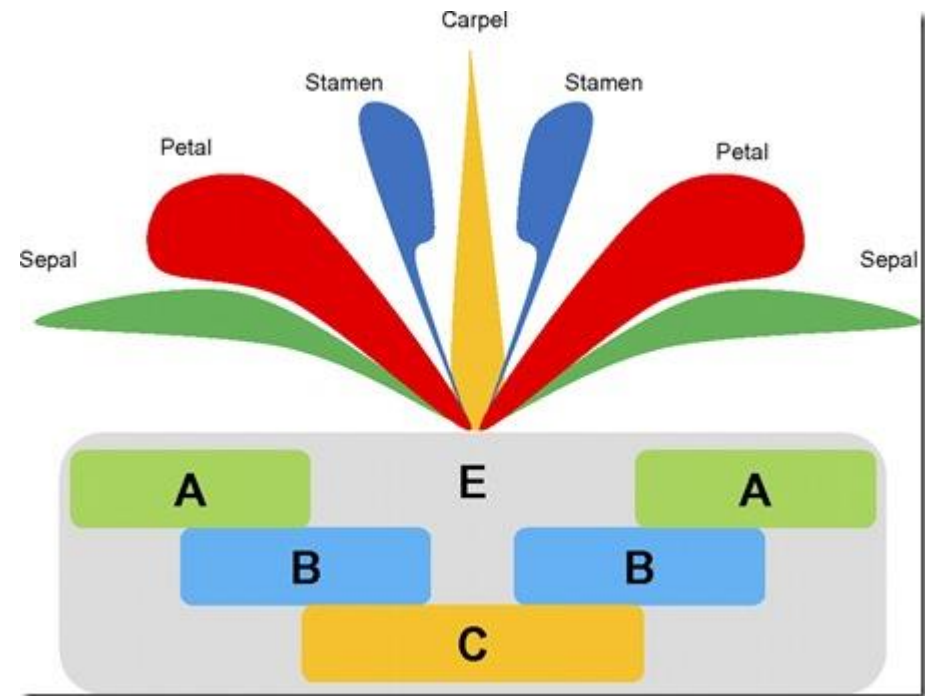
B and C floral organ identity functions require
SEPALLATA MADS-box genes

Soraya Pelaz¹, Gary S. Ditta¹, Elvira Baumann², Ellen Wisman² & Martin F. Yanofsky¹

1. Section of Cell and Developmental Biology, La Jolla, California 92093-0116, USA

2. Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Carl-von-Linné-Weg 10, 50829 Köln, Germany

E: SEPALLATA



Conservation and canalization of gene expression during angiosperm diversification accompany the origin and evolution of the flower

André S. Chanderbali^{a,b,1}, Mi-Jeong Yoo^{a,2}, Laura M. Zahn^{c,3}, Samuel F. Brockington^{a,4}, P. Kerr Wall^{c,5}, Matthew A. Gitzendanner^a, Victor A. Albert^d, James Leebens-Mack^e, Naomi S. Altman^f, Hong Ma^{c,g}, Claude W. dePamphilis^c, Douglas E. Soltis^a, and Pamela S. Soltis^b

^aDepartment of Biology and ^bFlorida Museum of Natural History, University of Florida, Gainesville, FL 32611; Departments of ^cBiology and ^fStatistics, Pennsylvania State University, University Park, PA 16802; ^dDepartment of Biological Sciences, State University of New York, Buffalo, NY 14260; ^eDepartment of Plant Biology, University of Georgia, Athens, GA 30602; and ^gState Key Laboratory of Genetic Engineering, Institute of Plant Biology, School of Life Sciences, Center of Evolutionary Biology, Fudan University, Shanghai 200433, China

Edited* by David L. Dilcher, University of Florida, Gainesville, FL, and approved November 9, 2010 (received for review September 8, 2010)



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Seminars in Cell & Developmental Biology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/semcdb



Review

From ABC genes to regulatory networks, epigenetic landscapes and flower morphogenesis: Making biological sense of theoretical approaches

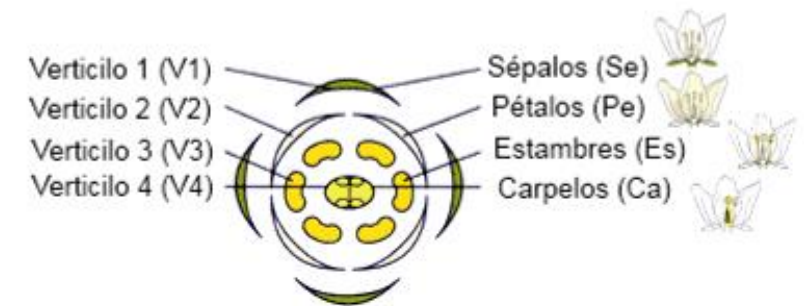
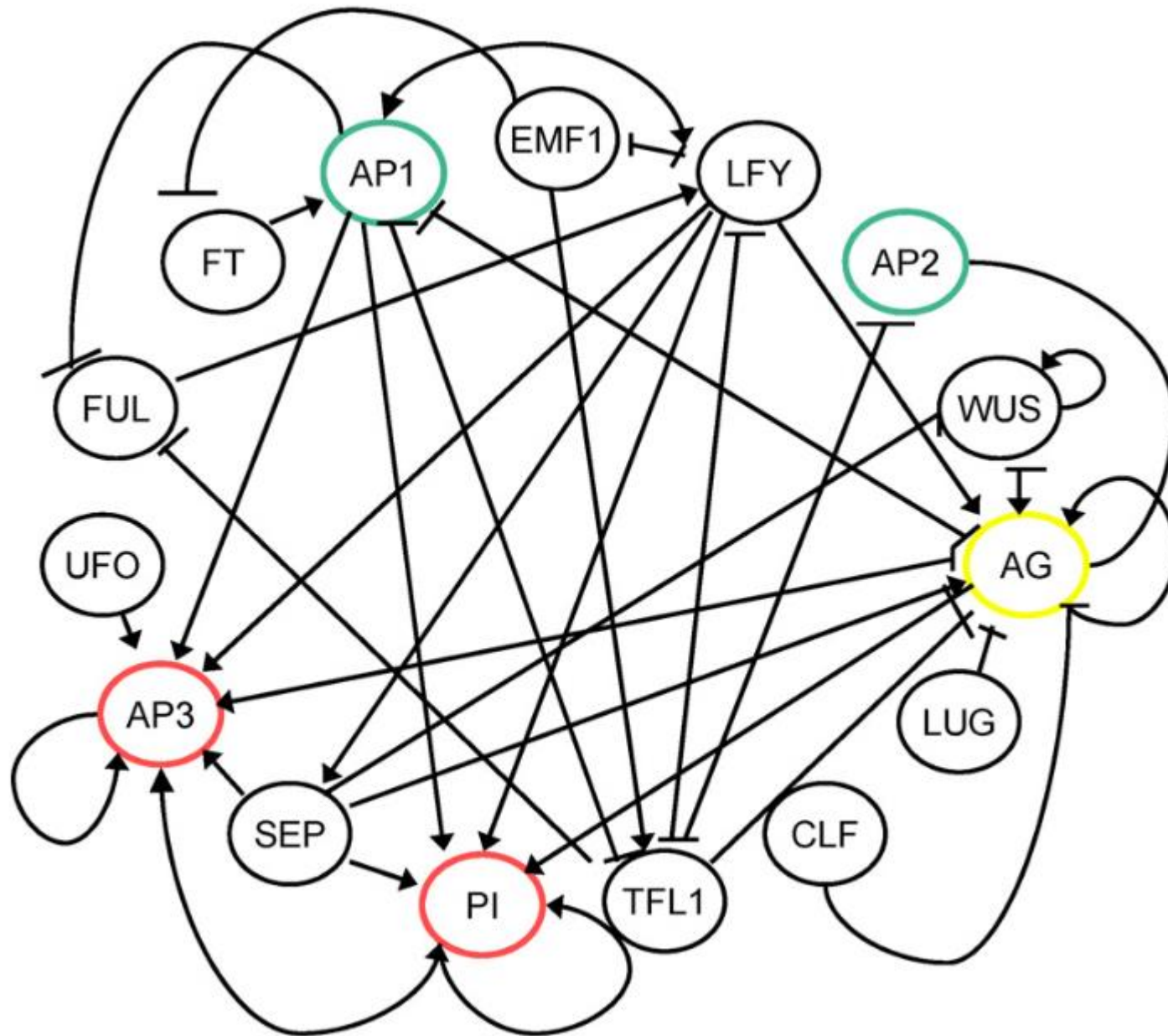
Elena R. Alvarez-Buylla^{a,d,*}, Eugenio Azpeitia^{a,d}, Rafael Barrio^{b,d}, Mariana Benítez^{a,d}, Pablo Padilla-Longoria^{c,d}

^a Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, México, D.F. 04510, Mexico

^b Instituto de Física, UNAM, Apdo, Postal 20-364, Mexico 01000, D.F. 04510, Mexico

^c Instituto de Investigación en Matemáticas Aplicadas Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, México, D.F. 04510, Mexico

^d Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, México, D.F. 04510, Mexico

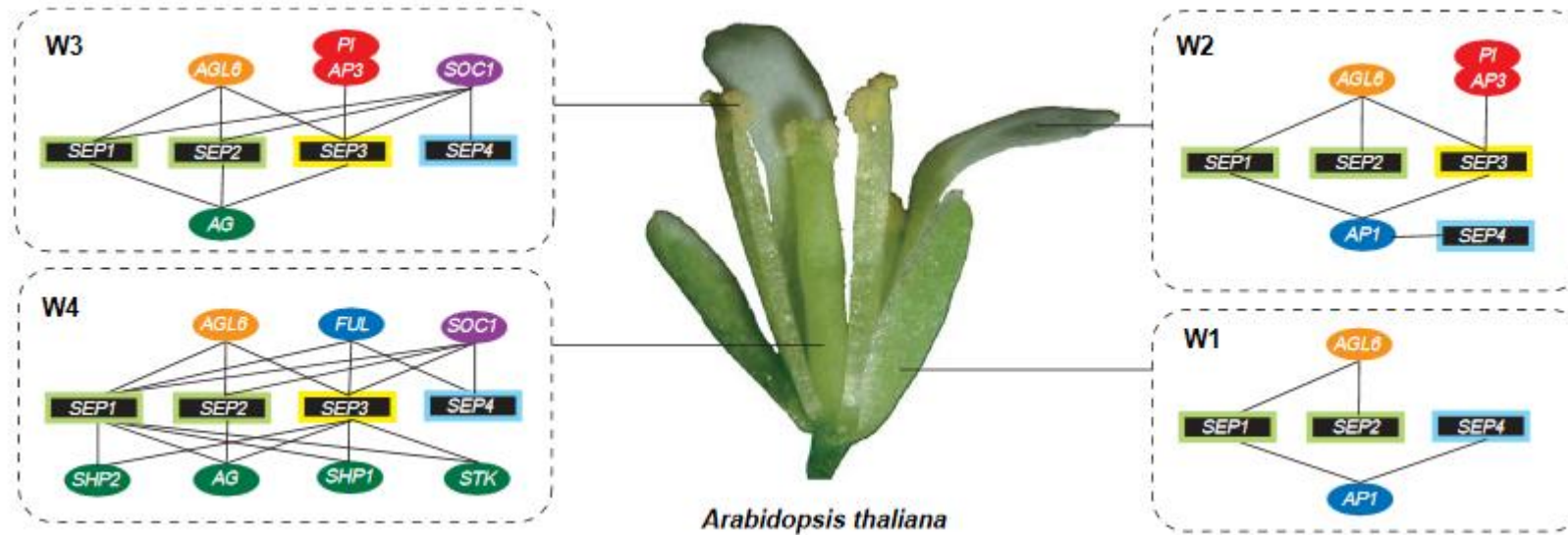


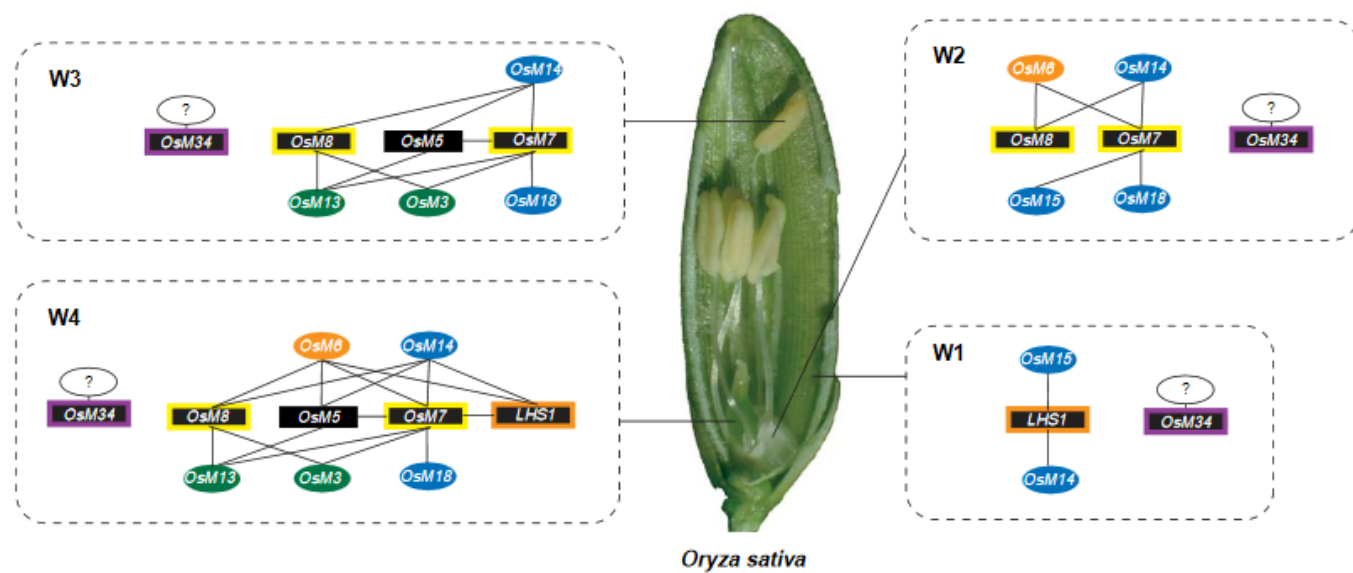
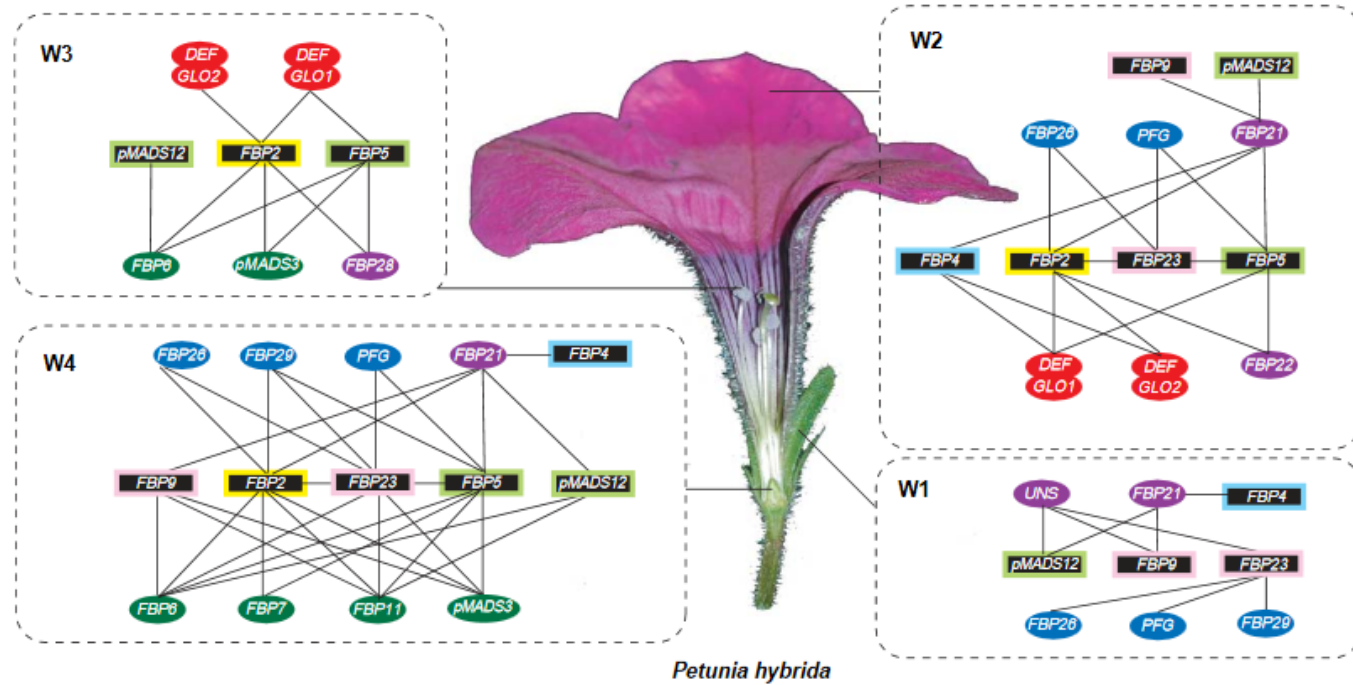
A (APETALA2, AP2),
B (APETALA3 y PISTILLATA, AP3/PI)
C (AGAMOUS, AG).

SEPALLATA gene diversification: brave new whorls

Simon T. Malcomber and Elizabeth A. Kellogg

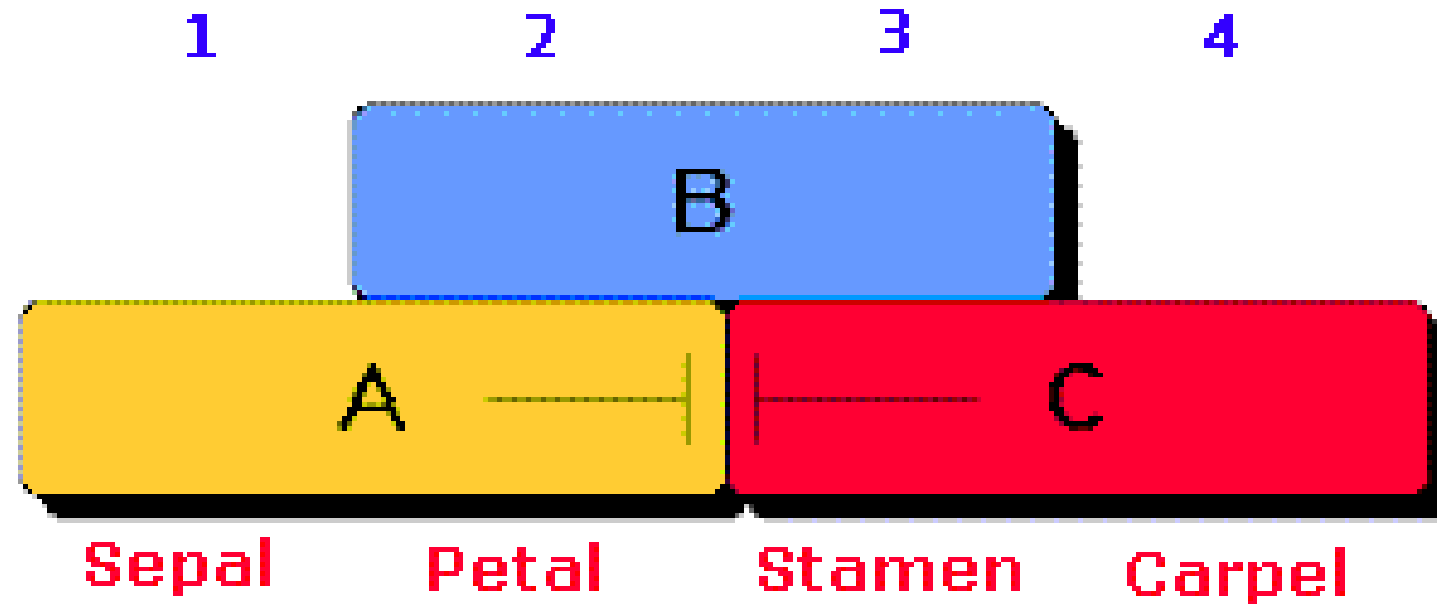
Department of Biology, University of Missouri – St. Louis, One University Boulevard, Saint Louis, MO 63121, USA





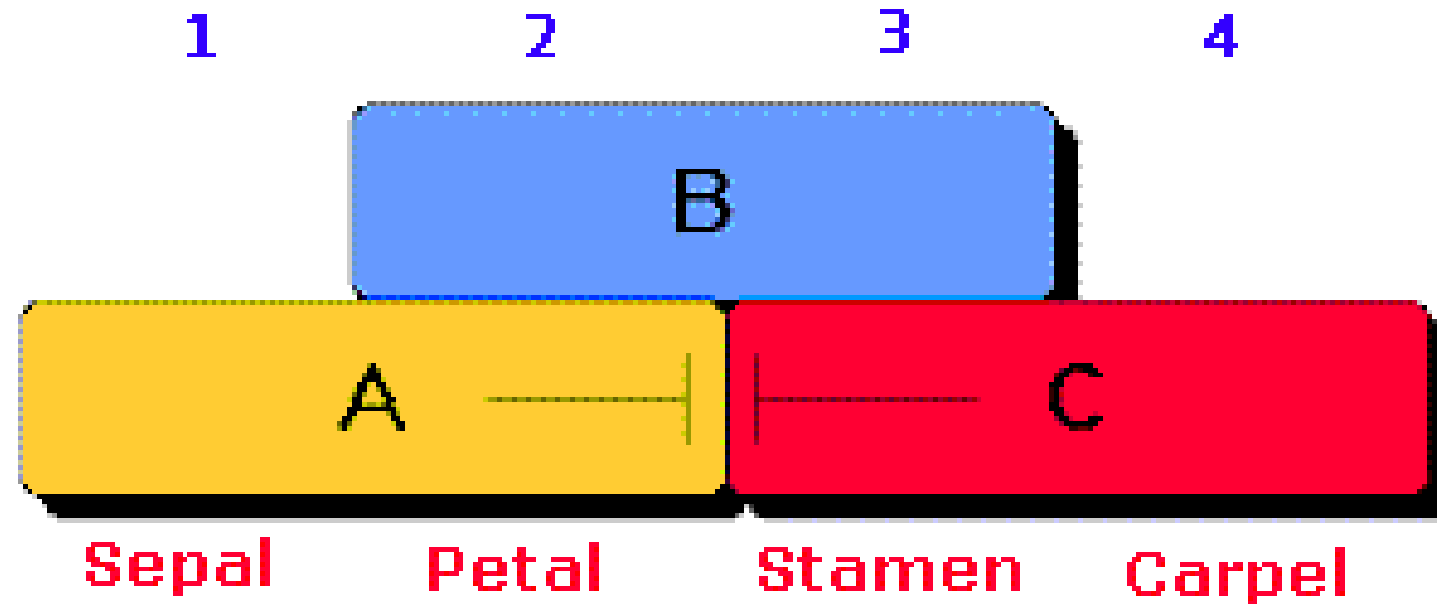
Genes determinantes del sexo en plantas

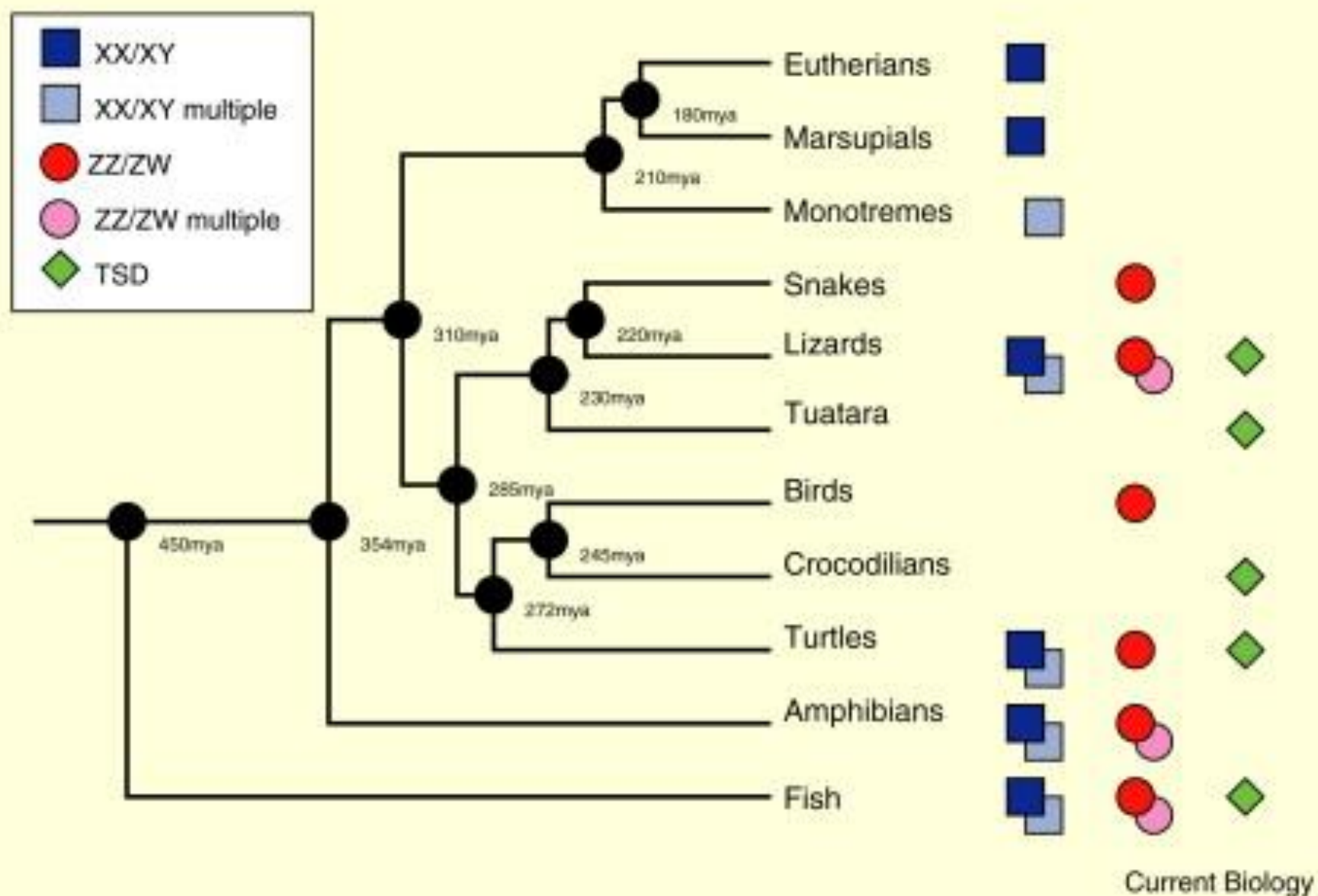
En *Silene latifolia* el gen *SIAP3* (homólogo de *APETALA3*) se encuentra en los cromosomas sexuales. Tal como demuestra el estudio de ARNm, existe un patrón diferencial de expresión: el alelo Y se expresa fundamentalmente en estambres y pétalos, mientras que el alelo X se expresa en pétalos, estilos y ovarios.



Genes determinantes del sexo en plantas

Otro gen candidato en *Silene latifolia* es *SIWUS1* (homólogo de *WUSCHEL*). *WUSCHEL* está implicado en el desarrollo de las anteras en *Arabidopsis*. En *Silene* existe una única copia en el cromosoma X. Podría tratarse de un caso de regulación por haploinsuficiencia, ya que la compensación de dosis no existe, al menos en estas etapas del desarrollo.





autosomes

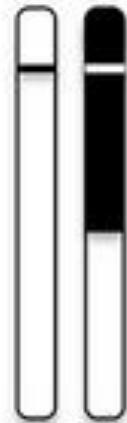


X Y



Sry

X Y



Sry

X Y



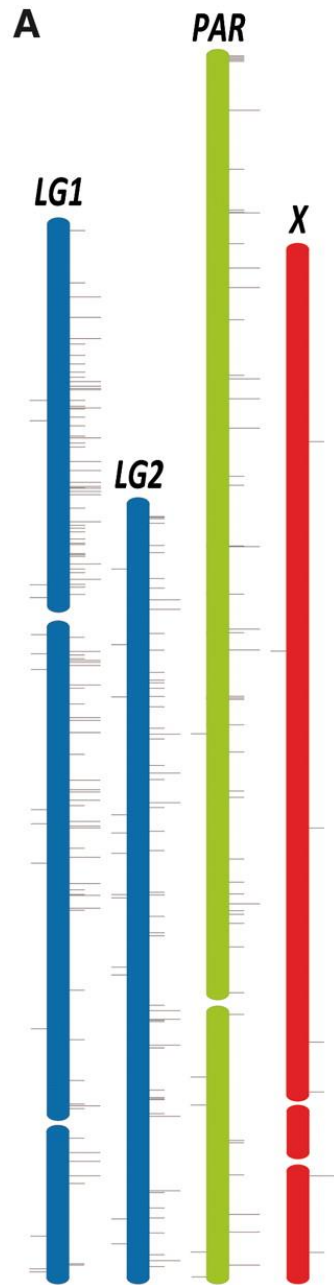
Sry

X Y



Sry



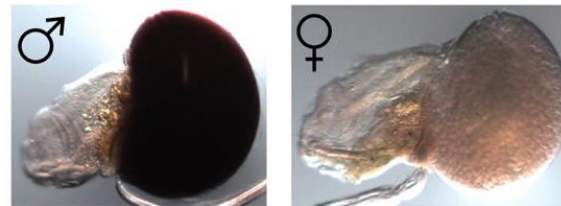
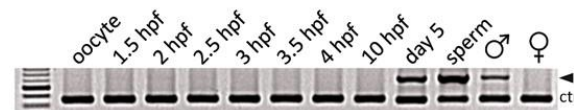
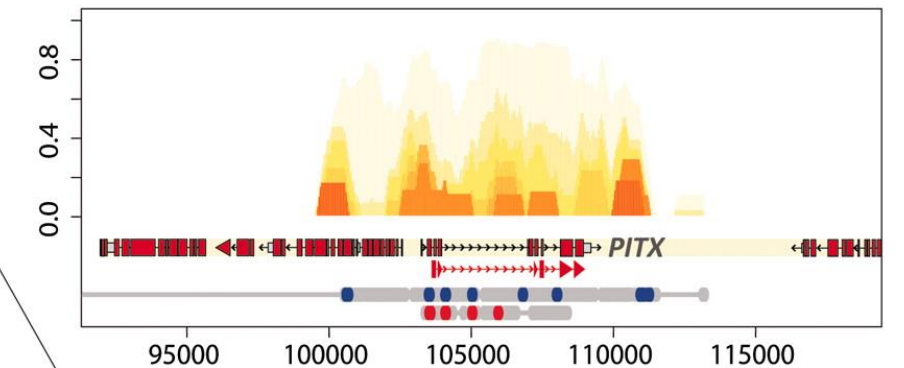


Plasticity of Animal Genome Architecture Unmasked by Rapid Evolution of a Pelagic Tunicate

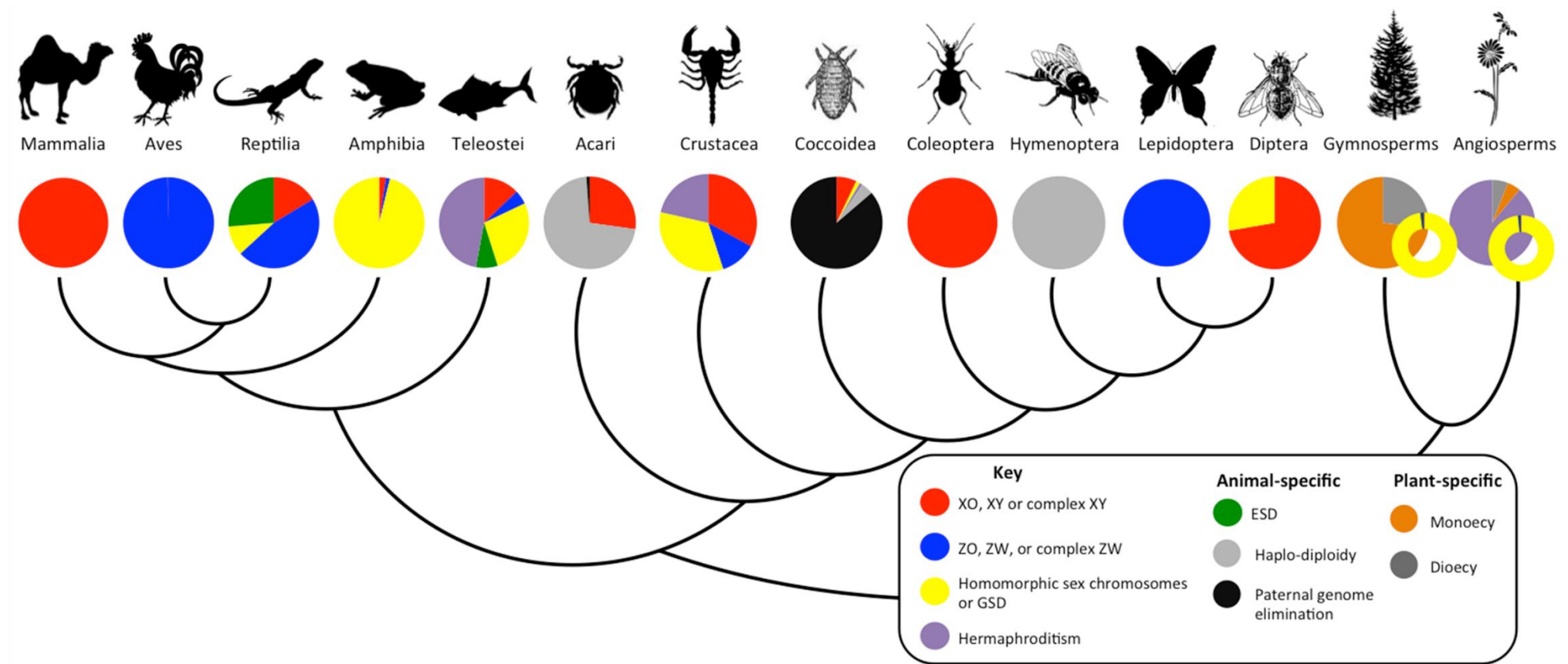
France Denoeud^{1,2,3}, Simon Henriet^{4,*}, Sutada Mungpakdee^{4,*}, Jean-Marc Aury^{1,2,3,*}, Corinne Da Silva^{1,2,3,*}, Henner Bri...

+ See all authors and affiliations

Science 03 Dec 2010:
Vol. 330, Issue 6009, pp. 1381-1385
DOI: 10.1126/science.1194167



Oikopleura dioica

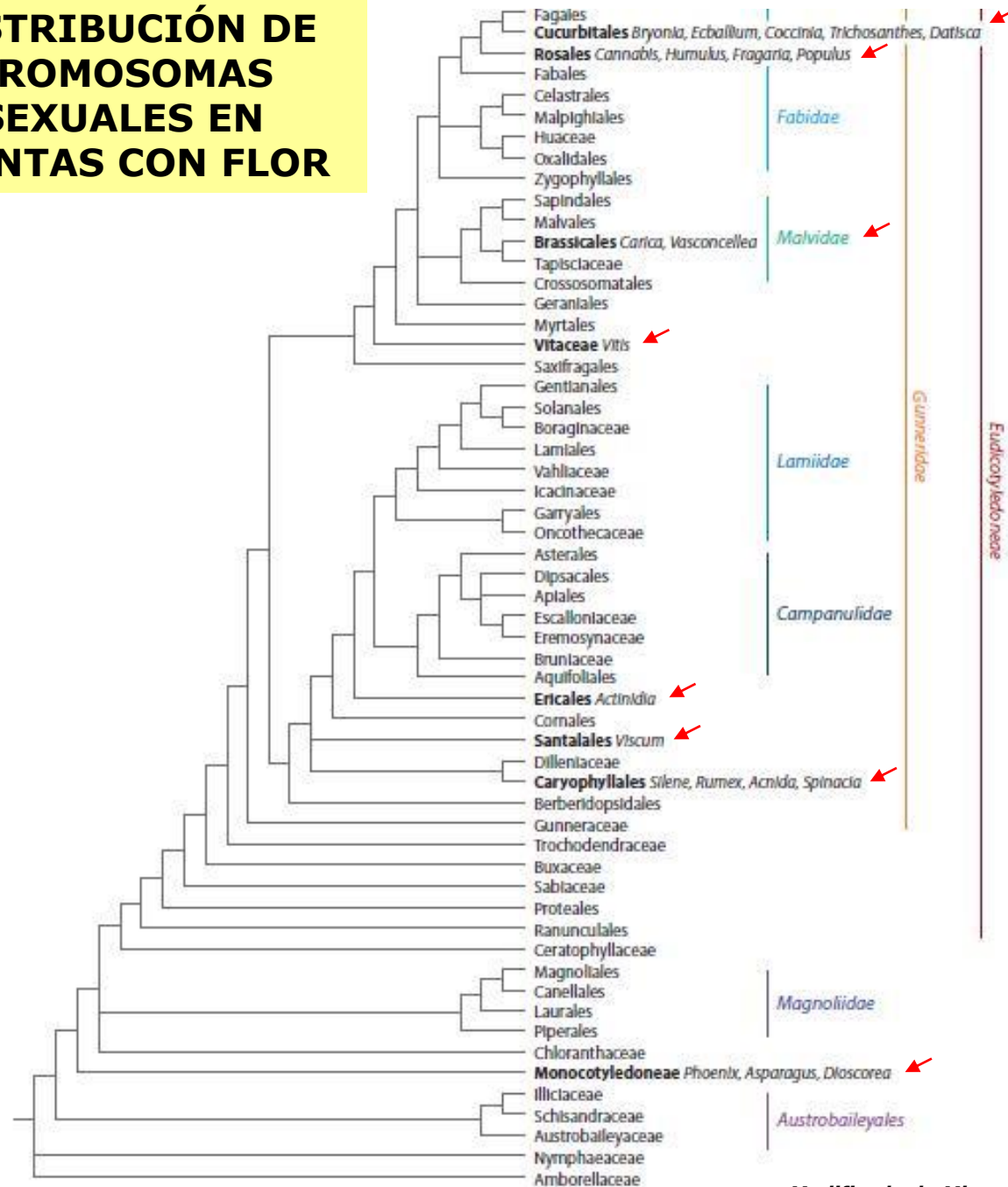


La mayor parte de las plantas con flor son hermafroditas. Un **7%** de las angiospermas son monoicas y un **5-6%** son dioicas.

El 15% de las especies arbóreas son dioicas (**23%** dioicas y **11,4%** monoicas en los bosques tropicales)

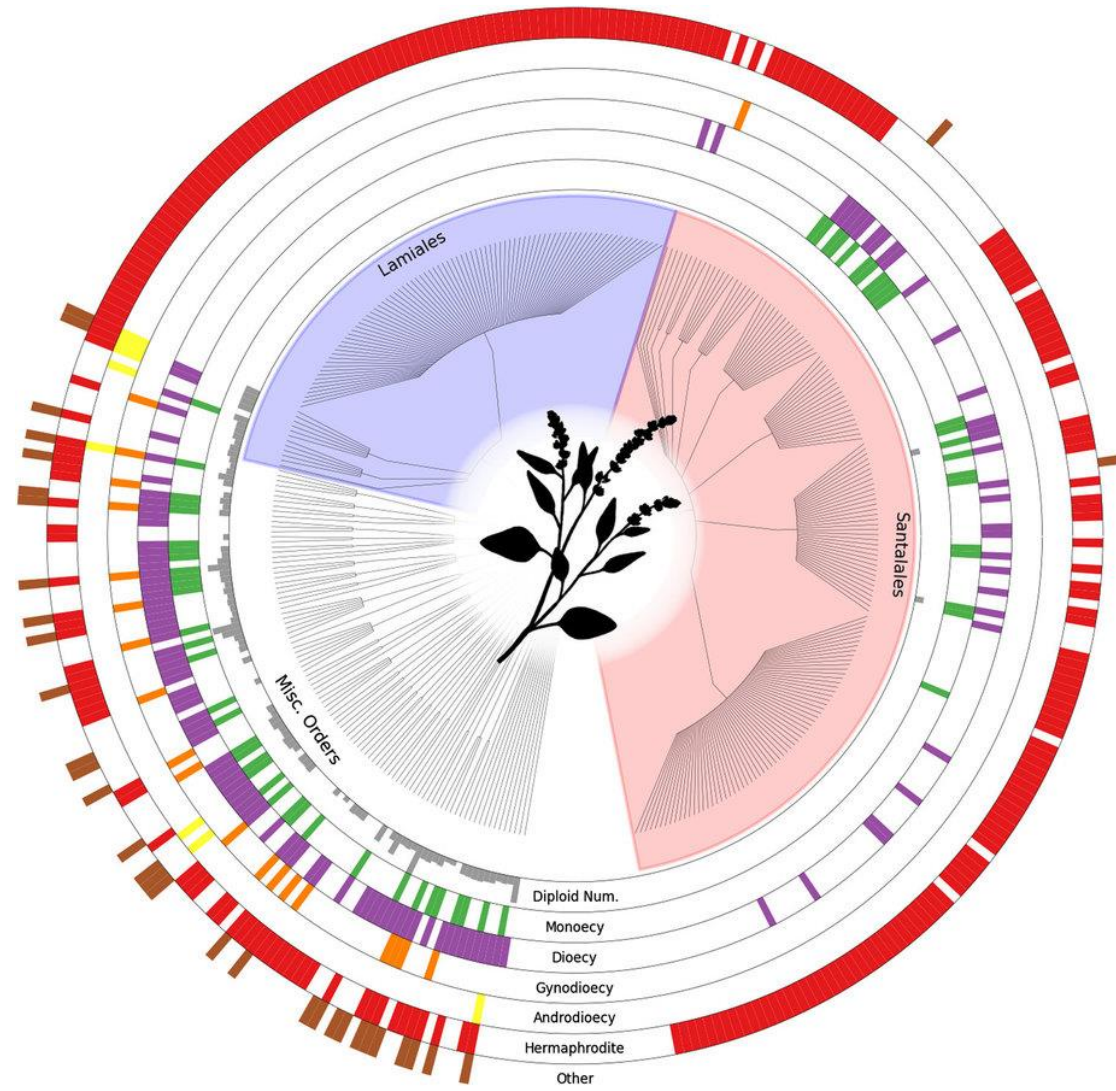
El **35%** de plantas leñosas son dioicas en regiones tropicales de costa.

DISTRIBUCIÓN DE CROMOSOMAS SEXUALES EN PLANTAS CON FLOR



Briófitos y Algas

La **dioecia** ha aparecido más de 100 veces distintas en las 160 familias de plantas que incluyen especies con sexos separados. Es, por tanto, muy improbable que hayan seguido el mismo patrón evolutivo y que la dioecia tenga un origen común.



Ambos sexos juntos



Hermafroditismo



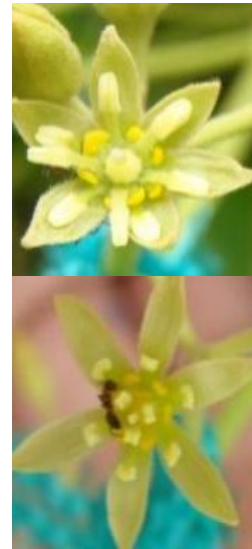
Sexos separados en el mismo individuo

en el espacio

en el tiempo

Monoecia

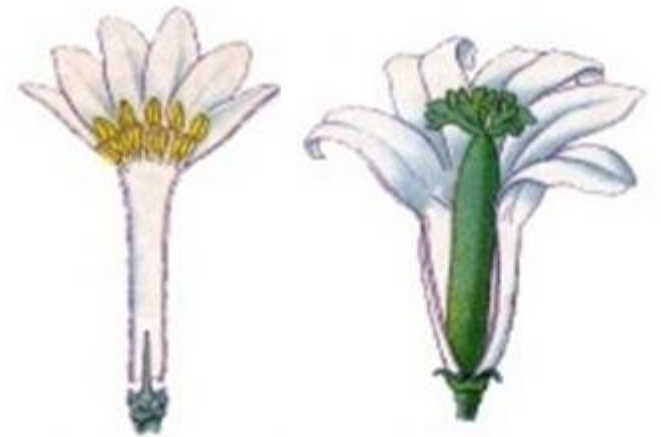
Dicogamia



Individuos con sexos separados



Dioecia

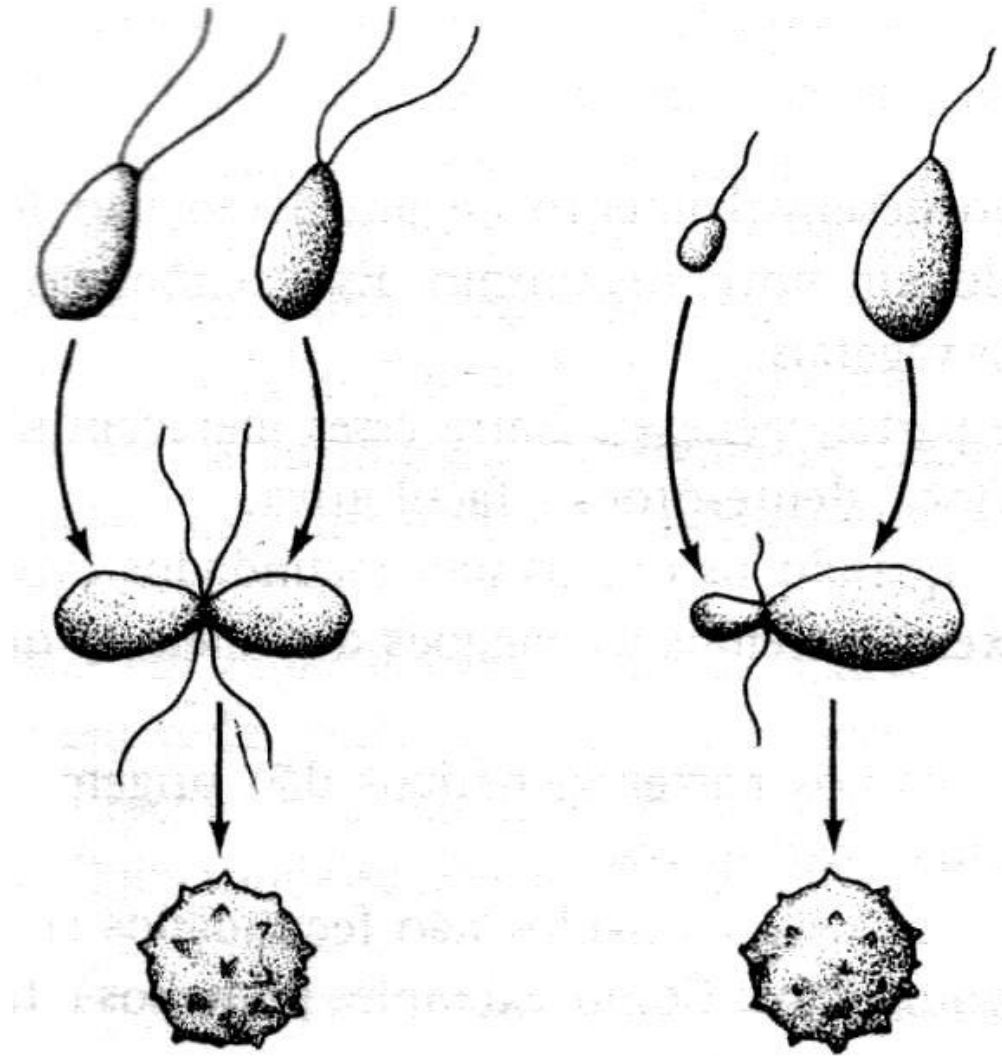


The evolution of anisogamy: a game-theoretic approach

M. G. Bulmer^{1*} and G. A. Parker²

¹*The Old Vicarage, Chittlehampton, Umberleigh, Devon EX37 9RQ, UK*

²*Population and Evolutionary Biology Research Group, School of Biological Sciences, University of Liverpool, Liverpool L69 3GS, UK*



X Y



X Y



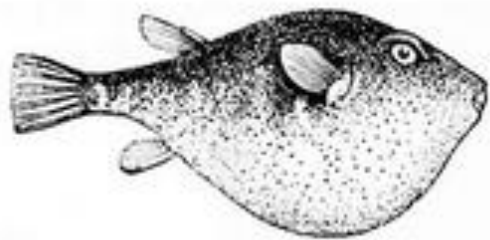
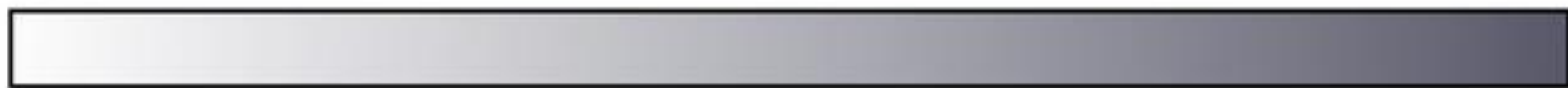
Z W



X Y

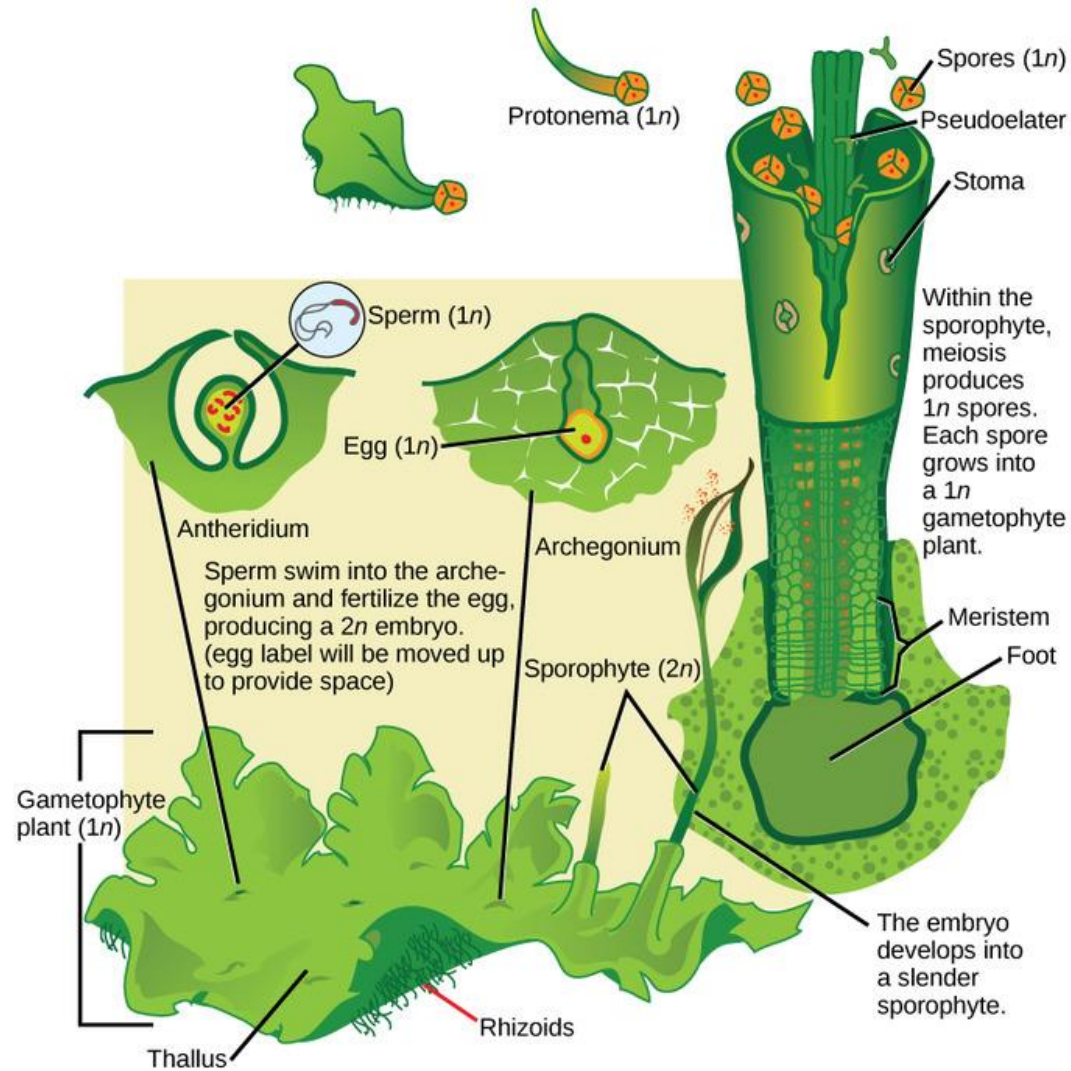


X Y



Regiones determinantes del sexo vs Cromosomas sexuales

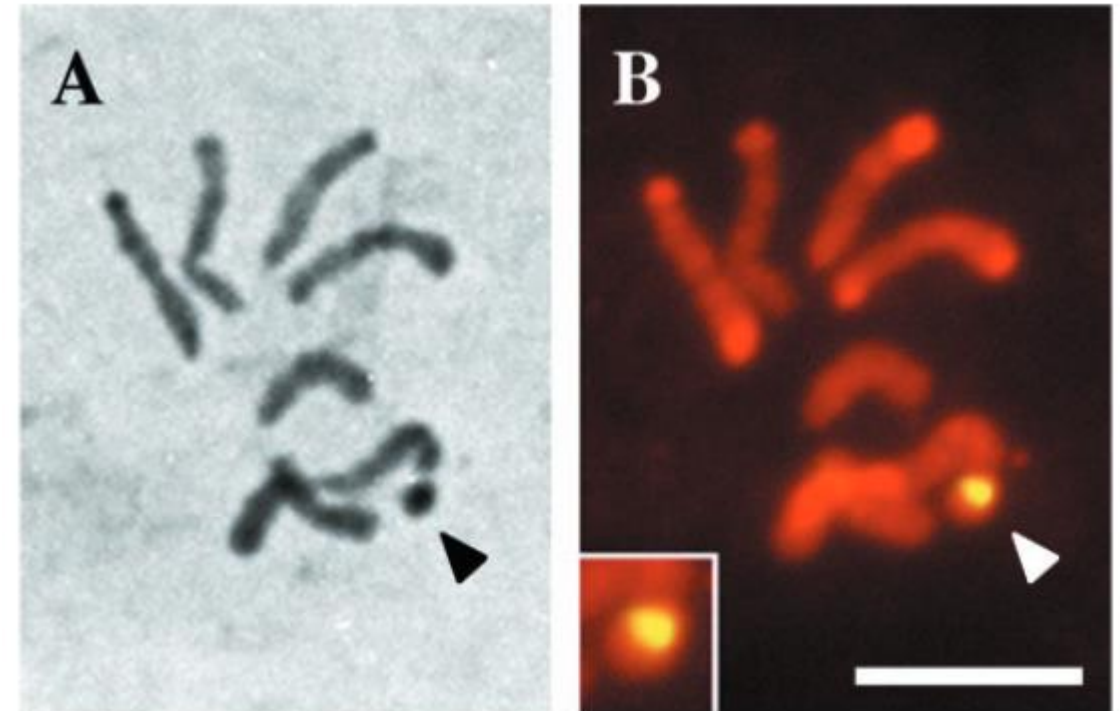




The Y chromosome in the liverwort *Marchantia polymorpha* has accumulated unique repeat sequences harboring a male-specific gene

Sachiko Okada^{*,†}, Takefumi Sone^{*,†}, Masaki Fujisawa^{*,†}, Shigeki Nakayama[‡], Mizuki Takenaka^{*}, Kimitsune Ishizaki^{*}, Kaoru Kono^{*}, Yuu Shimizu-Ueda^{*}, Tsutomu Hanajiri^{*}, Katsuyuki T. Yamato^{*}, Hideya Fukuzawa^{*}, Axel Brennicke[§], and Kanji Ohyama^{*,†}

^{*}Laboratory of Plant Molecular Biology, Division of Integrated Life Science, Graduate School of Biostudies, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan; [†]Genetic Resources 2, National Institute of Agrobiological Sciences, Tsukuba 305-8602, Japan; and [§]Molekulare Botanik, Universität Ulm, Albert-Einstein-Allee, 89069 Ulm, Germany

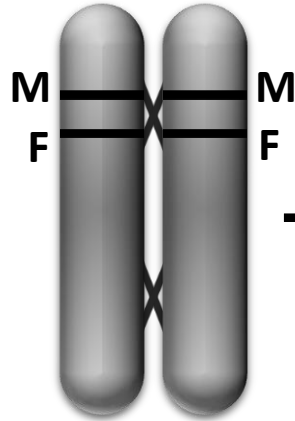




f: female-sterility mutation

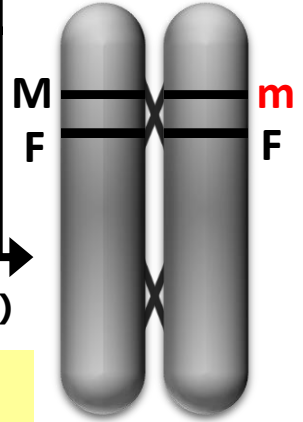
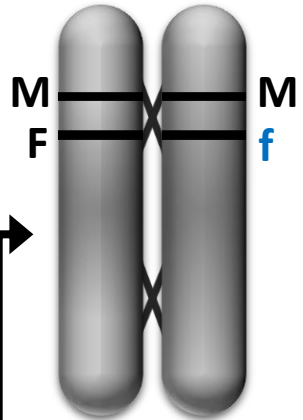


**AUTOSOMAS
(Androdioecia)**



**AUTOSOMAS
(Hermafroditismo)**

**M: male activator
F: female fertility**

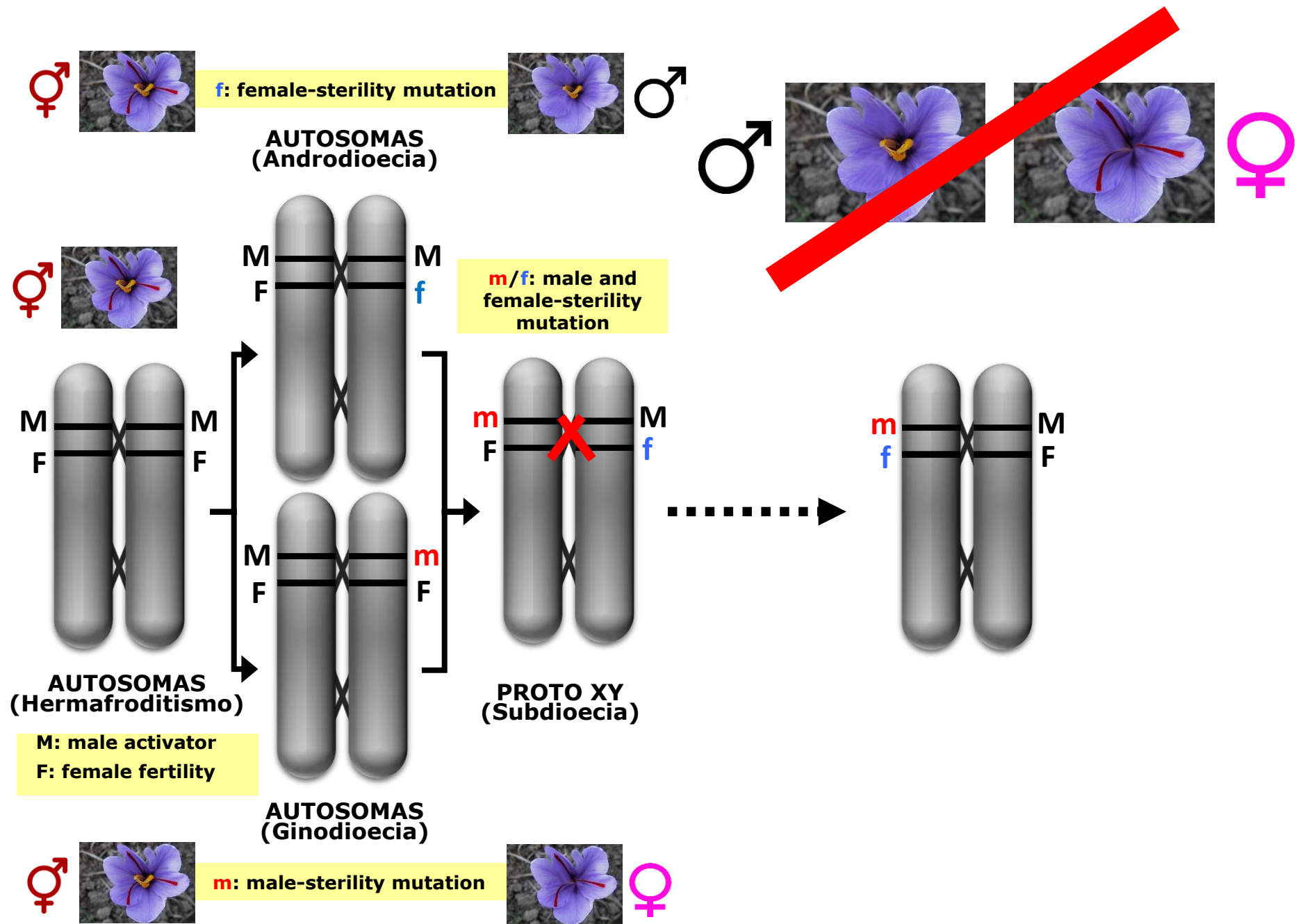


**AUTOSOMAS
(Ginodioecia)**



m: male-sterility mutation



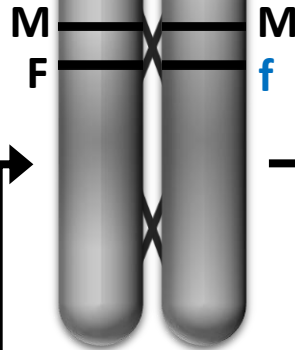




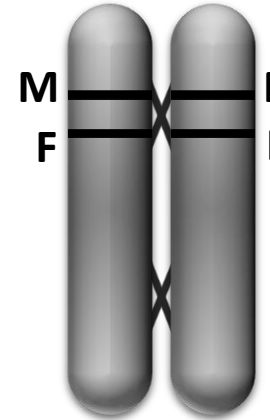
f: female-sterility mutation



**AUTOSOMAS
(Androdioecia)**

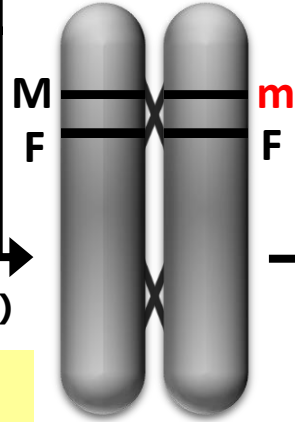


m/f: male and female-sterility mutation



**AUTOSOMAS
(Hermafroditismo)**

M: male activator
F: female fertility



**AUTOSOMAS
(Ginodioecia)**



m: male-sterility mutation



**PROTO XY
(Subdioecia)**

**PROTO XY
(Dioecia)**

**XY
(Dioecia)**

**XY
(Dioecia)**

Reordenaciones
Cromosómicas

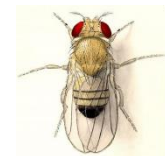
Acumulación de
Secuencias
Repetidas

Cromosoma Y
Degenerado

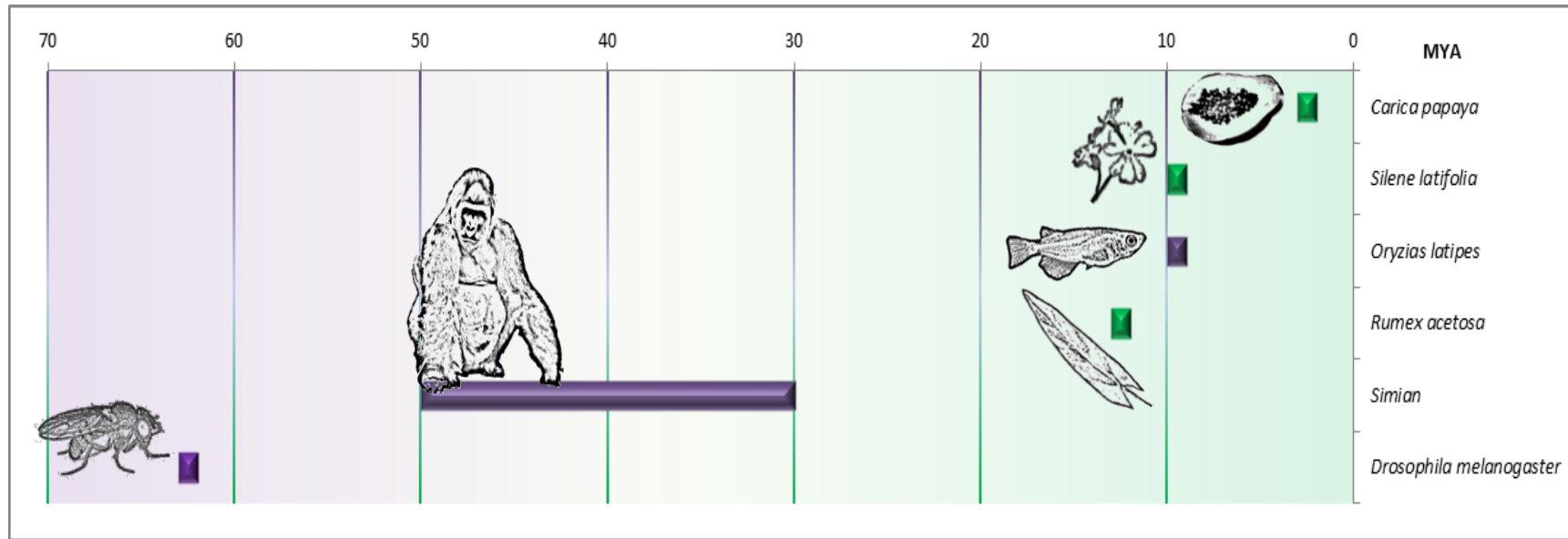
Y Activo



X:Autosomas



EVOLUCIÓN DE LOS CROMOSOMAS SEXUALES



Sola-Campoy et al., 2012



200-300 m.a.



las fresas



la papaya



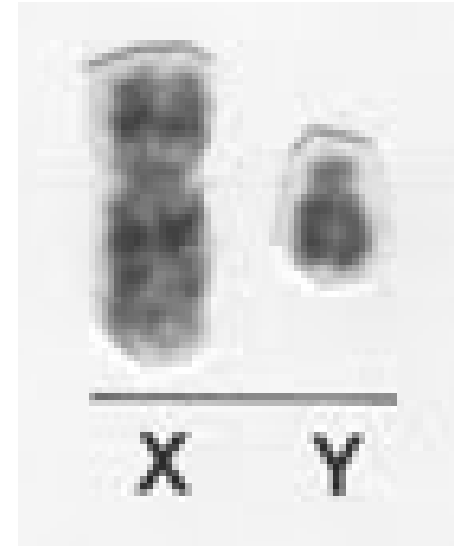
las collejas



las acederas

Hasta 20 m.a.

Características de los Cromosomas Sexuales



Pérdida de Material Genético

Pocos Genes Funcionales

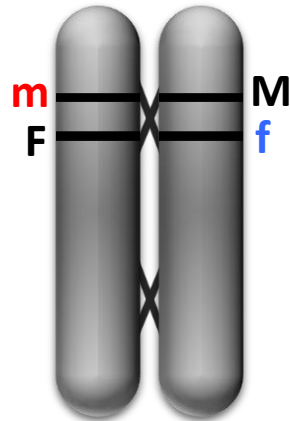
Alto contenido ADN basura (ADN satélite y Elementos Móviles)

Grado de sinapsis-recombinación

PRIMERA ETAPA: LAS FRESAS (*Fragaria virginiana*)



**m/f: male and
female-sterility
mutation**



**PROTO XY
(Subdioecia)**

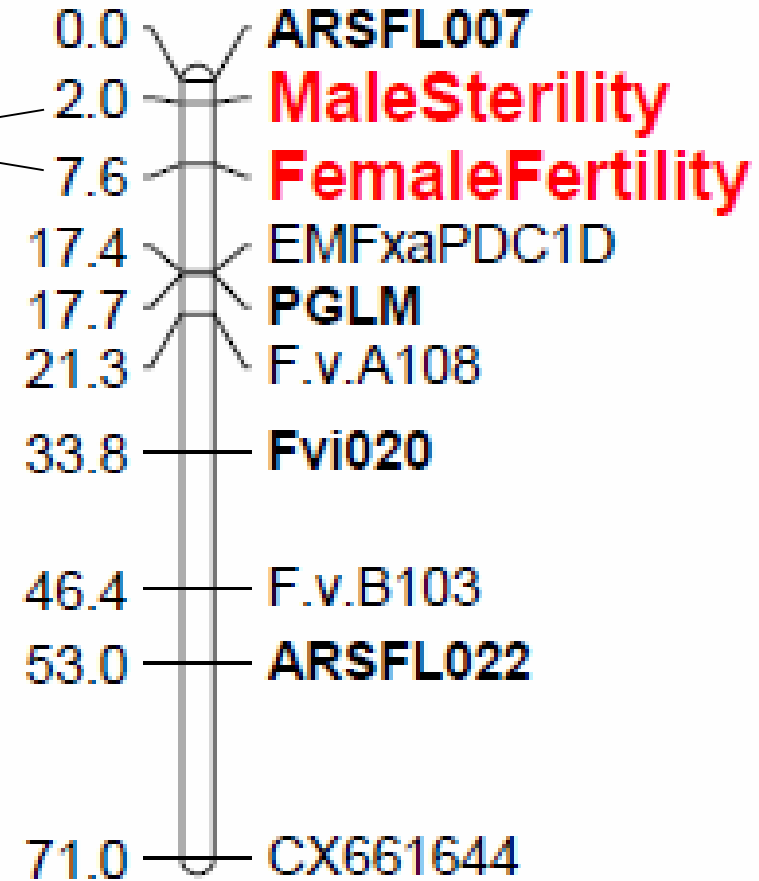


PRIMERA ETAPA: LAS FRESAS (*Fragaria virginiana*)

Ocurre la recombinación dando lugar a individuos macho, hembra, hermafroditas y neutros en la descendencia

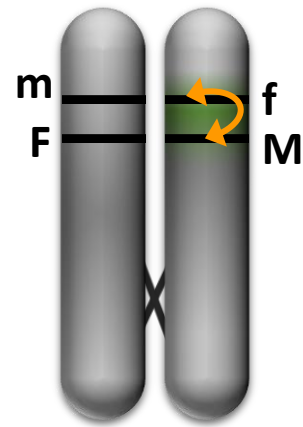
No existen signos de degeneración molecular. De hecho, los individuos YY son viables

5.6 cM de distancia



Ashman et al., 2012

SEGUNDA ETAPA: LA PAPAYA (*Carica papaya*)

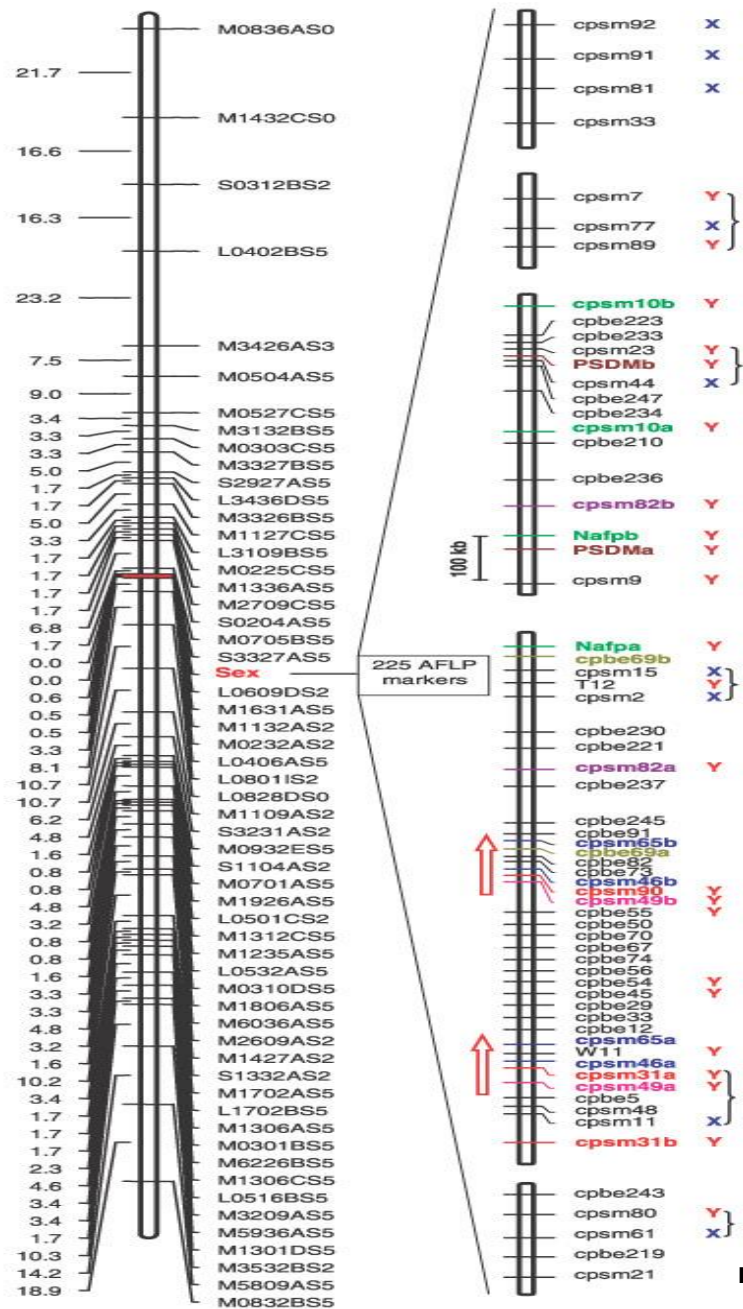


**PROTO XY
(Dioecia)**

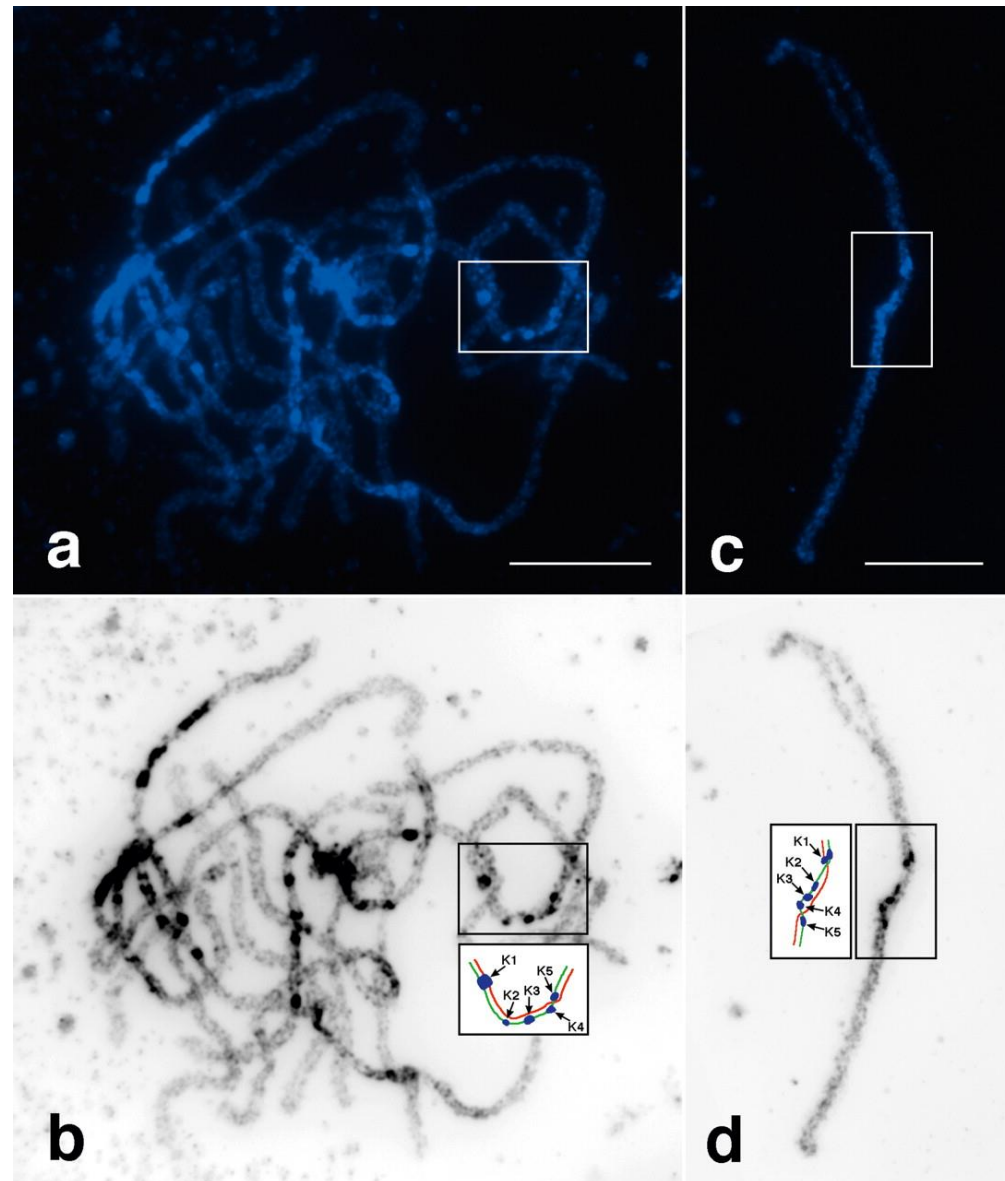
**Reordenaciones
Cromosómicas**



SEGUNDA ETAPA: LA PAPAYA (*Carica papaya*)

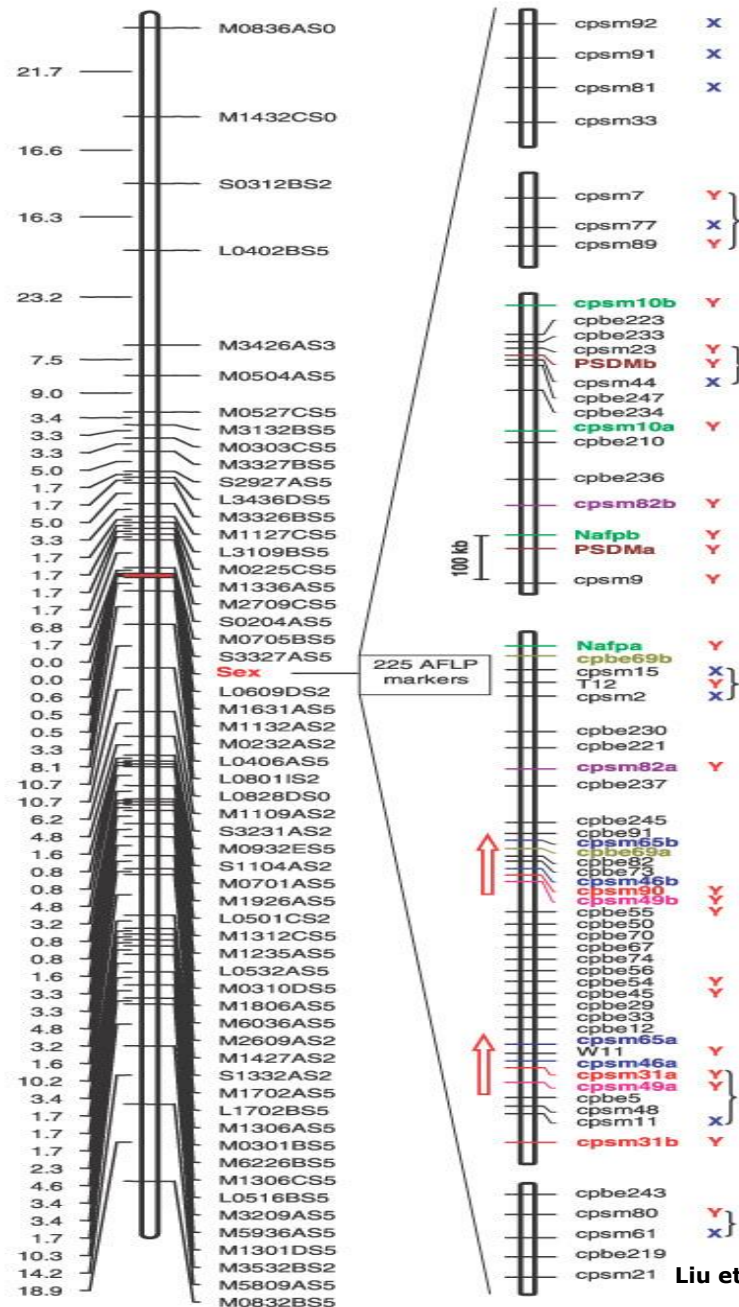


Liu et al., 2004



Zhang et al., 2008

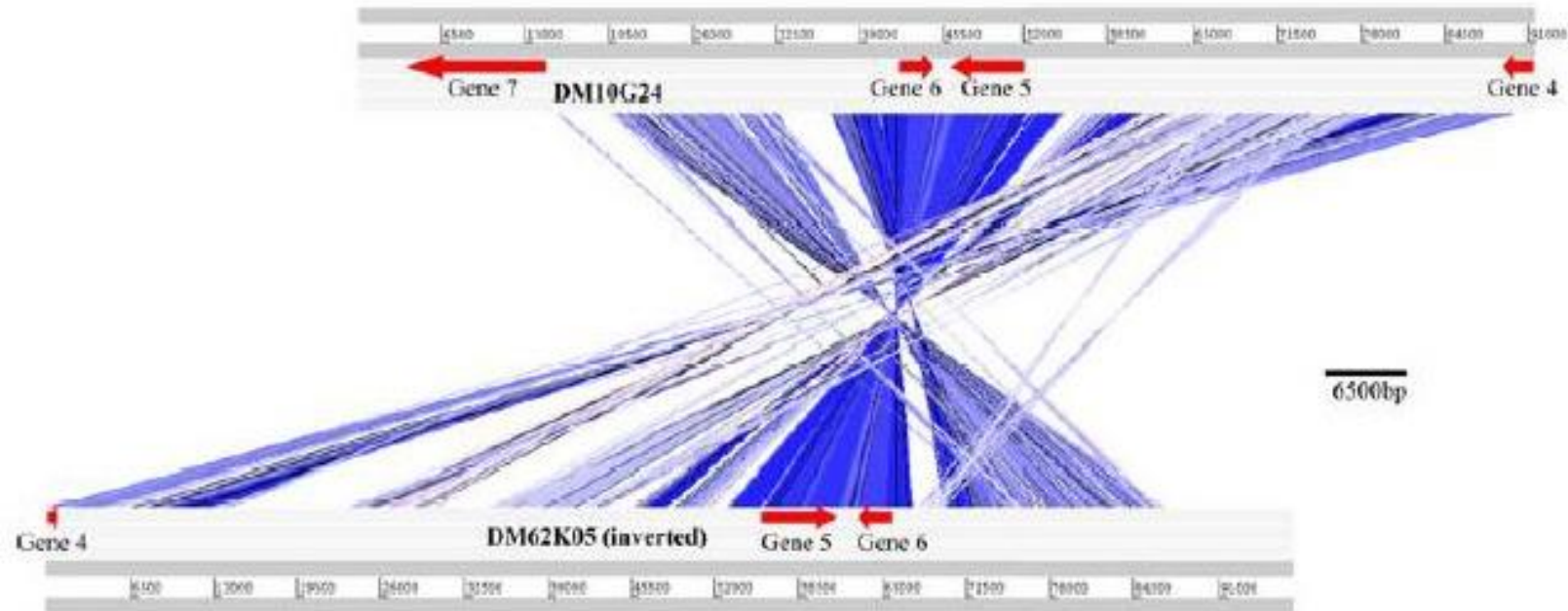
SEGUNDA ETAPA: LA PAPAYA (*Carica papaya*)



Se observa una región en la que hay una tasa de recombinación reducida

Los genes determinantes del sexo se encuentran acumulados en una zona muy próxima al centrómero (que de por sí ya presenta baja tasa de recombinación)

SEGUNDA ETAPA: LA PAPAYA (*Carica papaya*)

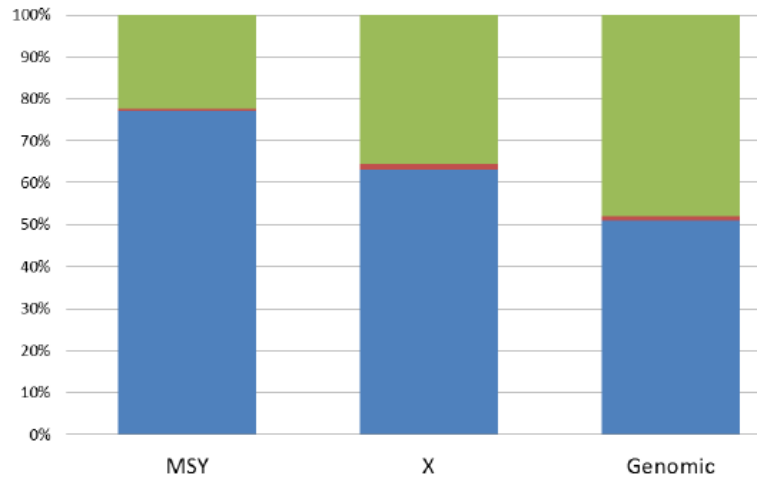


Yu et al., 2008

La presencia de **inversiones** está involucrada en el cese de la recombinación

SEGUNDA ETAPA: LA PAPAYA (*Carica papaya*)

EL PRIMER CROMOSOMA Y DE PLANTAS EN SER SECUENCIADO COMPLETAMENTE



Wang et al., 2012

Existe una expansión de la cromatina del cromosoma Y (8,2 Mb), con respecto a la del X (3,4 Mb) (134%)

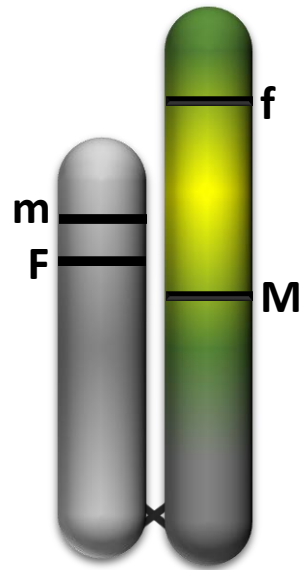
ACUMULACIÓN DE SECUENCIAS REPETIDAS (retrotransposones)

YY no viables

22 genes específicos de la región MSY (Habiendo perdido antes 29 genes, y habiendo adquirido 9 desde autosomas -de los que volvió a perder 3)

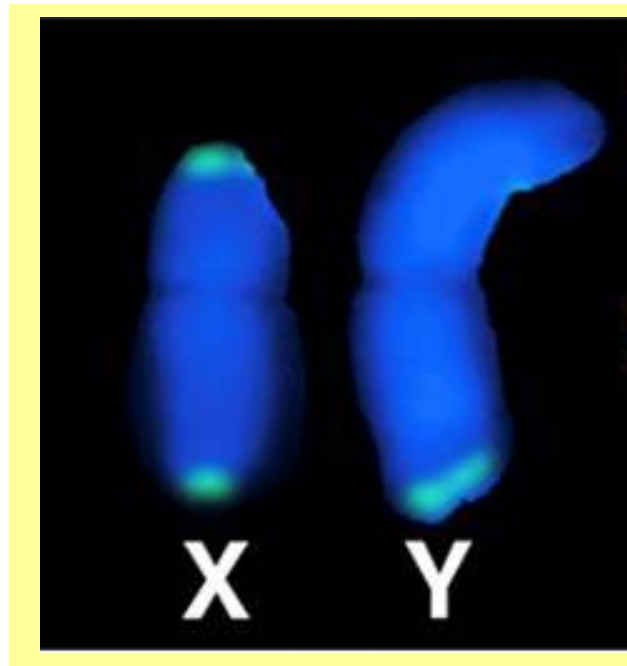
29 genes específicos de la región homóloga del X (Habiendo perdido 13, y no habiendo adquirido ninguno)

TERCERA ETAPA: LAS COLLEJAS (*Silene latifolia*)

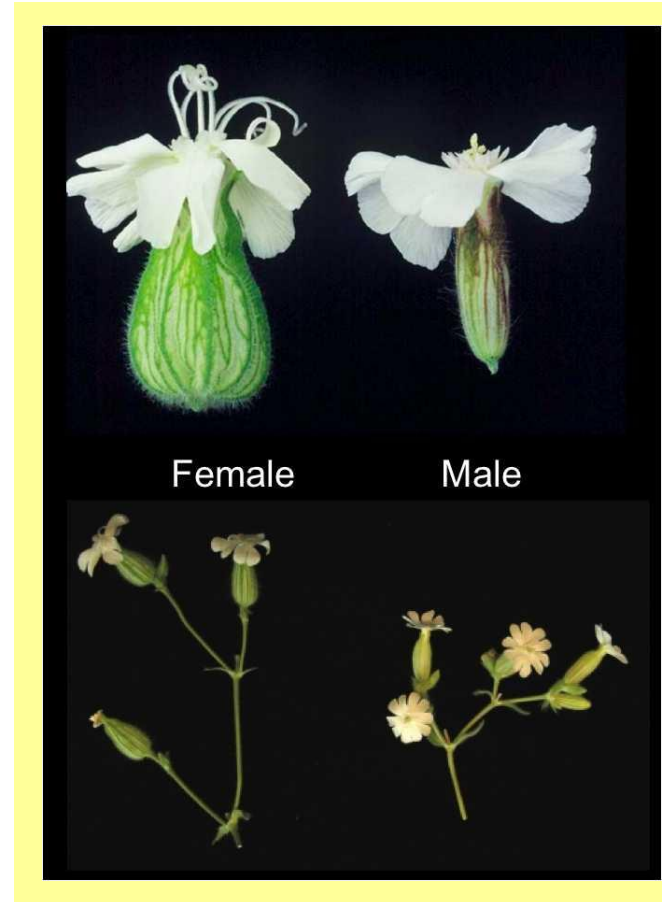


XY
(Dioecia)

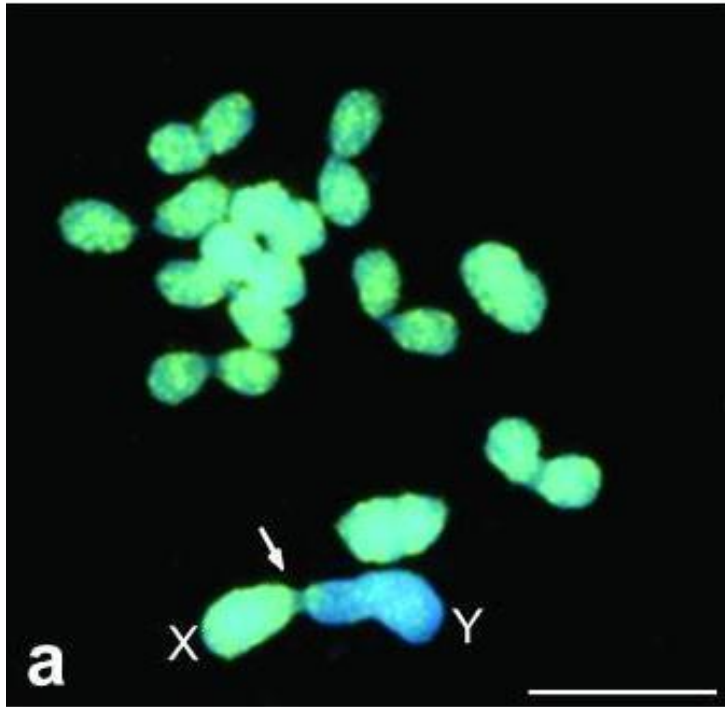
Acumulación de
Secuencias
Repetidas



Matsunaga, 2009

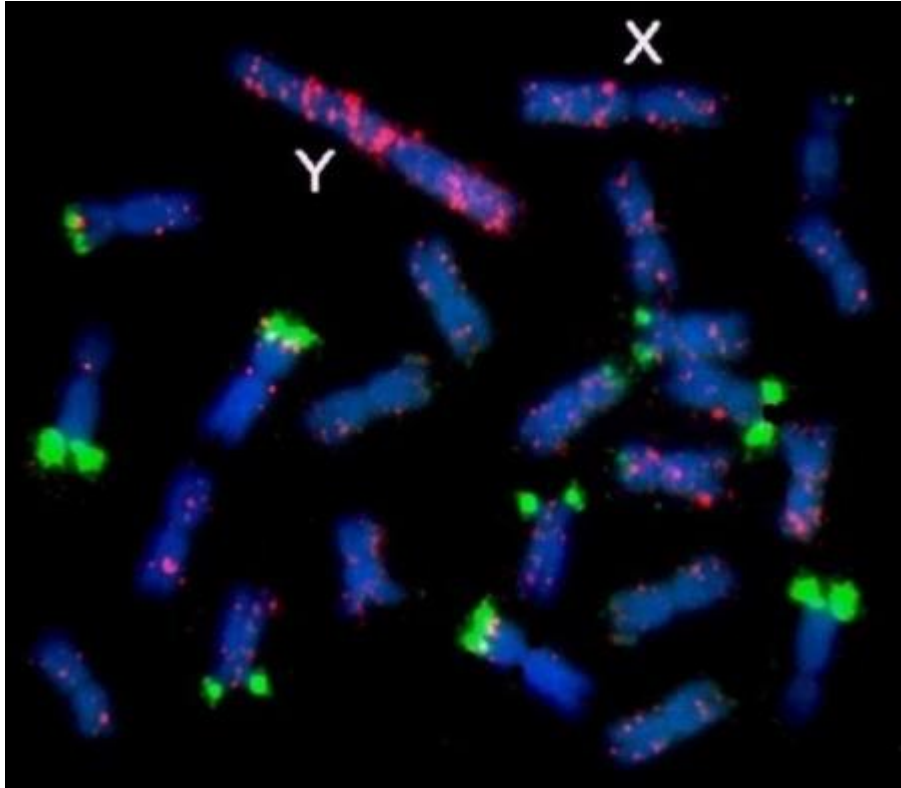


TERCERA ETAPA: LAS COLLEJAS (*Silene latifolia*)



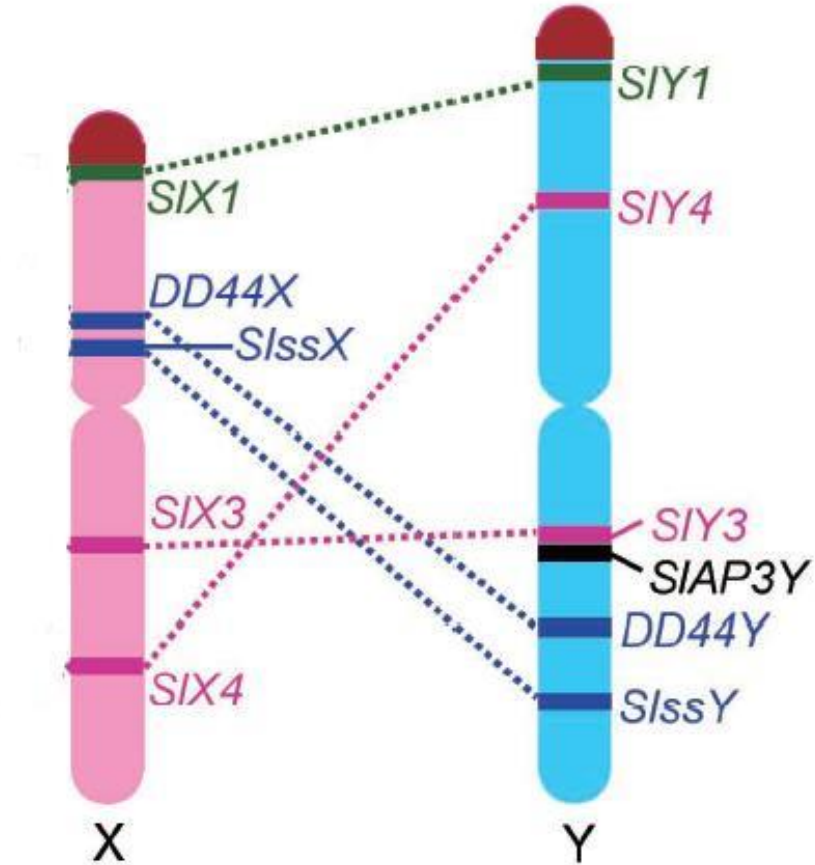
Existe diferenciación a nivel morfológico (**Cromosomas Heteromórficos**)

TERCERA ETAPA: LAS COLLEJAS (*Silene latifolia*)



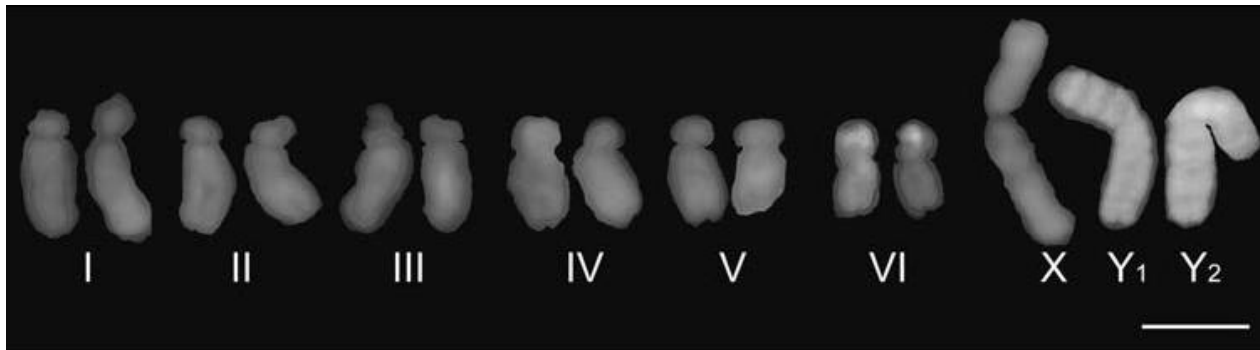
Vyskot et al.

YY no viables



Existen **reordenaciones cromosómicas**, **inactivación de genes** del Y y **moderado** nivel de **degeneración molecular**

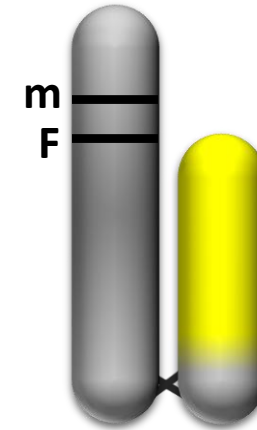
CUARTA ETAPA: LAS ACEDERAS (*Rumex acetosa*)



♂



♀

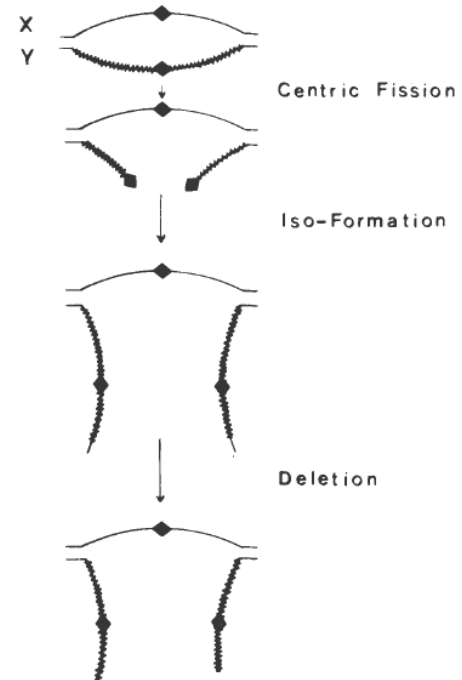
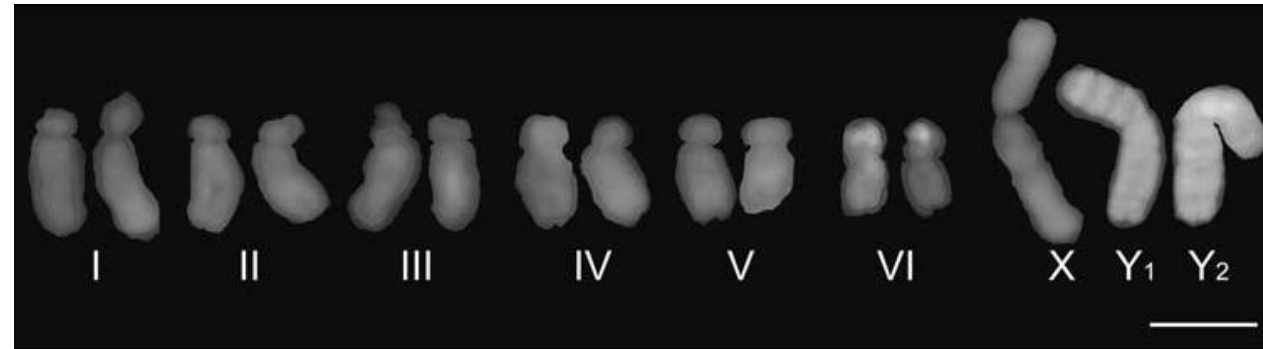


XY
(Dioecia)

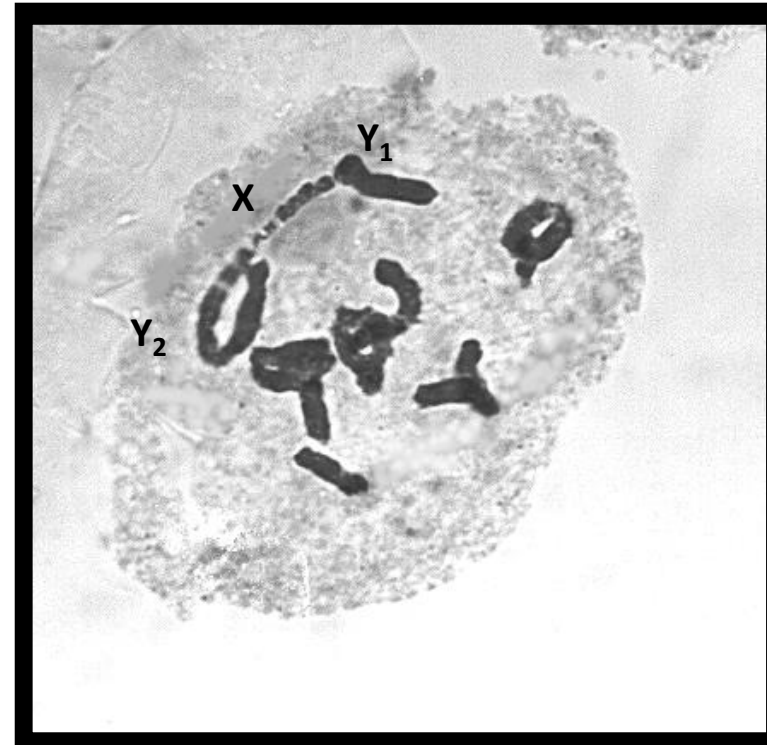
Cromosoma Y
Degenerado

LOS SUPER-MACHOS DE *Rumex acetosa*

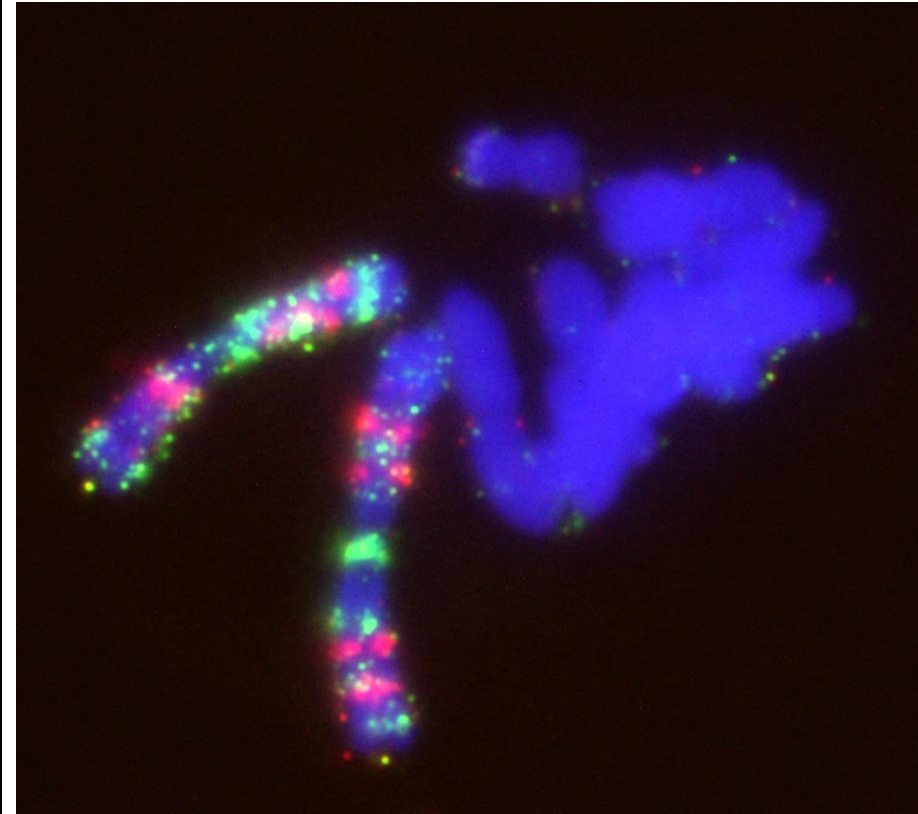
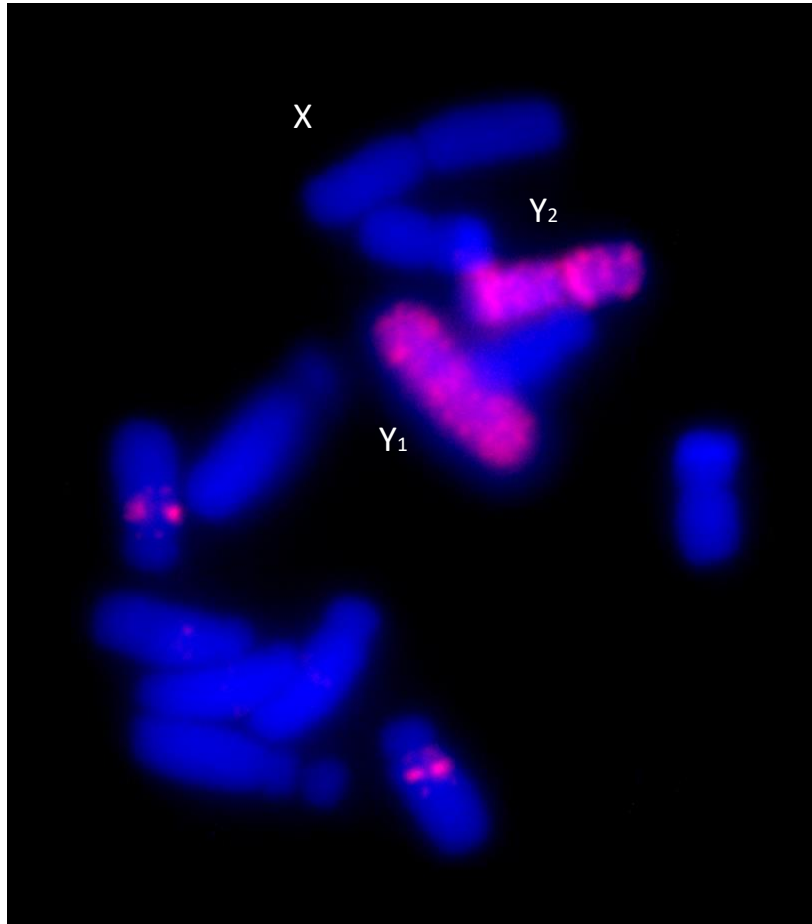
Navajas-Pérez et al., 2009



Ruiz Rejón et al., 1994

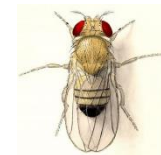


Los cromosomas Y de *Rumex acetosa* se encuentran completamente **degenerados por la acumulación de secuencias repetidas**, especialmente **ADN satélite**



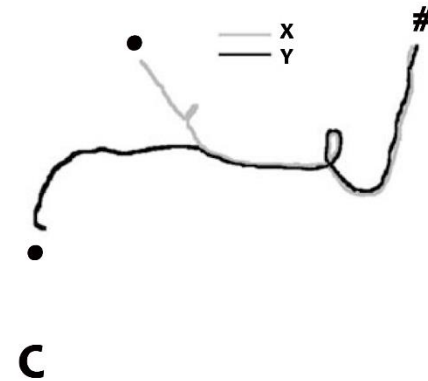
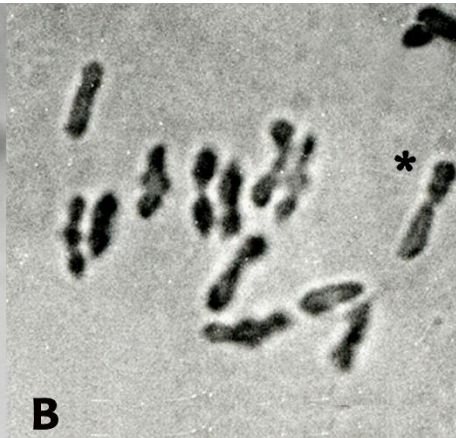
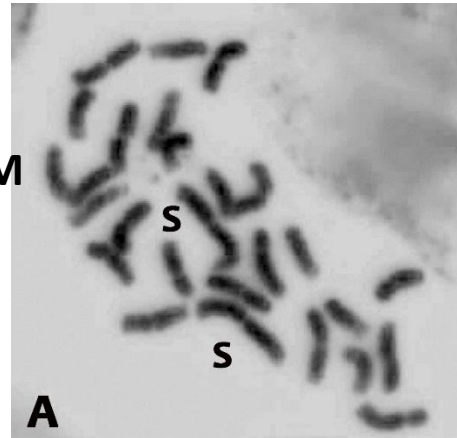
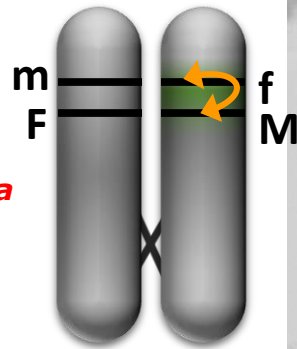
Navajas-Pérez et al., 2006

X:Autosomas

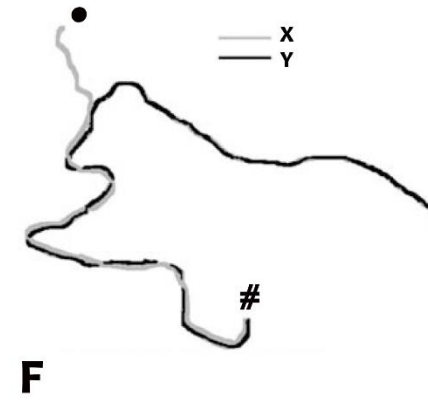
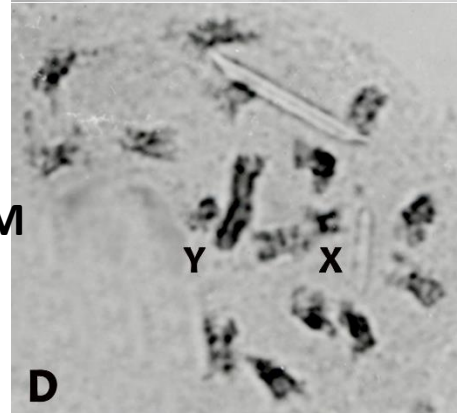
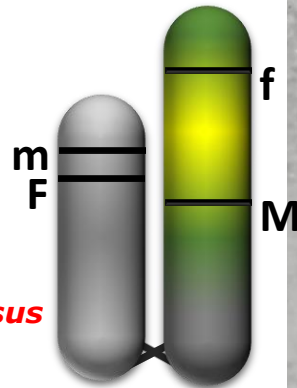


EVOLUCIÓN DE LOS CROMOSOMAS SEXUALES EN *Rumex*

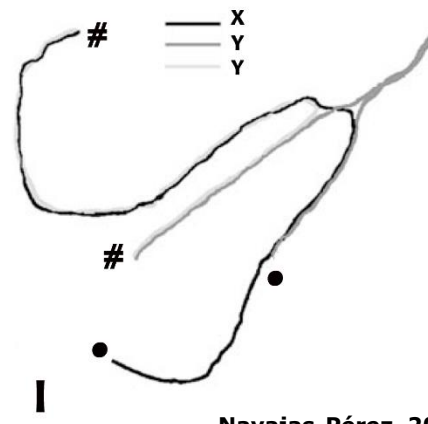
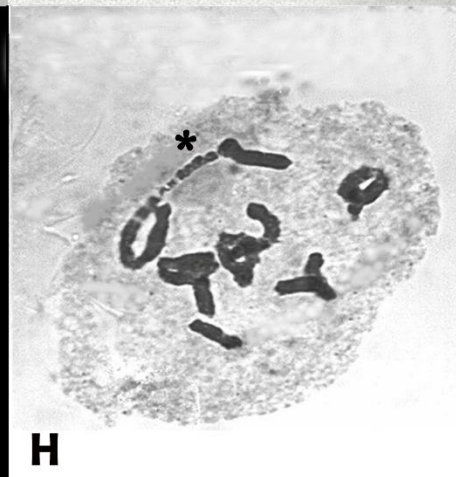
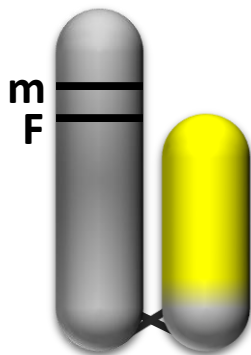
R. acetosella



R. suffruticosus



R. acetosa



Sistema ZW en plantas

Homomorphic ZW chromosomes in a wild strawberry show distinctive recombination heterogeneity but a small sex-determining region

Jacob A. Tennessen¹, Rajanikanth Govindarajulu², Aaron Liston³ and Tia-Lynn Ashman²

¹Department of Integrative Biology, Oregon State University, Corvallis, OR 97331, USA; ²Department of Biological Sciences, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15260-3929, USA;

³Department of Botany and Plant Pathology, Oregon State University, Corvallis, OR 97331, USA

The Molecular Cytogenetic Characterization of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Suggests the Arrest of Recombination in the Largest Heteropycnotic Pair HC1

Pedro J. Sola-Campoy, Francisca Robles, Trude Schwarzacher, Carmelo Ruiz Rejón, Roberto de la Herrán, Rafael Navajas-Pérez 

Published: December 3, 2015 • <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0143861>



Different autosomes evolved into sex chromosomes in the sister genera of *Salix* and *Populus*

Jing Hou*, Ning Ye*, Defang Zhang*, Yingnan Chen, Lecheng Fang, Xiaogang Dai & Tongming Yin

The Southern Modern Forestry Collaborative Innovation Center, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China.



Modelo de las dos mutaciones

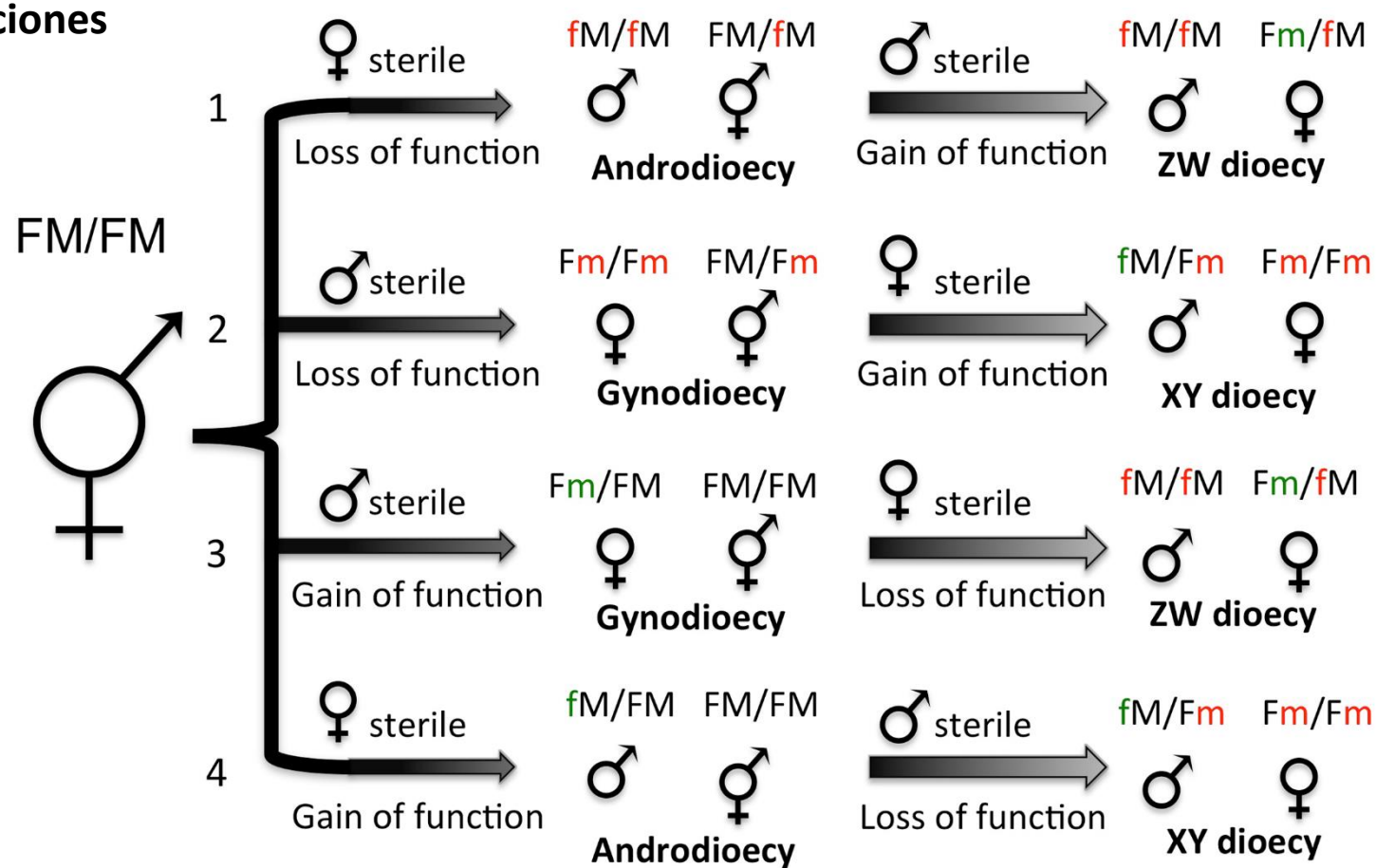


Figure 2. Evolutionary pathways from hermaphroditism to separate sexes. Shown are two-step pathways involving intermediate male- and female-sterile individuals. Loss-of-function mutations (red) are assumed to be recessive, while gain-of-function mutations (green) are assumed to be dominant. Ancestral alleles are in black. M, male fertility allele; m, male sterility mutation; F, female fertility allele; f, female sterility mutation. Because loss of function mutations (red) are almost 50 times more frequent than gain of function mutations (green) in flowering plants, we would expect pathways 1 (e.g., some poplar species) or 2 (e.g., papaya) to arise earlier. Furthermore, transitions through gynodioecy, pathways 2 and 3 (e.g., strawberry) allow females to completely avoid inbreeding depression, while transitions through androdioecy are more costly because males must compete with hermaphrodites for fertilization and do not have any of their own ovules to fertilize. These theoretical arguments help to account for the prevalence of gynodioecy and the XY chromosome system (via pathway 2) observed in plants; nevertheless, all four pathways may be biologically relevant, although no known examples for pathway 4 currently exist.

THE ROLE OF ANDRODIOECY AND GYNODIOECY IN MEDIATING EVOLUTIONARY TRANSITIONS BETWEEN DIOECY AND HERMAPHRODITISM IN THE ANIMALIA

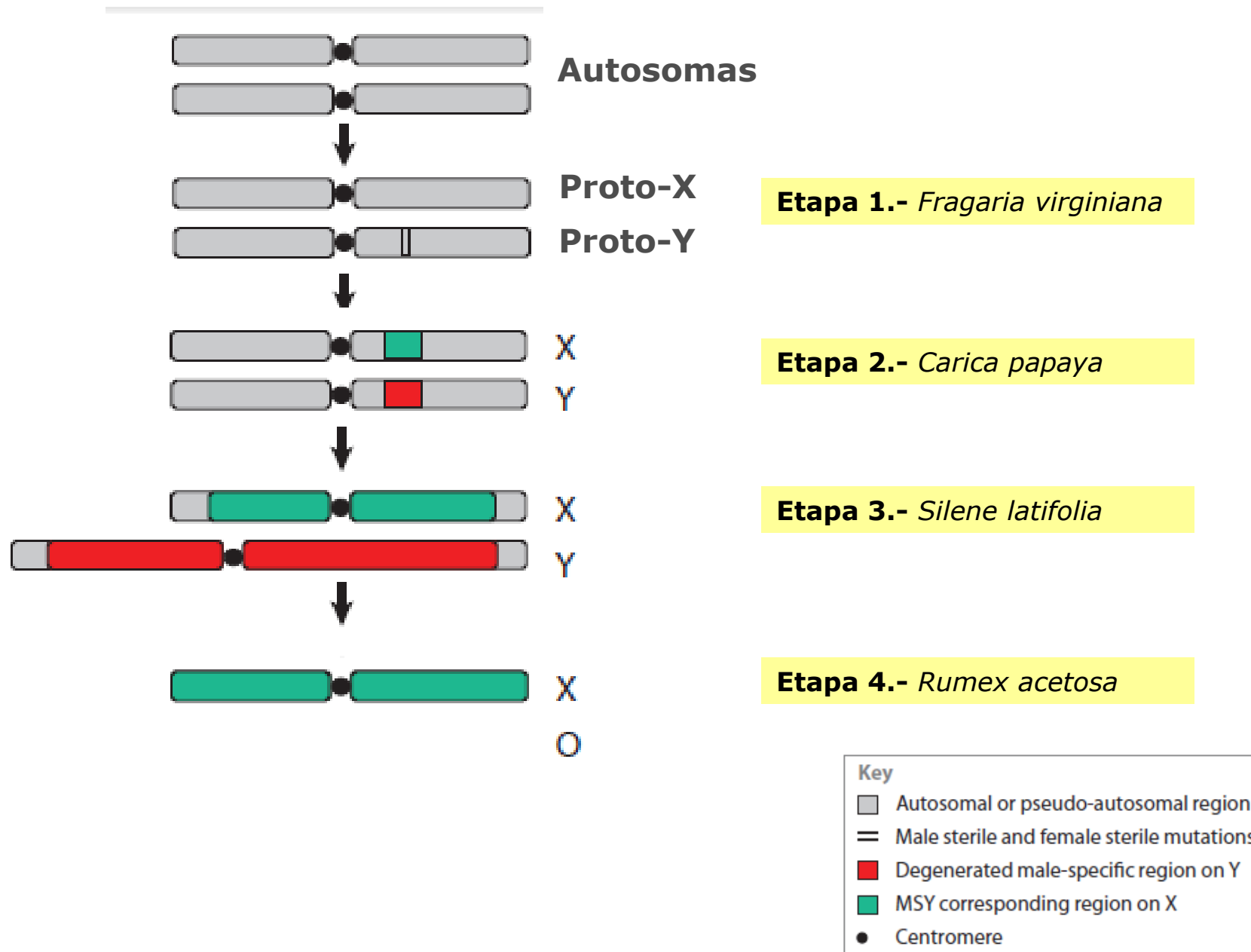
Stephen C. Weeks^{1,2}

¹*Department of Biology, Program in Integrated Bioscience, The University of Akron,
Akron, Ohio 44325-3908*

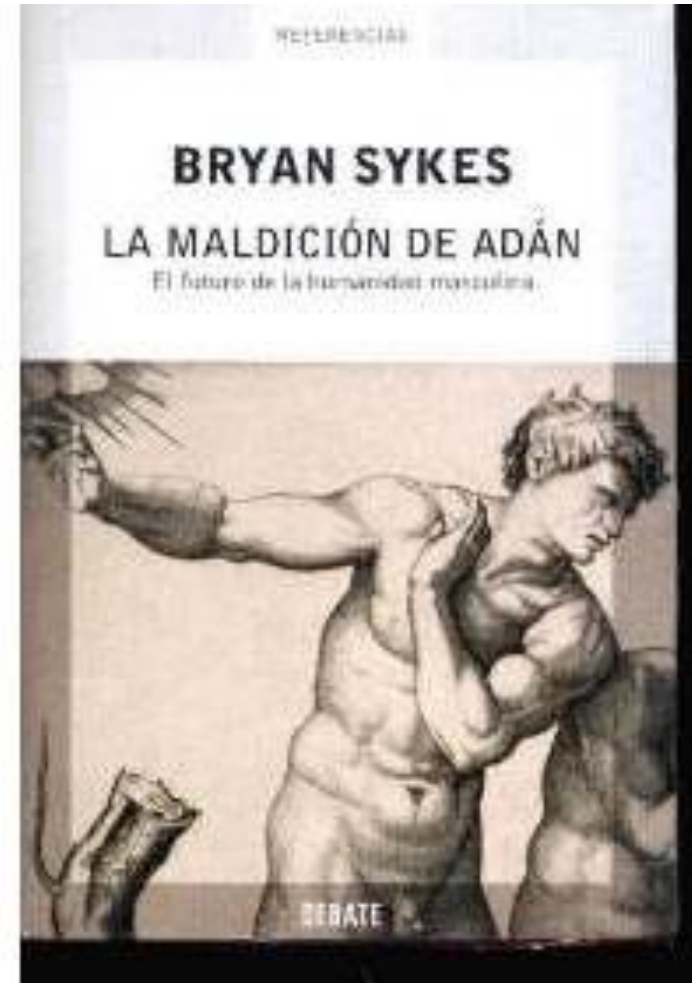
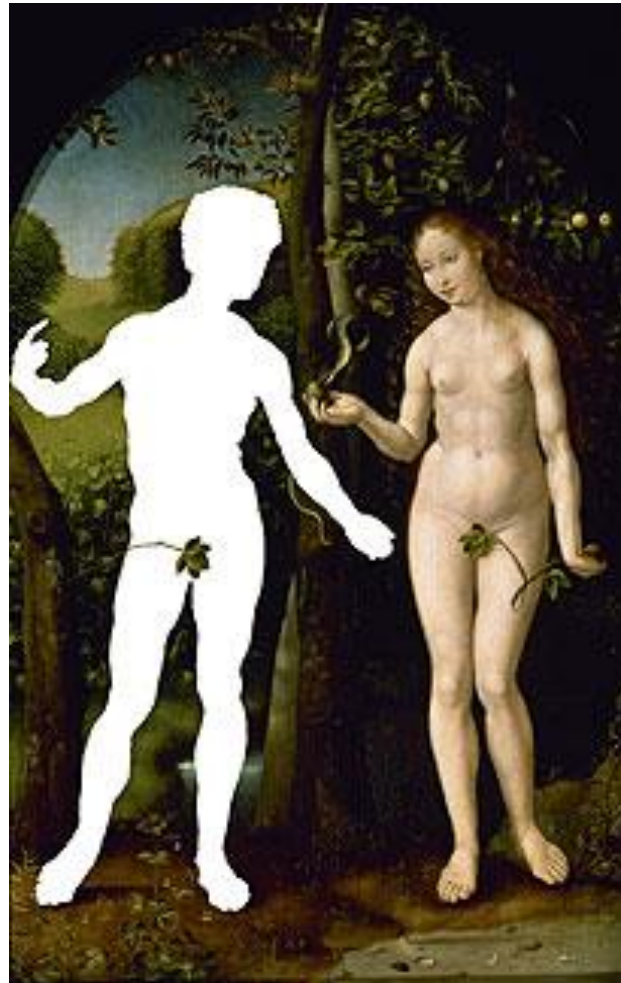
²*E-mail: scw@uakron.edu*

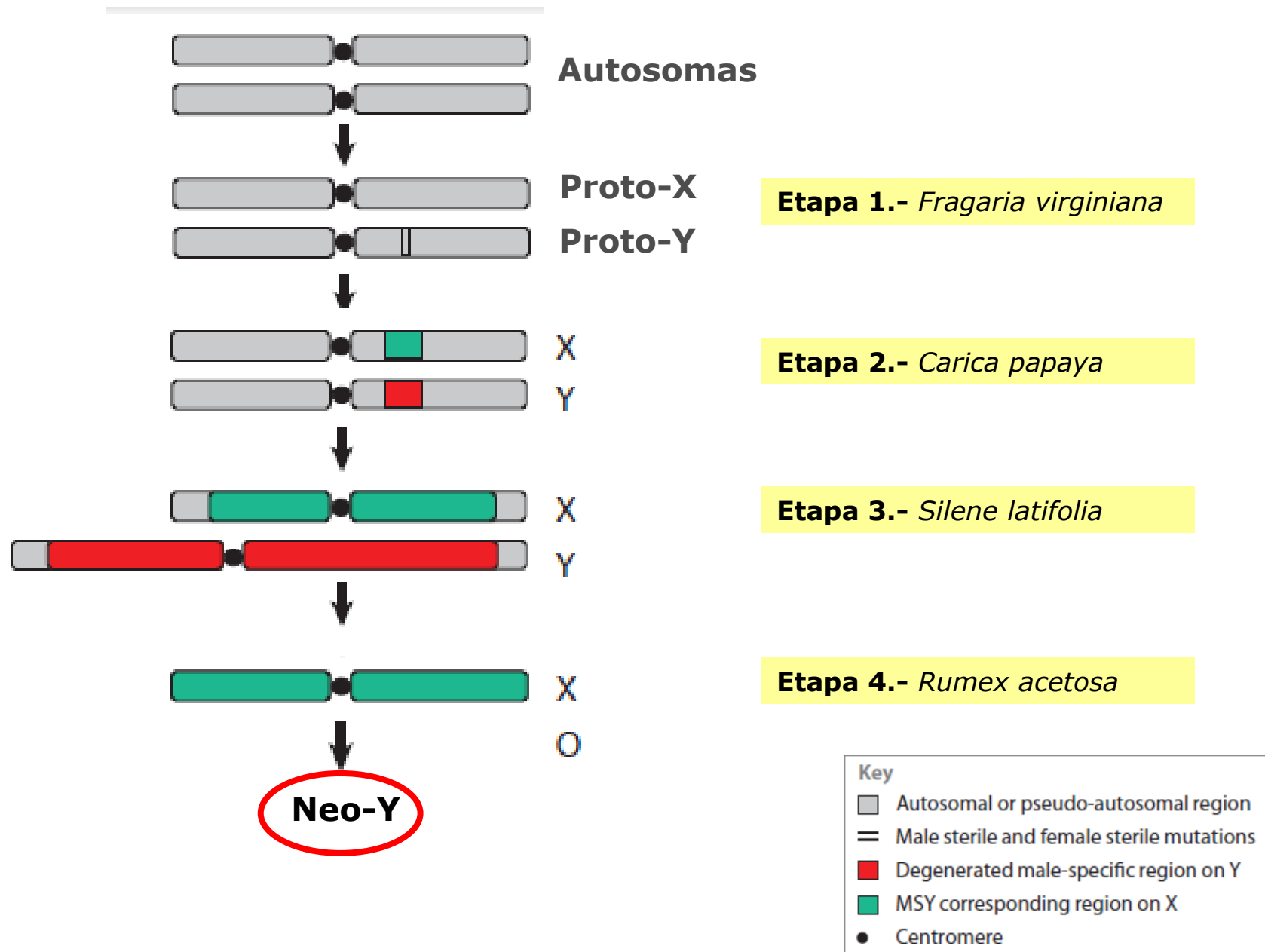
Sólo **9 animales ginodioicos**, pertenecientes a alguno de los *fila* más antiguos de invertebrados: 2 esponjas (Porifera), 3 anémonas (Cnidaria), 1 coral (Cnidaria), 1 gusano sipuncúlido (Sipuncula), 1 poliqueto (Annelida) y un vertebrado (el pez mixino).

Un total de **115 especies animales**, pertenecientes a los *fila* de artrópodos, anélidos y cordados, son **androdioicas**: 2 cnidarios, 27 nematodos, 1 nemertino, 72 crustáceos, 3 insectos, 7 anélidos y 3 vertebrados.



Los cromosomas sexuales de plantas sirven para demostrar que los Y humanos cometieron un *pecado original de tipo genético* cuando asumieron la función de determinar el sexo masculino, y este pecado según algunos conlleva la desaparición del cromosoma Y





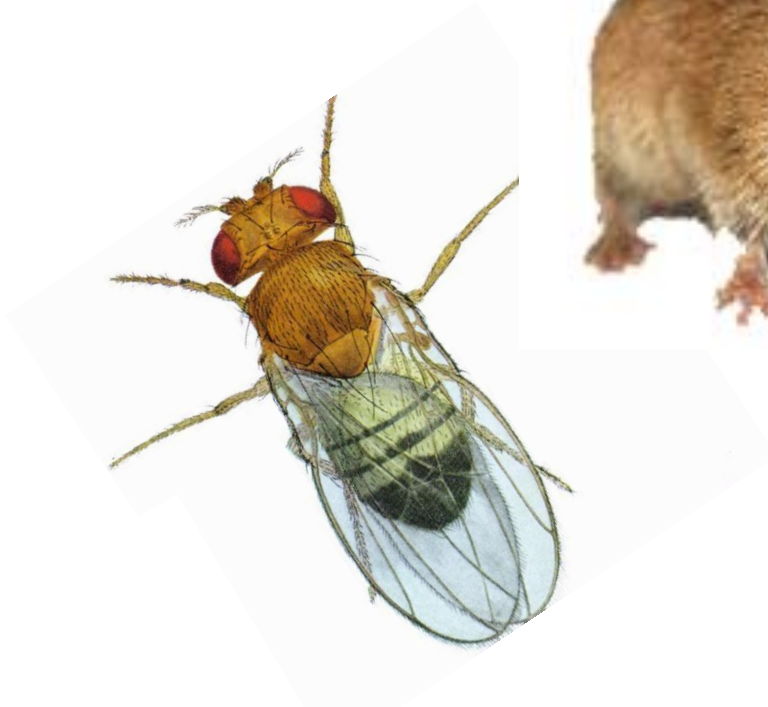
Pueden aparecer nuevos cromosomas Y, como en el caso de *Drosophila miranda*

Hay especies en las que existen machos a pesar de no tener cromosomas Y funcionales –sistema X:autosomas- (Ratilla topo, *Ellobius lutescens*, en mamíferos, o las acederas, *Rumex acetosa*, plantas)

Se encuentra en discusión que el cromosoma Y humano esté degenerando tan deprisa (en los últimos 6 m.a. no ha sufrido tanta degeneración molecular como el del chimpancé)

Especies con el sistema X:Autosomas

A pesar de tener un cromosoma Y “inservible”, sigue habiendo machos



Mosca de la Fruta (*Drosophila melanogaster*)

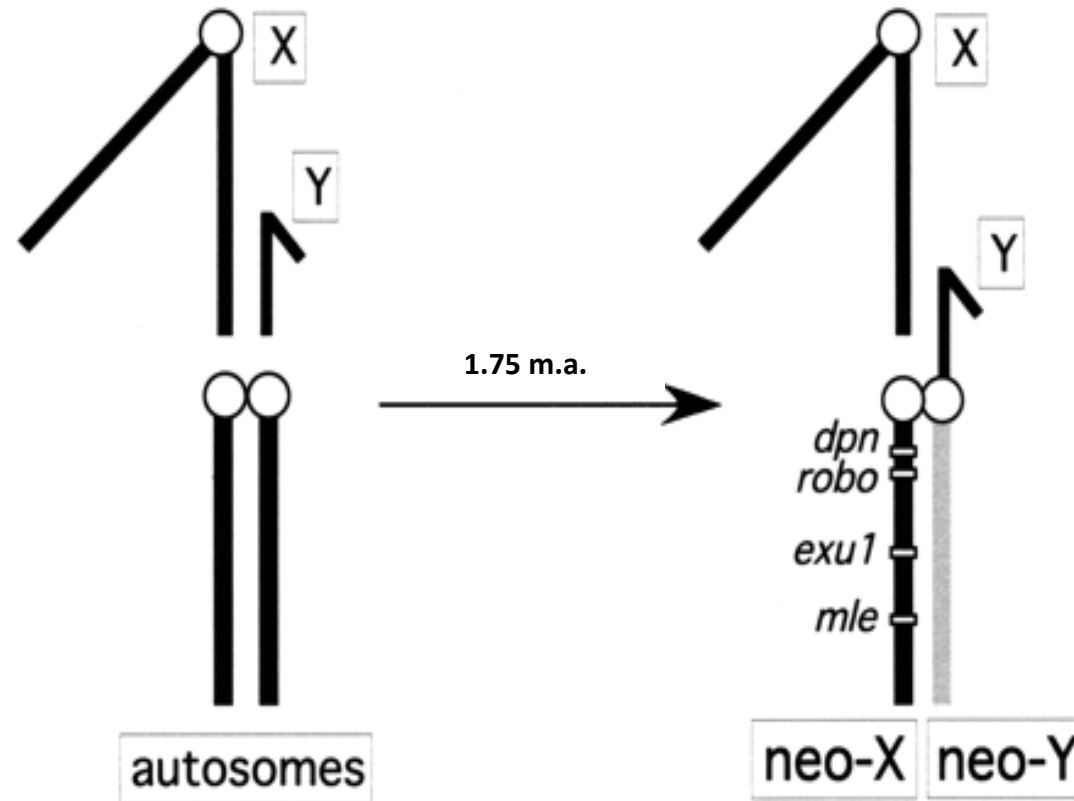
Ratilla topo (*Ellobius lutescens*)



Acedera (*Rumex acetosa*)



Volviendo a nacer... Neo-Y de *Drosophila miranda*



El número de genes se ha reducido a la mitad



Contents lists available at ScienceDirect

Molecular Phylogenetics and Evolution

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ympev



A three-genome phylogeny of *Momordica* (Cucurbitaceae) suggests seven returns from dioecy to monoecy and recent long-distance dispersal to Asia

Hanno Schaefer *, Susanne S. Renner

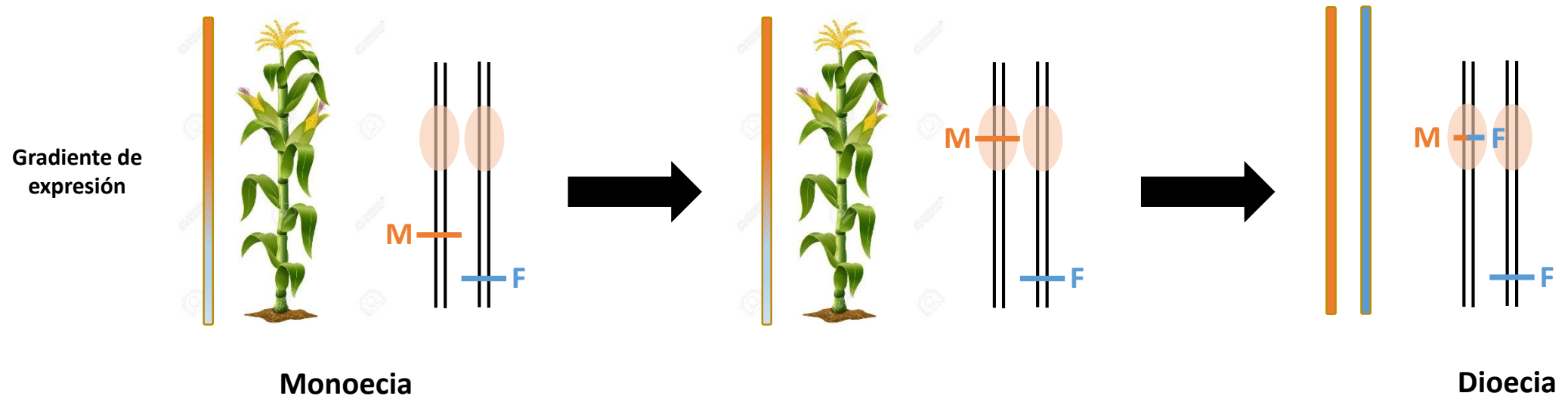
Systematic Botany and Mycology, University of Munich (LMU), Menzinger-Str. 67, D-80638 Munich, Germany

monoecy/paradioecy/dioecy pathway



Pathways for making unisexual flowers and unisexual plants: Moving beyond the “two mutations linked on one chromosome” model¹

Susanne S. Renner^{2,3}



Epigenetic Regulation of the Sex Determination Gene *MeGI* in Polyploid Persimmon ^{OPEN}

Takashi Akagi,^{a,b,1} Isabelle M. Henry,^c Takashi Kawai,^a Luca Comai,^c and Ryutaro Tao^a

^aLaboratory of Pomology, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan

^bJST, PRESTO, Kawaguchi-shi, Saitama 332-0012, Japan

^cDepartment of Plant Biology and Genome Center, University of California, Davis, California 95616

ORCID IDs: 0000-0001-9993-8880 (T.A.); 0000-0002-6796-1119 (I.M.H.); 0000-0003-2642-6619 (L.C.)



Diospyros lotus



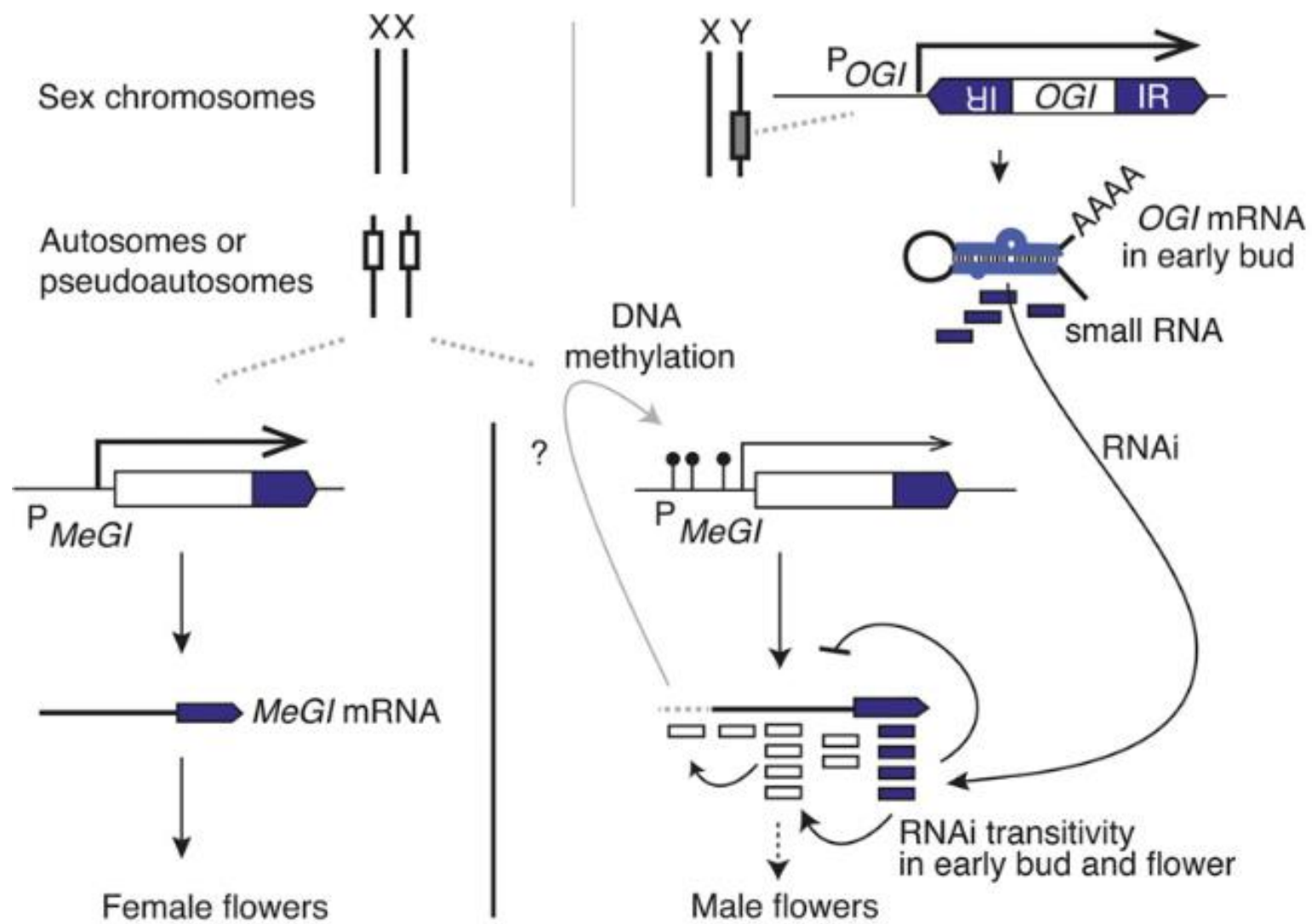
Fragaria chiloensis

Homomorphic ZW chromosomes in a wild strawberry show distinctive recombination heterogeneity but a small sex-determining region

Jacob A. Tennessen¹, Rajanikanth Govindarajulu², Aaron Liston³ and Tia-Lynn Ashman²

¹Department of Integrative Biology, Oregon State University, Corvallis, OR 97331, USA; ²Department of Biological Sciences, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15260-3929, USA;

³Department of Botany and Plant Pathology, Oregon State University, Corvallis, OR 97331, USA



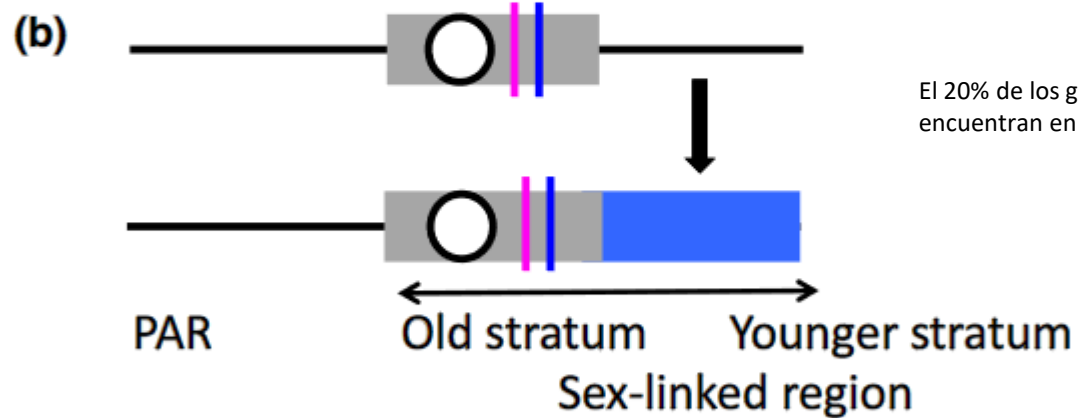
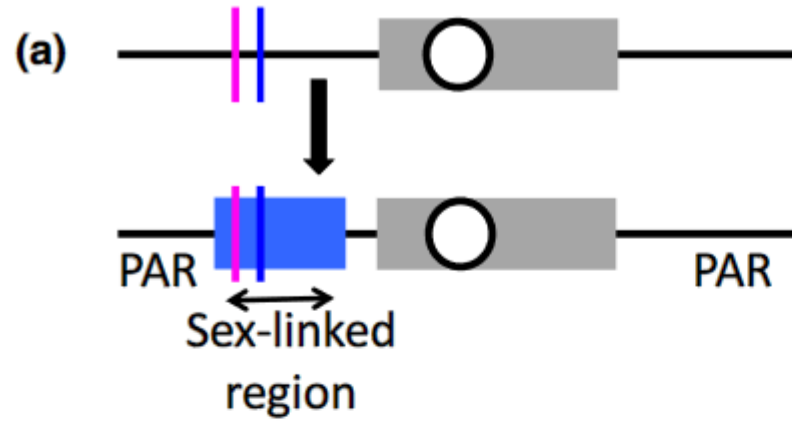
Pero ¿Cómo de modernos son los cromosomas sexuales de plantas?

El tiempo que hace que dos regiones dejaron de recombinar se puede estimar comparando genes presentes tanto en el cromosoma X como en el cromosoma Y, teniendo en cuenta el reloj molecular y la tasa de sustituciones sinónimas o silenciosas.

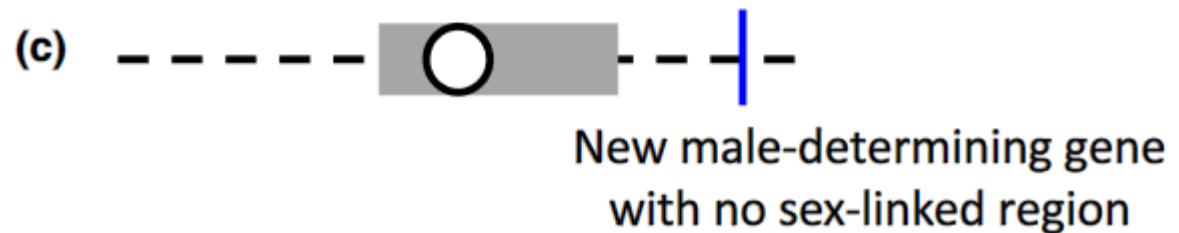
El cese de la recombinación es **posterior** a la acumulación de regiones determinantes del sexo.

El cese de la recombinación es **anterior** a la acumulación de regiones determinantes del sexo.

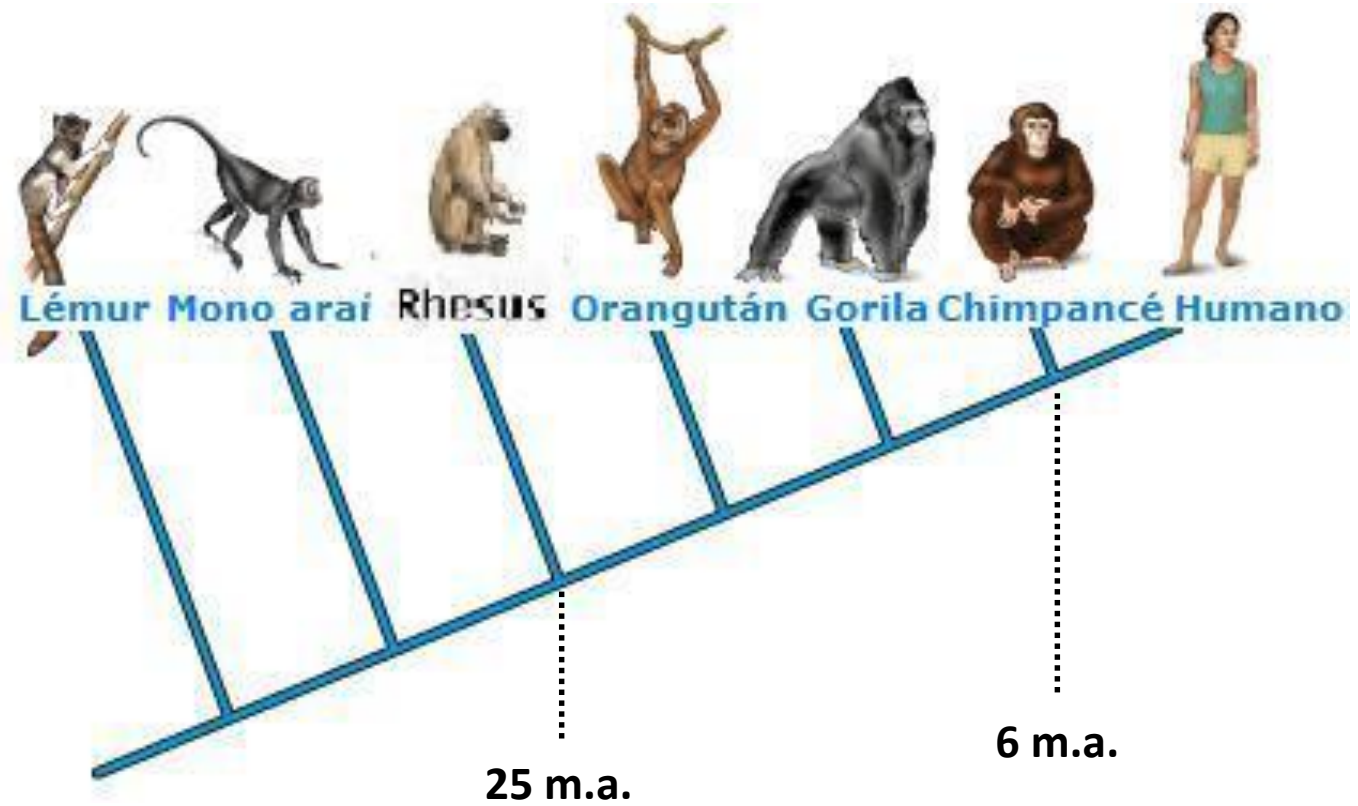
Aparición de un gen determinante del sexo en una región distinta.



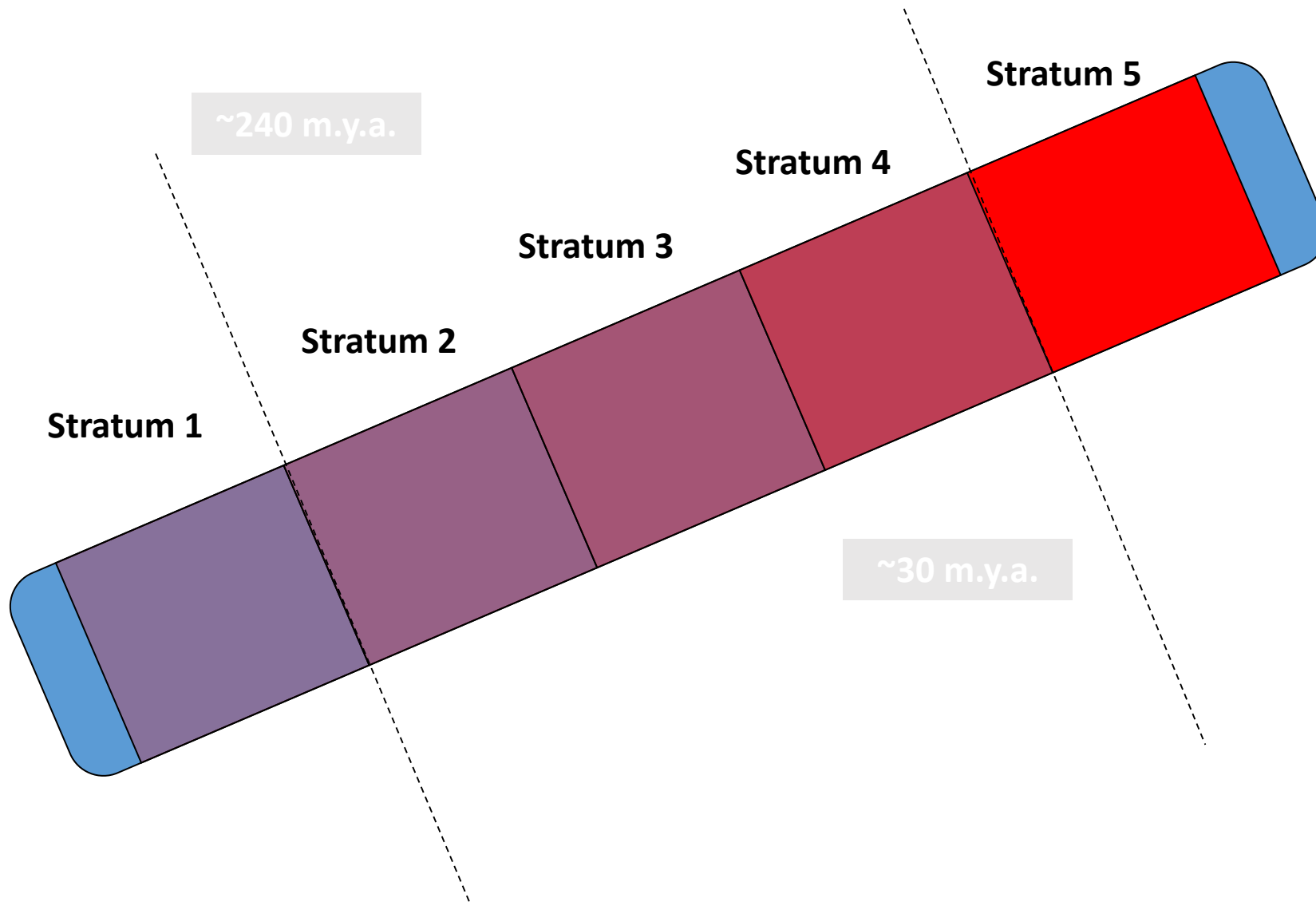
El 20% de los genes de la cebada se encuentran en regiones como ésta.



Y sin embargo se degrada, pero... ¿Cómo de rápido?



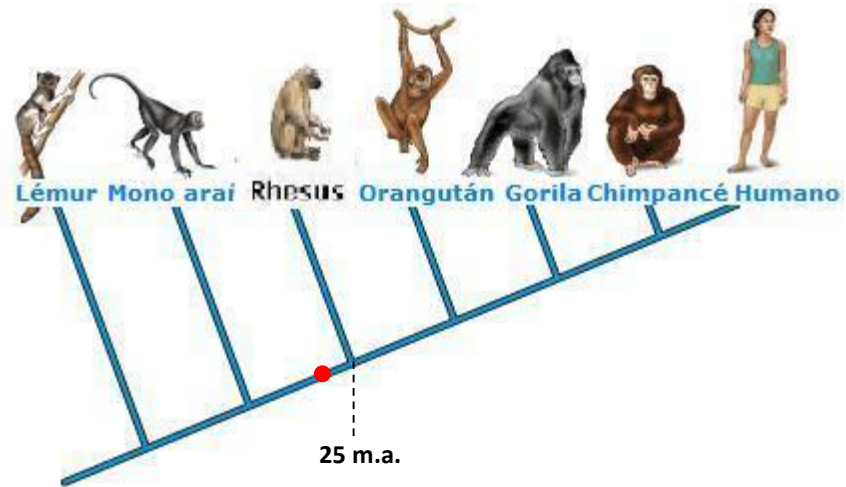
Y sin embargo se degrada, pero... ¿Cómo de rápido?

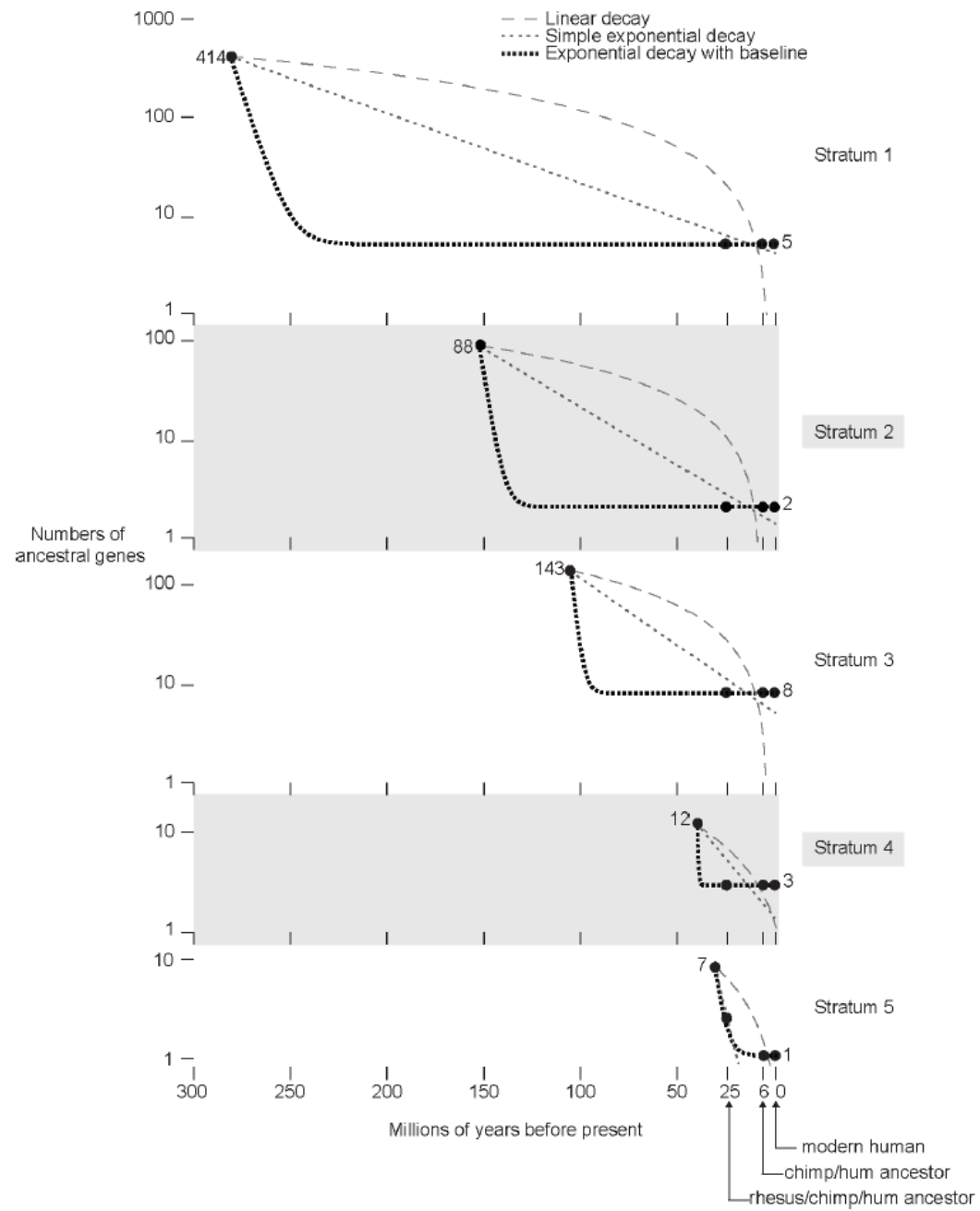


		Reshus			Human			Chimp			X-homolog?
		intact	pseudo	absent	intact	pseudo	absent	intact	pseudo	absent	
Ancestral genes	Stratum 1	SRY									+
		RBMY									+
		RPS4Y1									+
		RPS4Y2									+
		HSFY									+
	Stratum 2	KDM5D									+
		TSPY									+
	Stratum 3	ZFY									+
		DDX3Y									+
		UTY									+
		EIF1AY									+
		CYorf15A									+
		CYorf15B									+
		USP9Y									+
		TMSB4Y									+
		CASKP									+
		BCORP									+
	Stratum 4	AMELY									+
		NLGN4Y									+
		TBL1Y									+
		KALP									+
		STSP									+
		GPR143P									+
		SHROOM2P									+

Aproximadamente un 28% de los genes ancestrales de humanos se ha perdido o inactivado en chimpancé.

En cambio el 100% de los genes ancestrales de humanos se conserva en el macaco.





*“Modelo de la
 pérdida de genes
 ancestrales en la
 región MSY”*

Y para terminar, ¡Una SORPRESA! ¡Los Cromosomas X también están sufriendo degeneración!



August 21, 2012 | vol. 109 | no. 34 | 13467–13878

PNAS

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

www.pnas.org



Cover image: Pictured are male flowers of papaya, *Carica papaya* L., which are controlled by XY chromosomes. Y chromosomes are thought to change drastically over time, whereas X chromosomes conserve the structure and gene content of the ancestral autosome from which sex chromosomes evolved. To better understand early X chromosome evolution, Andrea R. Gschwend et al. compared the sequence of the papaya X chromosome with the corresponding ancestral autosome in *Vasconcellea monoica*, a close relative of papaya. The authors found that, relative to *V. monoica*, the papaya X chromosome has expanded in size and diversified, suggesting it is not a simple, unaltered descendant of the ancestral autosome. See the article by Gschwend et al. on pp. 13716–13721. Image courtesy of Jason Fujii (Fujii Digital, Honokaa, HI).

From the Cover

- 13716 Sex chromosome evolution in papaya
- 13482 Reactivation of silenced transgenes
- 13532 Early human colonization of Europe
- 13829 Chronic reduction of cortical inhibition
- 13847 An aggression-specific brain cell type

E2244 Inconsistent redefining of the
“impact” proxy



Contents

Aplicaciones de la Biología Molecular

Por ejemplo, un árbol de pistacho, de media, tarda en alcanzar la madurez sexual **9,6 años**

