

DÍA DO CIENTÍFICO GALEGO 2010

CRUZ GALLÁSTEGUI UNAMUNO

ENXEÑEIRO AGRÓNOMO E XENETISTA

UNIDADE DIDÁCTICA
O mago das espigas

Autora: Ana Isabel Urbieta Balado
Profesora de Bacharelato. IES Praia Barraña - Boiro

Fundación Barrié



O Día do Científico Galego

O coñecemento científico e a tecnoloxía convertéronse nun factor determinante na cultura e no potencial económico do noso tempo, dado que constitúen unha clave fundamental para entender o mundo que nos rodea e son a base sobre a que se ten que edificar un novo modelo sustentable de sistema produtivo. Neste sentido, pódese dicir que coñecemento científico e tecnoloxía son hoxe elementos indispensables para o desenvolvemento socioeconómico e cultural dun país moderno.

Con todo, para que todo isto se converta nunha realidade efectiva é necesario que a sociedade se familiarice coa Ciencia e se convenza da súa vital importancia. Co obxecto de contribuír a esta importante tarefa, a Real Academia Galega de Ciencias (RAGC) promove a celebración do Día do Científico Galego. Mediante esta iniciativa, ano a ano dende o 2008 reconécese o esforzo daqueles que, de modo continuado, contribuíron ao desenvolvemento e á promoción da Ciencia en Galicia. Deste xeito, cada ano un científico galego relevante convértese nun referente da Ciencia para a sociedade galega, á vez que se presenta como un exemplo para os futuros investigadores.

O Día do Científico Galego, que en realidade pretende ser unha conmemoración que se estenda a todo o ano, está a gozar de moi boa acollida, pero somos moi conscientes de que a súa repercusión será moi limitada se non se logra que transcenda aos cidadáns e sobre todo aos máis novos. A Fundación Barrié entendeu ben a mensaxe e de maneira moi responsable asumiu o compromiso de divulgar as figuras e as contribucións dos científicos galegos homenaxeados cada ano pola RAGC facéndolles chegar aos máis novos en forma destas unidades didácticas. A Real Academia Galega de Ciencias quere expresarlle o seu máis sincero agradecemento á Fundación polo seu inestimable apoio e polo servizo que con iso lle presta á sociedade galega.

Miguel Ángel Ríos

Vicepresidente da
Real Academia Galega de Ciencias

CRUZ GALLÁSTEGUI UNAMUNO

ENXEÑEIRO AGRÓNOMO E XENETISTA

UNIDADE DIDÁCTICA

O mago das espigas

Autora: Ana Isabel Urbietta Balado

Profesora de Bacharelato. IES Praia Barraña - Boiro



PRESENTACIÓN DA UNIDADE

Cruz Gallástegui chegou a Galicia por amizade. Aquí decidiu a súa traxectoria profesional, desenvolveu un valioso traballo científico, formou unha familia e permaneceu o resto da súa vida. O «mago das espigas» foi o alcume que os agricultores galegos lle puxeron a este científico de orixe vasca, completamente identificado con esta terra; tanto que pasará á posteridade como científico galego.

Esta unidade didáctica está centrada na vida e nas investigacións de Cruz Gallástegui. Divídese en dúas partes.

Na primeira parte estúdase con detalle o período de formación de Cruz Gallástegui, especialmente o que transcorre nos Estados Unidos, nos centros de investigación nos que se desenvolveu a innovación emblemática da xenética aplicada estadounidense da primeira metade do século XX: o millo híbrido. Este período

constitúe o fío condutor para introducir, sucesivamente, os conceptos básicos de xenética mendeliana, as técnicas de mellora vexetal e algúns aspectos da bioloxía do millo, nomeadamente a súa reprodución.

As actividades nesta parte da unidade inclúen problemas de xenética, cuestións orientadas a facilitar a comprensión da información presentada no texto, e unha actividade para situar xeograficamente os escenarios da vida de Cruz Gallástegui.

A segunda parte céntrase no labor científico desenvolvido por Cruz Gallástegui durante a súa etapa como director da Misión Biolóxica de Galicia, dende os seus comezos en Santiago ata o final da súa vida en Pontevedra.

As actividades desta parte pretenden traballar a comprensión lectora, a análise dos datos presentados en forma de táboas, a investigación do contexto cultural, histórico e social da época, o tratamento da información e a elaboración de informes.

A unidade inclúe un glosario de termos e unha listaxe das competencias básicas que se traballan.

Os contidos desta unidade pódense traballar en 4.º de ESO, na materia de Bioloxía e Xeoloxía —no tema de xenética— e en 1.º de bacharelato, na materia de Ciencias para o Mundo Contemporáneo.



INTRODUCCIÓN

Estades a piques de coñecer unha historia de ciencia, traballo e amizade. Transcorre en distintos lugares e países, pero fundamentalmente en Galicia nas primeiras décadas do século XX. É unha historia de estudantes ávidos de formación, interesados polos avances científicos da súa época. De investigadores conscientes da súa responsabilidade, desexosos de transmitir os seus coñecementos e de compartilos co resto da sociedade. De homes comprometidos co seu país. De curtas idades douradas e longos tempos difíciles.

O protagonista desta historia é Cruz Gallástegui, o primeiro director da Misión Biolóxica de Galicia. Un científico de orixe vasca que, nos anos vinte do século pasado, co apoio dos seus amigos, os irmáns galegos Juan e Julio López Suárez, e de diversas institucións públicas e privadas, inaugurou a investigación en xenética aplicada en Galicia e en España.

Cruz Ángel Gallástegui Unamuno nace o 3 de maio de 1891 en Bergara. Esta pequena vila guipuscoana, campo de batalla das guerras carlistas, tiña unha longa tradición agrícola, comercial e industrial; tamén docente e científica grazas á fundación, en 1770, pola Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, do Real Seminario de Bergara, un establecemento educativo no que ensinaron prestixiosos profesores e no que se realizou un salientable labor a prol da formación da xuventude e da investigación científica. No seu famoso laboratorio (*Laboratorium Chemicum*), en 1783, Fausto Elhuyar achou por primeira vez o elemento químico volframio.

A partir de 1880, o edificio albergou o Colexio dos Dominicos, onde Cruz Gallástegui estuda o bacharelato.

OS PRIMEIROS ANOS DE FORMACIÓN

En 1905, con 14 anos, Cruz suspende o curso. O seu pai, Santos, un experto horticultor, mándao a estudar a un casarío, unha desas casas de campo vascas, afastadas entre si e dispersas polas ladeiras das montañas. Alí, completamente só, cos seus libros, unha muda de roupa e un saco de fabas, pasará todo o verán. Nos exames de setembro, aproba todas materias coas mellores notas e nunca máis volve suspender.

En 1908, despois de terminar o bacharelato, Cruz Gallástegui comeza unha longa etapa de formación no estranxeiro que o leva inicialmente a Limoges, en Francia. Como tantos estudantes da súa época, na que na maioría das familias os cartos non abundaban, traballa —como peón agrícola— ao mesmo tempo que estuda para obter a diplomatura en Xardinería e Fruticultura.

Cruz continúa os seus estudos en Hohenheim, Alemaña onde en 1914 completa a súa formación como enxeñeiro agrónomo. Neste país, coñece o estudante galego Julio López Suárez e faise amigo del.

En 1915, Cruz Gallástegui, invitado polo seu amigo Julio, chega ao Saviñao, na comarca de Lemos. Neste concello da Ribeira Sacra, no Pazo de Lamaquebrada, vive o irmán de Julio, Juan —Xan de Forcados—, un médico formado en Santiago de Compostela, Madrid e os Estados Unidos que vai ter unha enorme influencia na futura carreira científica de Cruz.

Juan fállale da existencia dunha nova ciencia, a xenética, e anímalo a formarse como xenetista.

Actividade 1

Ademais de grande amigo de Cruz Gallástegui, Juan López Suárez era un home fondamente preocupado polo desenvolvemento e modernización do campo galego.

- Busca información sobre a vida de Juan López Suárez. Que virtudes destacarías del?
- Investiga a súa relación coa industria láctea Arxeriz e coa empresa LARSA.



Julio López Suárez
e Cruz Gallástegui

A XENÉTICA, A CIENCIA Á QUE CRUZ GALLÁSTEGUI LLE DEDICARÁ A VIDA

Para entender as investigacións de Gallástegui, é imprescindible deternos na orixe e fundamentos da xenética.

O nacemento da xenética

A xenética, como Cruz Gallástegui, naceu no século XIX. Foi na horta do seu mosteiro en Brno, na República Checa, onde Gregor Mendel, un monxe, botánico e agricultor, con bos coñecementos de matemáticas, realizou os seus experimentos con chícharos; experimentos que lle permitiron descubrir que existen factores — que agora denominamos xenes — que determinan as características físicas que se transmiten, de xeración en xeración, dos proxenitores aos seus descendentes.

Mendel publicou os resultados das súas investigacións en 1866, no artigo *Experimentos de hibridación en plantas*, que pasou completamente desapercibido. Todo o contrario do que acontecera sete anos antes, en 1859, co libro *A orixe das especies*, no que Charles Darwin expoñía a «teoría da evolución por selección natural», que conmocionou o panorama científico do momento.

En 1900, logo de máis de trinta anos, tres botánicos —Hugo de Vries, Carl Correns e Erich von Tsermak— redescubríron as leis da herdanza e recoñeceron o verdadeiro valor dos traballos de Mendel.

O método de Mendel

Para realizar os experimentos de hibridación, Mendel obtiña mediante autofecundación liñas puras de chícharos que se diferenciaban nun ou varios caracteres. Estes individuos formaban a xeración parental (P), que se cruzaba para obter os híbridos da primeira xeración filial (F1). A continuación, cruzábanse os híbridos da F1 entre si para obter a segunda xeración filial (F2).

As bases da xenética mendeliana

- 1) Mendel descubriu que cada un dos caracteres que estudaba estaba determinado por un par de xenes. Cada unha das formas alternativas deses xenes recibiu o nome de alelo.
- 2) Cada individuo ten dous alelos para cada carácter herdado; un alelo por cada proxenitor.
- 3) O individuo que porta dous alelos iguais para un carácter chámase homocigoto, ou raza pura, e o que porta dous distintos heterocigoto ou híbrido.

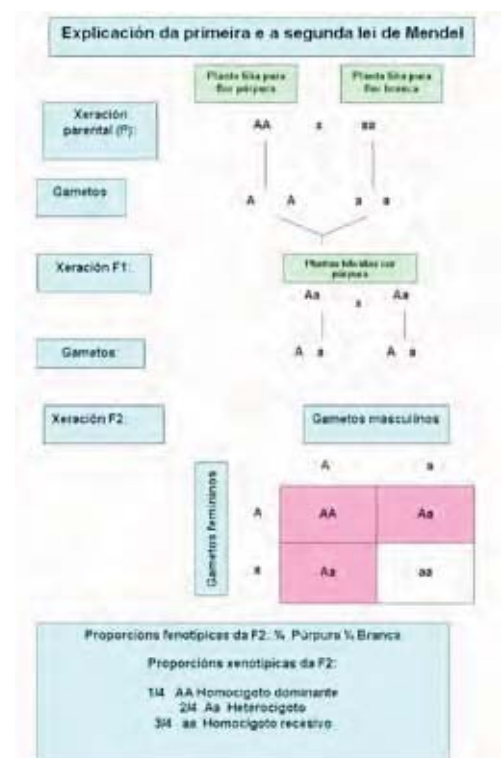
- 4) Cando os dous alelos dun xene son diferentes, un maniféstase completamente; é o alelo dominante. O que non se manifesta é o alelo recesivo. Máis adiante estudáronse outras relacións entre alelos, como a codominancia e a herdanza intermedia, nas que non hai un xene que domine sobre outro.
- 5) Cando un individuo forma gametos (Mendel descoñecía a meiose e os cromosomas), os alelos sepáranse, de maneira que cada gameto —óvulo ou espermatozoide— recibe só un dos alelos de cada xene.
- 6) Cando os gametos se unen para formar os cigotos, a descendencia volve ter dous alelos de cada xene.
- 7) O conxunto de xenes que porta un individuo constitúe o seu xenotipo.
- 8) O fenotipo é o conxunto de caracteres —algúns directamente observables, outros non— dun individuo. Depende do xenotipo, pero tamén do ambiente que vai influir na expresión dos xenes.

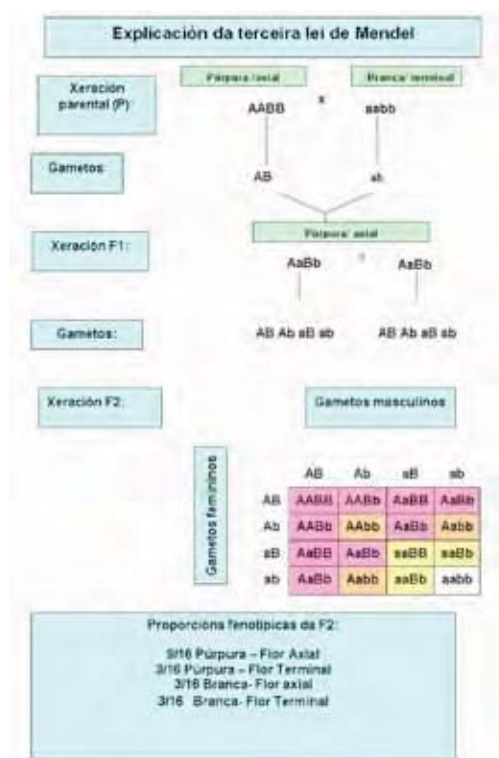
As leis de Mendel

A partir dos descubrimentos de Mendel formuláronse tres leis.

A primeira lei de Mendel, ou «lei da uniformidade dos híbridos da primeira xeración filial», di que cando se cruzan dous individuos de dúas variedades de raza pura que se diferencian nun carácter (xeración parental, P), todos os descendentes da primeira xeración filial (F1) son híbridos e iguais entre si en xenotipo e fenotipo.

A segunda lei de Mendel, ou «lei da segregación dos caracteres na segunda xeración filial», di que cando se cruzan entre si os híbridos da primeira xeración filial (F1) se obtén unha descendencia (F2), non uniforme, na que aparecen dous fenotipos distintos e tres xenotipos distintos, dous homocigotos e un heterocigoto. Tamén se coñece como «lei de pureza dos gametos», xa que cada gameto só vai conter un alelo de cada xene.





Actividade 2

É hora de que apliques os teus coñecementos á resolución dun problema de xenética.

Problema: Outros caracteres estudados por Mendel nos chícharos foron o tamaño do talo e a cor da vaxa. O alelo que determina o talo alto (A) é dominante sobre o alelo que determina o talo anano (a), e o alelo que determina a vaxa verde (V) é dominante sobre o alelo que determina a vaxa amarela (v). Mendel descubriu que estas dúas parellas de xenes se transmiten independentemente.

- Indica o xenotipo dunha planta de liña pura, alta e de vaxa verde e o dunha planta de liña pura, anana e de vaxa amarela.
- Representa o cruzamento destas plantas para dar a primeira xeración filial (F1). Indica o seu xenotipo e fenotipo.
- Representa o cruzamento das plantas da F1 entre si. Que proporcións fenotípicas debemos esperar na descendencia (F2) de plantas da xeración F1 cruzadas entre si?
- Variarían as proporcións fenotípicas da xeración F2 se as plantas da F1 procedesen do cruzamento entre unha liña pura, alta e de vaxa amarela e unha liña pura, anana e de vaxa verde?
- Que proporcións fenotípicas debemos esperar do cruzamento dunha planta da xeración F1 do segundo apartado e unha planta anana de vaxa amarela?

Actividade 3

Para seguires practicando problemas de xenética e autoavaliar os teus coñecementos, podes utilizar os recursos desta páxina web:

http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena6/4quincena6_ejercicios_1a.htm

<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena6/actividades/autoevaluacion2.htm>

<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena6/actividades/autoevaluacion3.htm>

<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esobiologia/4quincena6/actividades/autoevaluacion4.htm>

A terceira lei de Mendel, ou «lei da independencia de caracteres», di que cando se cruzan individuos que se diferencian en máis dun carácter os alelos de cada un dos xenes que os determinan se transmiten de maneira independente, co que se poden obter diversas combinacións de caracteres. Se os caracteres dependen de xenes que están no mesmo cromosoma, esta lei non sempre se cumpre.

As frecuencias esperadas de xenotipos determínanse facilmente mediante o cadro de Punnett, unha táboa que nos permite ver todas as combinacións posibles de gametos e, polo tanto, de alelos, que se estudan nun cruzamento.

Nestes cadros —nos que lle chamaremos **A** ao alelo dominante que determina a flor púrpura nos chícharos; **a** ao alelo recesivo que determina a cor branca; **B**, ao alelo dominante que determina as flores axiais, e **b** ao alelo recesivo que determina as flores terminais— explícanse as leis de Mendel.

Os caracteres estudados por Mendel dependen dun só xene. Detéctanse como presenza ou ausencia dun carácter ou polo tipo de carácter que se observa: cor púrpura ou branca, flor axial ou terminal. Chámanse **caracteres cualitativos** ou **mendelianos**.

Os **caracteres cuantitativos** ou **polixénicos** dependen de moitos xenes que interactúan entre si. Normalmente, estes caracteres varían de maneira continua e mídense: tamaño, peso ou produción de gran. A maioría dos caracteres son cuantitativos.



A FORMACIÓN DE GALLÁSTEGUI COMO XENETISTA: A ETAPA ESTADOUNIDENSE

Nos centros emblemáticos da investigación en xenética aplicada

En 1917, logo de ampliar estudos en Dinamarca, Suecia e Noruega, Cruz Gallástegui viaxa aos Estados Unidos, onde prosegue a súa formación grazas a unha bolsa da Junta para la Ampliación de Estudios (JAE). Alí traballará cos xenetistas máis importantes do momento.

En Nova York, Juan López Suárez, que fora quen lle conseguira a bolsa, tamén lle presenta a Thomas Hunt Morgan, o investigador da Universidade de Columbia que en 1910 demostrara que os xenes estaban situados en lugares concretos dos cromosomas. Morgan recibirá o premio Nobel de Medicina en 1933.

Aconsellado por Morgan, Cruz trasládase a Boston, á Busey Institution, da Universidade de Harvard, para traballar con Edward M. East e William E. Castle. East era a máxima autoridade do momento en xenética vexetal. Investigaba métodos para aumentar a produción dunhas colleitas que lle debían proporcionar alimento a unha poboación cada vez máis numerosa. Castle era un dos maiores expertos en xenética animal.

En Harvard, Cruz Gallástegui le con especial interese os artigos de George Shull sobre a mellora xenética do millo.

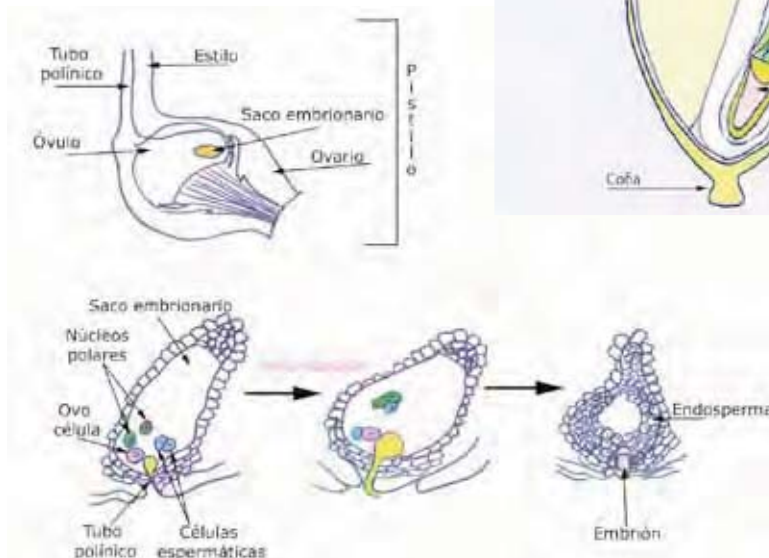
Actividade 4

Vas ler o primeiro parágrafo do primeiro destes artigos, publicado en 1908 e titulado *A composición dun campo de millo*.

«Aínda que a maioría dos resultados científicos máis recentes amosan a importancia teórica dos métodos de illamento, e os seleccionadores demostraron o seu valor na mellora de numerosas variedades, a tentativa de utilizalos na selección do millo chocou con particulares dificultades debidas ao feito de que a autofecundación, ou simplemente a consanguinidade, mesmo limitada, se traducen nunha deterioración».

- Busca no glosario de termos o significado da expresión «método de illamento» que aparece no artigo.
- Que ocorría cando se intentaba utilizar este método no millo?

Fecundación dobre do millo



O millo

O millo (*Zea mays* L.) pertence á familia das gramíneas e é un cereal. Trátase dunha especie monoica; isto significa que as flores masculinas que producen o pole e as femininas que conteñen os óvulos están dentro dunha mesma planta, aínda que, ao revés do que ocorre nos demais cereais, separadas en inflorescencias distintas.

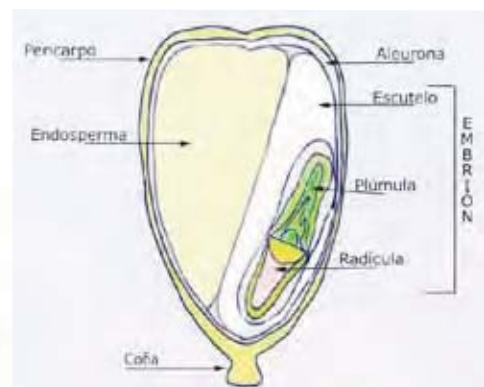
A inflorescencia feminina do millo é a espiga. O eixo da espiga, de forma cilíndrica, chámase **carozo** e as follas ou brácteas que a recobren reciben o nome de **follato**. A espiga co follato constitúe a mazaroca. En cada oco do carozo desenvólvese unha flor con pistilo que emite un estilo. O estilo de cada flor medra e sae pola parte superior do follato, formando en cada mazaroca a característica barbel que recibe o pole.

A inflorescencia masculina chámase **pendón** e medra na parte superior da planta. O pole madura pouco antes de que o fagan as barbelas e por esta razón a fecundación do millo é cruzada; é dicir, a espiga dunha planta fecúndase co pole procedente doutras transportado polo vento.

Dentro do gran de pole fórmanse os gametos masculinos ou células espermáticas, e o tubo polínico que as conducirá ao saco embrionario onde se atopa o gameto feminino ou ovocélula. O saco embrionario fórmase no interior do óvulo, que se encontra na zona do pistilo chamada ovario. A fecundación no millo, coma no resto das anxiospermas, é dobre. Unha célula espermática fecunda a ovocélula e dá lugar ao embrión (xerme) da futura planta, e a outra fecunda os núcleos polares do saco embrionario e dá lugar ao endosperma, a reserva nutritiva que rodea o embrión no interior da semente.

O gran de millo é un froito seco especial propio das gramíneas, a cariósipide, formada polo pericarpo ou farelo e a semente. A semente, e máis concretamente o endosperma, constitúe a maior parte do gran. A cofa é a estrutura que suxeita o gran ao carozo.

Cariósipide do millo



Actividade 5

Para entender o traballo de mellora do millo é fundamental coñecer ben os diferentes órganos e estruturas desta planta.

a) Relaciona os termos da columna da dereita coas definicións que figuran na columna da esquerda.

1	Inflorescencia masculina		Carozo	A
2	Inflorescencia feminina		Cariópside	B
3	Conxunto de estilos		Mazaroca	C
4	Eixe da inflorescencia feminina		Xerme	D
5	Parte da semente que nutre o embrión		Espiga	E
6	Froito das gramíneas		Follato	F
7	Cuberta externa do gran de millo		Pendón	G
8	Follas que recobren a espiga		Barbela	H
9	Conxunto formado pola espiga e as follas que a recobren		Endosperma	I
10	Nome que tamén recibe o embrión		Farelo	J

- b) Que significa que a fecundación do millo é cruzada?
- c) Como se chama o gameto masculino das anxiospermas? Onde se forma? E o feminino? Onde se forma?
- d) En que consiste a dobre fecundación nas anxiospermas?
- e) Debuxa un gran de millo e identifica nel a parte correspondente ao froito propiamente dito e a parte correspondente á semente.
- f) Investiga en que século chegou o millo a Europa e cando se comezou a cultivar en Galicia.
- g) Busca información sobre os cereais que se cultivaban en Galicia antes da chegada do millo.
- h) Nalgúns lugares de Galicia o millo chámase «mainzo» ou mesmo «maíz». Cal pode ser a orixe da palabra millo?

A MELLORA XENÉTICA DO MILLO

O millo, como todos os cultivos, procede de plantas silvestres. É moi probable que os antepasados do millo sexan os teosintes, gramíneas orixinarias de México. Foron os agricultores centroamericanos os que durante miles de anos dirixiron a transformación das pequenas espigas dos teosintes nas xigantes mazarocas do millo que coñecemos. Fixérono seleccionando, ano tras ano, os mellores grans de millo para sementalos e obter na seguinte colleita as mellores plantas, as máis vigorosas, ou sexa, as máis resistentes, as que producen máis espigas, de máis tamaño, con máis gran.

Para os seleccionadores de plantas a autofecundación era unha das maneiras de manter as melloras logradas, pero, como vimos no texto de Shull, co millo non daba resultado. Xa en 1876, Charles Darwin salientara a perda de vigor que a autofecundación producía nesta planta.

Esa perda de vigor coñécese como **depresión consanguínea**. Pode ser debida á manifestación de caracteres prexudiciais para a supervivencia da planta, determinados por xenes deletorios que non adoitan expresarse por seren recesivos.

O MÉTODO DA LIÑA PURA

Foi a técnica inventada por George Shull para encontrar a mellor combinación híbrida de caracteres e mantela de xeración en xeración. Consistía en producir, por autofecundación, liñas puras consanguíneas de distintas variedades de millo, seleccionadas en función das características beneficiosas buscadas, e cruzalas entre si.

As plantas de liña pura perdían vigor, pero eran moi uniformes, así que cada vez que se cruzaban as mesmas liñas puras se obtiña o mesmo tipo de híbrido. Ademais, o millo híbrido resultante recuperaba o vigor e producía máis gran por hectárea cultivada que os seus proxenitores de liña pura. A esta mellora dos caracteres beneficiosos que amosaban os híbridos Georges Shull chamoulle **heterose**. Tamén se lle chama **vigor híbrido**.

Para conseguir a hibridación de dúas variedades de millo sementábanse as dúas liñas puras de cada variedade no mesmo campo, unha xunto a outra. Máis adiante procedíase ao espendoado —eliminación das flores produtoras de pole— de todas as plantas dunha das variedades. Deste xeito garantíase que fosen polinizadas polo pole producido polas flores masculinas das plantas da outra variedade para dar lugar aos híbridos.

Porén, o método de Shull tiña un grave problema: a semente híbrida, o gran, nacía sobre as plantas de liña pura, débiles e pouco produtivas, usadas como femias. Como a produción de semente era escasa, o seu prezo era tan alto que non estaba ao alcance da maioría dos agricultores.

Actividade 6

Analiza todo o procedemento que permite a produción de millo híbrido.

- a) Como se obtén unha liña pura dunha variedade de millo?
- b) Explica por que nas plantas de liña pura se expresan xenes recesivos.
- c) Explica mediante as Leis de Mendel por que o cruzamento de liñas puras asegura a obtención dunha poboación uniforme de plantas heterocigotas de alto rendemento.

- d) Os híbridos naturais do millo tamén son heterocigotos e amosan vigor híbrido. Explica, mediante as Leis de Mendel, por que entre os descendentes do cruzamento destes híbridos vigorosos e produtivos aparecen plantas de alto rendemento, pero tamén plantas menos vigorosas e de baixa produtividade.
- e) Explica por que resultaba tan cara a semente dos híbridos simples de Shull.
- f) Elabora un mapa conceptual no que representes a investigación de Shull para obter millo híbrido.

CRUZ GALLÁSTEGUI, TESTEMUÑA E COLABORADOR NA PRIMEIRA COLLEITA DE MILLO DOBRE HÍBRIDO

En 1918, definitivamente interesado pola mellora xenética do millo, Cruz Gallástegui, enviado por East, desprázase á Estación de Experimentación Agrícola de Connecticut, en New Haven. Alí intégrase no equipo de Edward H. Jenkins para lle axudar nas súas investigacións a un xenetista que está a piques de revolucionar o cultivo de millo no mundo: Donald F. Jones.

Un ano antes, Jones inventara o método do dobre cruzamento que había de resolver o problema dos elevados custos de produción da semente de millo híbrido simple. Jones cruzara dous híbridos simples utilizando como femia unha planta híbrida moi produtiva e como proxenitor masculino outro híbrido moi produtivo. Así obtiña gran cantidade de semente de millo híbrido dobre. Faltaba plantar esta semente e comprobar como era ese millo híbrido dobre. Gallástegui colaborou con Jones nesta etapa do histórico experimento. Descubriron que o millo híbrido dobre era tamén moi superior ás variedades de polinización libre.



Jones e Gallástegui en New Haven

Actividade 7

O millo híbrido dobre supuxo un avance fronte aos híbridos simples.

- a) Que diferenza existe entre os híbridos simples de Shull e os dobres de Jones.
- b) Que importancia ten que a femia híbrida sexa moi produtiva?
- c) Como influiría na extensión de terreo necesaria para a plantación que o híbrido que se utilice como proxenitor masculino sexa tamén moi produtivo?
- d) Utilizando as letras A, B, C e D para representar cada unha das liñas puras, as letras P e Q para os híbridos simples, e a letra Z para o híbrido dobre, fai un esquema indicando os cruzamentos necesarios para conseguir millo dobre híbrido polo método de Jones.

En 1919, Cruz Gallástegui comeza a traballar no Departamento de Mellora Vexetal do Colexio de Agricultura da Universidade de Cornell, onde estuda a mellora xenética do trigo e do centeo. Ese ano, no mesmo colexio, comezará os seus estudos Bárbara McClintock, a xenetista, premio Nobel de Medicina en 1983, que descubrirá os elementos xenéticos móbiles ou **transposóns** no millo.

En 1920 viaxa a México, onde ten a oportunidade de aplicar os seus coñecementos na quinta agrícola do seu tío, Teodoro Gallástegui.

Actividade 8

Vas acompañar a Gallástegui por Europa e América durante a súa época de formación.

- a) Debuxa un mapa de Europa. Colorea os seguintes países: España —utilizando cores distintas para Galicia, Madrid e o País Vasco— Francia, Alemaña, Dinamarca, Suecia e Noruega. Sitúa nos países apropiados as seguintes vilas: Bergara, Limoges, Hohenheim, O Saviñao, Madrid, Santiago e Pontevedra.
- b) Debuxa un mapa dos Estados Unidos. Colorea os estados de Nova York, Connecticut e Massachussets. Sitúa nestes estados as cidades de Nova York, New Haven e Boston.
- c) Con liñas de cores nas que figuren os anos das viaxes, traza o periplo de Cruz Gallástegui durante a súa etapa de formación, de 1908 a 1921, ata que é nomeado director da Misión Biolóxica de Galicia.



A «PEQUENA IDADE DE OURO DA CIENCIA EN GALICIA»: A CREACIÓN DA MISIÓN BIOLÓXICA DE GALICIA

Un éxito da dinámica sociedade galega de principios do século XX

En 1921 Cruz Gallástegui deixa América e regresa a Europa, doutorado por Harvard e Cornell. Desembarca na Coruña e, nesta cidade, colle un tren que o leva de volta ao País Vasco. Pero en Monforte de Lemos sobe ao mesmo tren Juan López Suárez, que vai a Madrid. Juan, xunto coa Real Sociedad Económica de Amigos del País de Santiago, está negociando coa JAE a creación en Galicia dun centro de investigación biolóxica. Convince a Cruz para que vaia con el a Madrid e lle axude nesta tarefa. Alí entrevístanse con Santiago Ramón y Cajal e con José Castillejo, presidente e secretario, respectivamente, da JAE dende a súa creación en 1907. Castillejo era, ademais, cuñado de Juan.

En abril dese mesmo ano, grazas ao empeño de Juan López Suárez e outros persoeiros, créase a Misión Biolóxica de Galicia, un dos centros pioneiros da investigación xenética en España. Cruz Gallástegui ha converterse no seu primeiro director e permanecerá nese posto o resto da súa vida.

A Misión Biolóxica de Galicia instálase en Santiago, nuns locais pertencentes á Escola de Veterinaria.

Os dous primeiros temas de investigación que aborda Cruz Gallástegui son: a mellora xenética do millo e o mal da tinta do castiñeiro, que afecta gravemente os castiñeiros de toda Europa.

Primeiros traballos para obter millo híbrido

De entrada, Gallástegui vaise centrar na obtención de liñas puras que lle sirvan para conseguir despois os híbridos coas características desexadas. Investiga 46 variedades de millo procedentes de toda Galicia e 26 procedentes dos Estados Unidos. As características de interese que investiga en cada variedade son:

- A produción de gran.
- A altura das plantas.
- A altura á que se insiren as espigas.
- O tamaño e peso das espigas.
- A súa resistencia ao fungo *Ustilago maydis*: o caruncho.

A hibridación do castiñeiro

En canto ao mal da tinta do castiñeiro europeo (*Castanea sativa*), Cruz Gallástegui tenta crear un híbrido cunha especie xaponesa (*Castanea crenata*) inmune ás

diferentes especies do fungo *Phytophthora*, causante da enfermidade. Consegue o castiñeiro híbrido (*Castanea x hybrida*) pero, para que conserve a resistencia, a reprodución do castiñeiro híbrido só pode ser asexual (vexetativa); é dicir, utilizando partes da planta, neste caso, talos. Cruz Gallástegui atópase cun problema para o que non vai ter solución, o do enraizamento; quer dicir, conseguir que esa parte da planta desenvolva unhas boas raíces. Tampouco vai poder verificar a resistencia destes híbridos á enfermidade.

O estudo cromosómico dalgúns crucíferas

Os grelos, o repolo, o brócoli ou as coles de Bruxelas tamén son froito da selección realizada durante séculos polos agricultores para transformaren plantas silvestres —emparentadas cos saramagos que medran ventureiros nas beiras dos camiños— en variadas, nutritivas e saborosas verduras.

Aínda en Santiago, Cruz Gallástegui comezou o estudo cromosómico do xénero *Brassica*, ao que pertencen:

- Distintas variedades de coles, como os repolos e as verzas (*Brassica oleracea*).
- Os nabos e grelos (*Brassica rapa*).
- O nabicol (*Brassica napus*).

E logo, era o nabicol un híbrido de nabo e col, como parecen indicar as súas flores de nabo e as súas follas de verza?

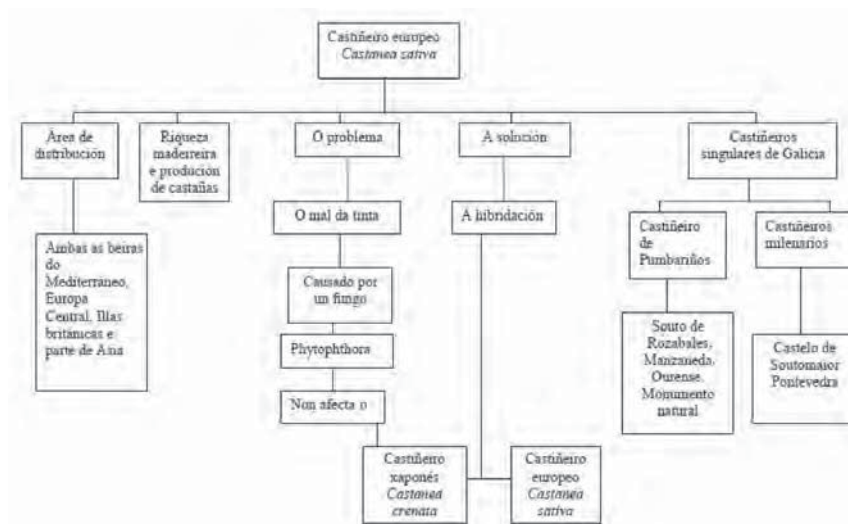
Gallástegui contou con precisión o número de cromosomas das coles (18) e o dos nabos (20) pero, por algún motivo, trabucouse co nabicol e contou 36, co cal desbotou a posibilidade de que fose un híbrido. Hoxe sábese que, en realidade, o nabicol ten 38 cromosomas. Exactamente a suma dos números cromosómicos de nabos e coles.

Crucíferas estudadas por Gallástegui



O final dunha etapa

Durante este tempo en Santiago Cruz Gallástegui aproveita tamén para estudar a carreira de veterinaria e obtén o título de veterinario en 1923. En xullo de 1924 suprimese por decreto a Escola de Veterinaria de Santiago. O seu edificio pasa ao Ministerio de Guerra, que o converte nun cuartel no que se instala un rexemento de artillería. Cruz Gallástegui solicita manter a Misión Biolóxica nos locais que ocupa, pero axiña terá que abandonalos definitivamente.



Actividade 9

Nesta primeira etapa da Misión Biolóxica en Santiago, Cruz Gallástegui estudou a xenética do millo, do castiñeiro e dalgunhas crucíferas. No caso do millo e do castiñeiro quería conseguir que tivesen determinadas características.

- Que características quería conseguir Gallástegui no millo?
- E no castiñeiro?
- Cales deses caracteres serían cuantitativos?
- Cal ou cales poderían ser cualitativos?
- Como cres que son, maioritariamente, os caracteres de interese económico nas plantas: cuantitativos ou cualitativos?
- Que importancia cres que teñen os xenes en certas características das plantas como son o tamaño, a forma, a resistencia ás enfermidades ou a produtividade?
- Que importancia lle atribúes ao ambiente?
- Que características cres que están máis influídas polos xenes? Cales polo ambiente?
- Dependerá do momento da vida da planta? En que momentos cres que os xenes terán máis importancia e en cales pensas que o ambiente será máis determinante?
- Investiga qué institución ocupa agora o edificio da antiga Escola de Veterinaria de Santiago.



Visita do ministro
Cirilo Cánovas



CRUZ GALLÁSTEGUI EN PONTEVEDRA

As innovacións en bioloxía aplicada chegan ao campo galego

En 1927 a Misión Biolóxica de Galicia trasládase a Pontevedra e en 1928 instálase definitivamente no Pazo de Gandarón, na parroquia de Salcedo, onde se encontra na actualidade.

En Pontevedra, Cruz Gallástegui céntrase na mellora do millo poñendo en práctica os coñecementos adquiridos nos Estados Unidos.

Despois de anos de investigación con centos de variedades de polinización libre que mostraban características de interese, conseguirá un numeroso conxunto de liñas puras. As variedades empregadas eran case todas autóctonas, pero tamén doutros lugares de España, Europa e mais Estados Unidos. A partir das liñas puras, obtivo híbridos simples e dobres.

En 1928 seméntase o primeiro millo híbrido. O aumento da produción de gran é espectacular: pasa dos 3.000 quilos por hectárea do millo de polinización libre aos 7.000 aos que pode chegar o millo híbrido.

Grazas a Gallástegui, Galicia converteuse no primeiro lugar de Europa no que se produciu millo dobre híbrido.

A semente dobre híbrida, producida pola Misión Biolóxica, comezou distribuíndose gratuitamente ou a baixo prezo entre os agricultores. Pero a demanda de

semente era tan grande e a dispoñibilidade de terreos tan escasa que, para solucionar estes dous problemas, se creou en 1930 unha cooperativa agraria, tutelada e asesorada pola propia Misión Biolóxica: o Sindicato de Productores de Semillas.

Deste xeito, os labregos que posuían terreos veciños poñíanse de acordo para, coa axuda da Misión, encargarse da produción e distribución de sementes de millo.

Entre os dobres híbridos destacaban tres adaptados aos diferentes climas de Galicia. Dous vendíanse con atractivos nomes comerciais:

- «Pepita de oro», de gran amarelo.
- «Reina Blanca», de gran branco.

Nesa época Gallástegui escribiu moitos artigos e impartiu conferencias en cooperativas e sindicatos agrícolas para levar ao campo as innovacións científicas. Era alcumado polos agricultores «o mago das espigas».

Os problemas do século XXI

Gallástegui conservou unha excelente colección de liñas puras e variedades de polinización libre. Desafortunadamente, cando en 1950 deixou nas mans dos seus colaboradores o programa de mellora do millo, a maior parte do xermoplasma —é dicir, a información xenética desas plantas— utilizado por el perdeuse e só se conservan na actualidade seis liñas puras.

Hoxe en día existe unha gran preocupación pola perda da diversidade xenética das plantas cultivadas que, como sabemos, son froito de miles de anos de selección e forman parte da biodiversidade do planeta. Para previr a desaparición de variedades ou mesmo de especies completas por causas diversas —desastres naturais, pragas, guerras— créanse os bancos de xermoplasma, nos que se almacena o material xenético que se quere preservar. No caso dos vexetais, pode almacenarse en forma de sementes ou conservando conxeladas distintas partes da planta.

Actividade 10

Observa a seguinte táboa na que aparecen os datos dun ensaio realizado por Cruz Gallástegui con híbridos simples de millo no ano 1929. Apareceu nun artigo publicado na *Revista da Real Academia Galega de Ciencias* (www.ragc.cesga.es) no ano 2010. O autor do artigo é Amando Ordás, investigador da Misión Biolóxica de Galicia.

Analiza a táboa e responde as seguintes cuestións:

Híbrido	t/ha
Amarelos	
167-1 x 97-4	7.5
169-4 x 97-4	7.08
167-5 x 169-4	6.67
169-4 x 167-1	6.59
169-5 x H-2-3	5.88
Brancos	
172 x H bl	5.71
172 x 173	5.40
173 x 172	5.39
173 x 139-3	5.20
172 x 139-3	4.84

Variedades das que proceden as liñas puras

H: Golden Nugget?

97: Variedade local (Santiago)

139: Variedade local (Brión, A Coruña)

167: Variedade local (Ourense)

169: Henderson's Longfellow

172: Henderson's Large White

173: Variedade Local (Arcade, Pontevedra)

- a) Cal é o híbrido que produce maior cantidade de millo por hectárea?
- b) De que variedades proceden as liñas puras cruzadas para obtelo?
- c) Cal é o híbrido de menor rendemento?
- d) De que variedades proceden as liñas puras cruzadas neste caso?
- e) Identifica os dous cruzamentos que producen os híbridos de maior rendemento. Que proxenitor teñen en común?
- f) De que cor son os híbridos máis produtivos?
- g) Representa nun diagrama de barras os datos da táboa. Indica en abscisas o tipo de híbrido e en ordenadas as toneladas de millo por hectárea que produce. Utiliza cores distintas segundo a cor do gran para as barras.

A importancia da mellora xenética do millo en Galicia

Na Galicia rural de principios do século XX o millo era a base da alimentación. As espigas secábanse e almacenábanse nos hórreos durante todo o ano. Moendo o gran producíase a fariña para facer o pan. Con fariña e gran alimentábanse porcos e galiñas. A palla —talos e follas— amoreábase en medas e servía como alimento do gando vacún no inverno.

Pero ademais, cos carozos prendíase o lume e o follato servía para encher os xergóns que se poñían nas camas.

O habitual era que as colleitas non fosen suficientes e houbera que importar millo. Por iso, conseguir variedades de alto rendemento era fundamental para o desenvolvemento do campo galego.

Actividade 11

Investiga a pegada que deixou o millo na cultura popular galega.

- a) Busca refráns galegos que fagan referencia ao millo.
- b) Busca poemas galegos nos que se fale do millo.
- c) Busca a receita do pan de millo. Que nome recibe este pan na túa vila? A fariña que leva, é só de millo? Se se lle engade fariña doutros cereais, de que cereais se trata? Por que se fai?

A mellora da pataca

Unha das preocupacións de Gallástegui era a mellora da pataca. A produción das variedades galegas, introducidas polos emigrantes que volvían de América, era duns 12.000 quilos por hectárea e el consideraba que debía incrementarse ata os 25.000 ou 35.000 quilos por hectárea. Para conseguilo introduciu variedades de gran produción e máis resistentes ás pragas.

As necesidades agrícolas de Galicia

Para Cruz Gallástegui as necesidades agrícolas de Galicia eran: millo, trigo, centeo, fabas, pataca, prados, vide, árbores froiteiras, hortalizas, plantas industriais e plantas medicinais.

A mellora animal na Misión Biolóxica

Cruz Gallástegui interesouse tamén pola mellora xenética do gando vacún, unha cuestión crucial para os gandeiros galegos xa que Galicia levaba varios séculos criando e exportando gando vacún, sobre todo ao Reino Unido.

Pero, a finais do século XIX, a aparición dos barcos frigoríficos e a competencia da carne de Arxentina supuxeron a fin da exportación de vacún galego a Inglaterra.

Gallástegui consideraba que o primeiro que había que determinar era o obxectivo da mellora: carne ou leite. Decide investigar a mellora da produción de leite. Utili-

za, por primeira vez en Galicia, un método innovador que en Europa e nos Estados Unidos se utilizaría sobre todo a partir da Segunda Guerra Mundial: o método do control leiteiro. Este método consiste en medir a cantidade e calidade do leite que produce cada vaca e en seleccionar as mellores produtoras para cruzalas con touros selectos. Facendo o mesmo xeración tras xeración, esperaba conseguir ao cabo dos anos vacas cunha maior produción leiteira. Pero Gallástegui tivo que abandonar estes traballos por falta de medios.

Á raíz da publicación en 1930 dun estudo levado a cabo na Misión sobre a alimentación dos porcos, Gallástegui recibe o encargo do Ministerio de Economía de elaborar un plan de mellora do porco.

Decide traer porcos de Inglaterra. Os porcos «Large White» chegan a Vigo en 1931 e son a orixe da «Piara cerrada de raza Large White» da Misión Biolóxica. O responsable da elección da raza e da compra dos animais é Miguel Odriozola, quen se encargará desta liña de investigación xunto con Vicente Boceta. Estes dous enxeñeiros agrónomos iniciaron a mellora xenética do porco en España e Portugal.

TEMPOS DIFÍCILES

En 1936 declárase a Guerra Civil. Cruz Gallástegui continúa traballando na Misión Biolóxica, mais a súa esposa, a santiaguesa Elisa Fraiz y Tafall, e os seus fillos, Lourdes e Juan Antonio, trasládanse a Santiago, que lles parece un lugar máis seguro.

Gallástegui pertencera ao Partido Galeguista e ao Seminario de Estudos Galegos. É denunciado, mais as acusacións na súa contra son desestimadas.

En 1939, ao finalizar a guerra, Gallástegui mantén o seu posto de director na Misión, que pasa a depender do Consello Superior de Investigacións Científicas (CSIC), que substitúe á JAE. Pero nun país que se enfrenta a unha durísima posguerra, a investigación xenética xa non é unha prioridade e os medios económicos e humanos para manter as liñas de investigación da Misión son insuficientes. A obra de Gallástegui sofre un gran retroceso.

Porén, ningún pon en dúbida o seu inmenso e valioso traballo científico, que é recoñecido no ano 1945 coa Encomenda de Cabaleiro da Orde do Mérito Agrícola, e en 1946, coa Gran Cruz de Afonso X o Sabio.



Visita do ministro Cirilo Cánovas, 1957



Ceando no xardín

Cara a 1950, Don Cruz Gallástegui deixa Pontevedra para ir traballar á empresa de sementes PRODES, de Valladolid. Alí aínda atopará tempo para implicarse na mellora das vides que producen os viños da denominación de orixe «Ribera del Duero».

En 1953 regresa a Pontevedra, á súa querida Misión Biolóxica, da que seguía sendo director.

En 1958 publícase o seu libro, *El campo gallego*.

O 7 de xuño de 1960 a vida deste home excepcional apágase para sempre.

Actividade 12

Representa nun cadro os principais feitos históricos, datos socioeconómicos e acontecementos relevantes da vida de Cruz Gallástegui durante os anos nos que dirixiu a Misión Biolóxica de Galicia.

Actividade 13

Consulta en Internet a información que dá a Wikipedia sobre a Junta para la Ampliación de Estudios e visiona a primeira parte do vídeo *90 anos da Misión Biolóxica de Galiza* (<http://www.youtube.com/watch?v=TdRzvXlrjdU>):

- Cal é a relación da JAE coa Misión Biolóxica?
- Elaborede, en grupos de catro persoas, unha presentación sobre a Misión Biolóxica de Galicia onde integredes un pequeno resumo da súa historia e estrutura, os estudos que está levando a cabo na actualidade e a importancia dun banco de sementes para o desenvolvemento sustentable dos cultivos en Galicia.

Actividade 14

Procura encontrar nesta sopa de letras 24 palabras relacionadas coa vida e investigacións de Cruz Gallástegui.

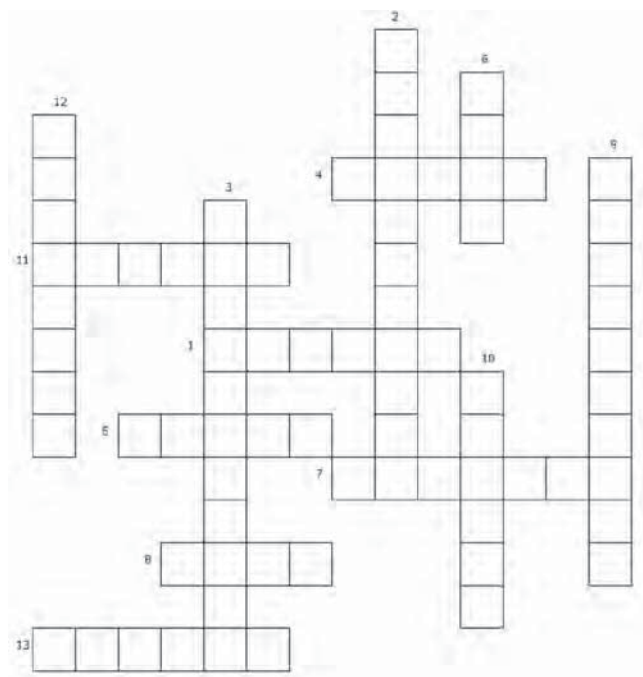
R	E	T	G	A	L	L	A	S	T	E	G	U	I	M	O
H	A	D	V	N	A	S	B	O	P	N	A	X	Z	T	L
M	C	P	C	O	B	G	Q	I	A	T	N	I	T	E	L
E	A	H	O	D	L	U	I	R	B	C	D	U	S	P	I
T	R	Y	N	N	I	A	F	P	O	E	A	O	E	T	M
A	I	T	R	E	T	A	D	T	S	A	R	N	M	I	U
C	O	O	E	P	R	E	A	E	N	E	O	G	S	F	R
I	P	P	D	C	A	L	V	N	T	C	N	I	A	G	I
T	S	H	U	L	L	O	A	E	S	T	O	A	R	R	P
E	I	T	N	O	T	G	H	L	D	N	B	A	P	L	A
N	D	H	F	G	R	E	S	B	A	R	B	E	L	A	C
E	E	O	M	O	N	O	I	C	A	R	A	U	O	N	T
X	E	R	M	O	P	L	A	S	M	A	H	C	B	A	H
O	G	A	I	T	N	A	S	Z	N	U	S	I	E	R	U
P	H	Y	T	O	R	L	E	H	F	I	A	L	S	G	L
A	E	N	A	T	S	A	C	M	C	A	R	O	Z	O	H

Barbela	Millo
Bergara	Misión
Cariópside	Monoica
Carozo	Morgan
Castanea	Pendón
CSIC	Phytophthora
Espiga	Pontevedra
Follato	Santiago
Gallástegui	Shull
Gandarón	Tinta
Gran	Xenética
Heterose	Xermoplasma

Actividade 15

Demostra que te convertiches nunha persoa experta na vida e investigacións de Cruz Gallástegui resolvendo estas palabras cruzadas.

1. Empresa de sementes de Valladolid onde traballou Cruz Gallástegui.
2. Xenial científico nado en Bergara.
3. Procedemento consistente en eliminar a inflorescencia masculina do millo.
4. Esposa de Gallástegui.
5. Inventor do método para obter híbridos dobres do millo.
6. Insigne xenetista vexetal de Harvard.
7. Dise do descendente do cruzamento de dúas liñas puras.
8. Gallástegui érao das espigas.
9. Indivíduo que posúe dous alelos iguais para o mesmo carácter.
10. Toda gramínea con grans comestíbles.
11. Segundo apelido dos irmáns Juan e Julio.
12. Antepasado do millo.
13. Científico da Misión Biolóxica responsable da mellora do porco.



Actividade 16

Test de coñecementos: datos biográficos de Cruz Gallástegui.

1. Cruz Ángel Gallástegui Unamuno naceu e completou os seus estudos de bacharelato en:
☐ Madrid ☐ Santiago ☐ Bergara ☐ Pontevedra
2. En 1783, no laboratorio do seu colexio, que daquela aínda era o Real Seminario de Bergara, o profesor Fausto Elhuyar achou o elemento químico:
☐ Vanadio ☐ Volframio ☐ Osmio ☐ Cadmio
3. Cruz Gallástegui traballou como peón agrícola e obtivo a diplomatura en Xardinería e Fruticultura en:
☐ Francia ☐ Noruega ☐ Suecia ☐ Gran Bretaña
4. Formouse como enxeñeiro agrónomo en:
☐ Italia ☐ Alemaña ☐ Austria ☐ Estados Unidos
5. Coñeceu a existencia dunha nova ciencia, chamada xenética, a través de:
☐ Hugo de Vries ☐ Santiago Ramón y Cajal
☐ Julio López Suárez ☐ Juan López Suárez
6. Unha bolsa da Junta para la Ampliación de Estudios, o actual CSIC, permitiulle formarse como xenetista en:
☐ Francia ☐ Estados Unidos ☐ Alemaña ☐ Dinamarca
7. Na Universidade de Columbia, Cruz Gallástegui coñeceu o futuro premio nobel de Medicina de 1933, un científico que, facendo experimentos coa mosca do vinagre, *Drosophila melanogaster*, descubriu que os xenes están en lugares concretos dos cromosomas. Ese científico era:
☐ Thomas H. Morgan ☐ Erich von Tschermak
☐ Carl von Correns ☐ Hugo de Vries
8. Cruz Gallástegui estudou na Busey Institution da Universidade de Harvard cun xenetista vexetal preocupado polo problema da fame no mundo, o eminente:
☐ Ralph A. Emerson ☐ Donald F. Jones
☐ George Shull ☐ Edward E. East
9. Os traballos sobre hibridación do millo que farán que Cruz Gallástegui se interese por este tema de investigación eran obra de:
☐ Gregor Mendel ☐ Edward E. East ☐ William E. Castle
☐ George Shull
10. Foi na Estación de Experimentación Agrícola de Connecticut, en New Haven, onde Cruz Gallástegui aprendeu a técnica para producir millo dobre híbrido de alto rendemento traballando ao lado do seu inventor, o investigador:
☐ William E. Castle ☐ Donald F. Jones
☐ George Shull ☐ Edward E. East
11. En 1919, para finalizar a súa etapa de formación en Estados Unidos, Cruz Gallástegui traballará no Departamento de Mellora Vexetal do Colexio de Agricultura da Universidade de Cornell. Ese mesmo ano, unha gran xenetista, que recibiría o premio Nobel de Medicina en 1983, iniciará os seus estudos no mesmo colexio. Era:
☐ Rosalind Franklin ☐ Bárbara McClintock
☐ Rita Levi-Montalcini ☐ Gerty Cory
12. En Estados Unidos, Cruz Gallástegui doutorouse en dúas destas universidades:
☐ Cornell ☐ Columbia ☐ Harvard ☐ Yale
13. Ao seu regreso dos Estados Unidos, Cruz Gallástegui converteuse no primeiro director da Misión Biolóxica de Galicia. Corría o ano:
☐ 1917 ☐ 1921 ☐ 1927 ☐ 1930
14. Á fronte da Misión Biolóxica de Galicia, Cruz Gallástegui puxo en marcha varias liñas de investigación, mais non abordou:
☐ A hibridación do castiñeiro ☐ A hibridación da oliveira
☐ A hibridación do millo ☐ O estudo cromosómico da verza
15. Grazas ás investigacións de Cruz Gallástegui en xenética aplicada, España foi o primeiro país europeo no que se produciu:
☐ Millo híbrido ☐ Castaña híbrida
☐ Patata híbrida ☐ Trigo híbrido
16. Sendo xa director da Misión Biolóxica de Galicia, Cruz Gallástegui obtivo o título de:
☐ Médico ☐ Farmacéutico ☐ Veterinario ☐ Avogado
17. Por iso, aínda que por falta de medios non puido completar o labor iniciado, Cruz Gallástegui tamén traballou na:
☐ Mellora do cabalo ☐ Mellora do gando vacún
☐ Mellora da galiña ☐ Mellora da ovella
18. En canto á mellora xenética animal, a Misión Biolóxica de Galicia, dirixida por Cruz Gallástegui e grazas ao traballo dos enxeñeiros agrónomos Vicente Boceta e Miguel Odriozola, é coñecida, sobre todo, por iniciar en España e Portugal a:
☐ Mellora do cabalo ☐ Mellora do gando vacún
☐ Mellora da galiña ☐ Mellora do porco
19. Como recoñecemento ao seu labor á fronte da Misión Biolóxica de Galicia, Cruz Gallástegui obtivo, nos anos 1945 e 1946, dous dos seguintes galardóns:
☐ Medalla Helmholtz ☐ Encomenda de Cabaleiro da Orde do Mérito Agrícola ☐ Cruz de Isabel I a Católica
☐ Gran Cruz de Alfonso X o Sabio
20. En 1958, dous anos antes da súa morte, Cruz Gallástegui publicou un pequeno libro titulado:
☐ La composición de un campo de maíz ☐ Campos de Galicia
☐ El campo gallego ☐ El maíz

COMPETENCIAS QUE SE TRABALLAN NA UNIDADE		
COÑECEMENTO E INTERACCIÓN COM O MUNDO FÍSICO	· Coñecer os mecanismos fundamentais da transmisión da herdanza biolóxica. · Achegarse a algúns dos conceptos básicos da mellora xenética: heterose, endogamia, depresión endogámica.	· Coñecer os mecanismos que permiten a reprodución das plantas, nomeadamente, as que se utilizan en agricultura. · Coñecer os cultivos máis frecuentes na nosa terra. · Coñecer a súa orixe.
COMUNICACIÓN LINGÜÍSTICA	· Comprender textos, identificando os conceptos e ideas principais. · Contrastar a información obtida de distintas fontes.	· Realizar informes procurando utilizar a linguaxe con coherencia e precisión.
MATEMÁTICA	· Realizar cálculo de proporcións nun cruzamento. · Analizar os datos dunha táboa. · Representar os datos dunha táboa utilizando gráficos de barras.	
TRATAMENTO DA INFORMACIÓN E COMPETENCIA DIGITAL	· Elaborar mapas conceptuais para ordenar e relacionar a información extraída dun texto. · Representar os cruzamentos a partir dos datos obtidos dun problema.	· Elaborar documentos e presentacións dixitais. · Usar Internet para buscar información e utilizar recursos educativos.
SOCIAL E CIDADÁ	· Valorar a importancia que ten para un país o investimento na formación dos seus investigadores. · Recoñecer a necesidade da investigación en ciencia, básica e aplicada, para promover o desenvolvemento dun país.	· Considerar a responsabilidade das institucións públicas e da sociedade no seu conxunto no sostemento dos centros de investigación. · Tomar conciencia da importancia da agricultura e da gandería na alimentación humana e, ao mesmo tempo, da necesidade de conservar a biodiversidade.
CULTURAL E ARTÍSTICA	· Dar a coñecer a biografía de Cruz Gallástegui. · Recoñecer o seu papel como pioneiro da investigación xenética en Galicia e en España. · Coñecer parte da historia da xenética como ciencia.	· Recoñecer o empeño da sociedade galega da época, a través das súas institucións públicas e privadas, en contar cun centro de investigación como a Misión Biolóxica de Galicia. · Valorar, como unha arte máis, o traballo dos melloradores xenéticos, ao longo dos séculos.
APRENDER A APRENDER	· A vida de Cruz Gallástegui pode servir de exemplo e motivación para o estudo e a aprendizaxe ao longo da vida. · Espertar o interese pola autoaprendizaxe. · Saber autoavaliarse.	
AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSOAL	· Organizar un plan de traballo. · Determinar as tarefas que cómpre realizar e establecer prioridades. · Ser capaz de buscar información, analízala, selecciónala e resumíla. · Elaborar un informe e presentalo.	· Afondar no coñecemento do contorno socioeconómico e das posibilidades que ofrece de integrarse nel, de cara a planificar un itinerario formativo.

GLOSARIO DE TERMOS

Alelos: formas alternativas dun xene que se atopan nun locus dun cromosoma.

Aleurona: proteína granular que forma a capa máis externa da semente dos cereais.

Anxiospermas: plantas con flores que teñen os seus óvulos encerrados dentro dun carpelo.

Autofecundación: ten lugar cando se unen un gameto feminino e un masculino procedentes do mesmo individuo. No millo, cando a espiga e mais o pendón que produce o pole que a fecunda están na mesma planta.

Biodiversidade: a variedade e a abundancia da vida e mais o seu contexto ecolóxico; incluíndo as diferentes clases de organismos, número de especies, as variacións nos seus xenes e a complexidade das súas condicións ecolóxicas.

Botánica: ciencia que estuda os vexetais. Forma parte da bioloxía.

Cariópside: froito das gramineas.

Carpelos: follas que forman a parte feminina da flor das anxiospermas, o xineceo ou pistilo.

Cigoto: célula diploide que se forma pola unión de dous gametos haploides.

Consanguinidade: prodúcese cando se cruzan entre si individuos emparentados.

Cromosoma: estrutura que leva a información xenética. Nas células eucariotas está formado por ADN e proteínas e encóntrase no núcleo celular.

Crucíferas: brasicáceas. Familia de anxiospermas na que se inclúen cultivos de interese económico.

Depresión endogámica ou consanguínea: perda de vigor debida ao cruzamento entre individuos emparentados.

Diploide: que ten dous conxuntos de cromosomas, un proporcionado polo proxenitor masculino e outro polo feminino.

Embrión: nas plantas con flor, é o organismo que se forma a partir do cigoto e permanece en estado de vida latente no interior da semente.

Endosperma: tecido triploide da semente, exclusivo das anxiospermas. Reserva de alimento do embrión.

Escutelo: cotiledón, folla da semente.

Espendoadado: eliminación do pendón do millo.

Estigma: extremo do estilo que recibe o pole.

Estilo: parte delgada do pistilo situada entre o ovario e o estigma. Principal compoñente da barbeta do millo.

Evolución: cambio na composición xenética dunha poboación de xeración en xeración por mecanismos como a mutación, a selección natural ou a deriva xenética.

Fecundación cruzada: ten lugar cando se unen un gameto feminino e un masculino procedentes de individuos distintos. No millo, cando a espiga e o pendón que produce o pole que a fecunda son de plantas distintas.

Fecundación dobre: proceso propio da reprodución das anxiospermas polo que as células espermáticas fecundan tanto a ovocélula, orixinando o embrión, como os núcleos polares do saco embrionario, dando lugar ao endosperma.

Gameto feminino: nas anxiospermas, a ovocélula. Unha das células do saco embrionario que se fusiona.

Gameto: células reprodutoras haploides que se fusionan para dar unha descendencia diploide.

Gametófito: na vida dos organismos que alternan unha fase haploide e unha diploide, fase haploide que produce os gametos.

Gramíneas ou poáceas: familia de plantas á que pertencen a maioría das herbas e que agrupa moitas das plantas de maior importancia económica, como os cereais ou a cana de azucre.

Haploide: que contén un único xogo de cromosomas.

Heterocigoto: individuo que posúe dous alelos distintos do mesmo xene.

Heterose: mellora e incremento de todas as características que amosa o híbrido con respecto aos seus proxenitores de liña pura.

Híbrido: é o individuo resultante do cruzamento de dúas variedades ou de dúas especies distintas.

Homocigoto: individuo que posúe dous alelos iguais para un determinado xene.

Horticultura: é a rama da agricultura que se ocupa do cultivo de hortalizas e plantas ornamentais.

Liña pura: individuos homocigotos.

Meiose: división dun núcleo diploide para dar lugar a catro células fillas haploides.

Métodos de illamento: en selección xenética, son os que permiten conseguir liñas puras. Por exemplo, a autofecundación.

Óvulo: nas plantas, órgano que contén o gametófito feminino. Cando madura convértese nunha semente.

Pericarpio: tecido que rodea a semente que se desenvolve a partir da parede do ovario da flor. Nos cereais tamén se chama farelo.

Poboación: grupo de individuos da mesma especie que se reproducen entre eles e habitan nun determinado lugar.

Pole: elemento masculino fecundante da flor. Contén o gametófito e o gameto.

Polixénico: carácter causado pola interacción de varios xenes.

Radícula: raíz do embrión.

Saco embrionario: nas anxiospermas, gametófito feminino. Encóntrase no interior do óvulo.

Transposón: é unha secuencia de ADN capaz de desprazarse e copiarse de maneira autónoma nun xenoma mediante un mecanismo chamado transposición.

Vaiña: froito das leguminosas; contén as sementes.

Xene: factor hereditario que determina a herdanza dun carácter formado por unha secuencia de bases do ADN.

Xenes deleterios: xenes nocivos para a supervivencia dun organismo.

Xermoplasma: colección de recursos xenéticos dun organismo. ADN dese organismo.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ PELÁEZ, R. (2007). *La genética y la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*. Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia, vol. LIX, n.º 2.

ETXANIZ MAKAZAGA, J. M. (2004). *Cruz Gallástegui Unamuno. Un veterinario guipuzcoano en Galicia 1891 - 1960*. Boletín da RSBAP, tomo LX-1-2004.

MENDEL, G. (1866). *Experiments in plant hybridization*. Electronic Scholarly Publishing Project, 1996.

ORDÁS, A. (2010). *Gallástegui: El nacimiento de la genética en España*. Revista Real Academia Galega de Ciencias, vol. XXIX.

PURVES, W., SADABA, D., ORIAN, G., HELLER H. C. (2005). *Vida. La ciencia de la Biología*. Editorial Panamericana, Bos Aires.

SHULL, G.H. (1908). *The composition of a field of maize*. American Breeders Association. Cold Spring Harbor, Nova York.



Fotografías cedidas polo neto de Cruz Gallástegui Unamuno, Cesar Fernández-Quintanilla Gallástegui, e pola Misión Biolóxica de Galicia (CSIC).



Esta unidade didáctica está publicada baixo [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Real Academia Galega de
Ciencias - RAGC
www.ragc.cesga.es
San Roque, 2
15704 Santiago de Compostela
Tel.: + 34 981 552 235

Cantón Grande, 9
15003 A Coruña
Tel.: + 34 981 221 525
Fax: + 34 981 224 448

Policarpo Sanz, 31
36202 Vigo
Tel.: + 34 986 110 220
Fax: +34 986 110 225



Fundación Barrié