

materia

Cultivos Herbáceos Extensivos

unidade didáctica 12

AS LEGUMINOSAS DE GRAN. ASPECTOS XERAIS

Benigno Ruíz Nogueiras
Departamento de Producción Vexetal
Escola Politécnica Superior

titulación

Enxeñaría Técnica de Explotacións Agropecuarias



Vicerreitoría de Cultura



unidade **didáctica** 12

AS LEGUMINOSAS DE GRAN. ASPECTOS XERAIS

Benigno Ruíz Nogueiras
Departamento de Producción Vexetal
Escola Politécnica Superior



© Universidade de Santiago de Compostela, 2009

Deseño

Unidixital

Edita

Vicerreitoría de Cultura
da Universidade de Santiago de Compostela
Servizo de Publicacións
da Universidade de Santiago de Compostela

Imprime

Unidixital
Servizo de Edición Dixital da
Universidade de Santiago de Compostela

Dep. Legal: C 1220-2009

ISBN 978-84-9887-129-6

ADVERTENCIA LEGAL: reservados todos os dereitos.
Queda prohibida a duplicación parcial ou total desta obra, en calquera forma ou por calquera medio (electrónico, mecánico, gravación, fotocopia ou outros) sen consentimento expreso por escrito dos editores.

MATERIA: CULTIVOS HERBÁCEOS EXTENSIVOS
TITULACIÓN: ENXEÑARÍA TÉCNICA EN EXPLOTACIÓNS
AGROPECUARIAS

PROGRAMA XERAL DO CURSO

Localización da presente unidade didáctica

Bloque I. Ecofisioloxía de cultivos e introdución aos cultivos herbáceos extensivos

Unidade didáctica 1. Introdución á ecofisioloxía de cultivos e á formación do rendemento

Unidade didáctica 2. Introdución aos cultivos herbáceos extensivos

Unidade didáctica 3. Aspectos económicos

Unidade didáctica 4. Rotacións e alternativas de cultivos

Bloque II. Cerealicultura

Unidade didáctica 5. Cerealicultura. Aspectos xerais

Unidade didáctica 6. Cereais de inverno. O trigo

Unidade didáctica 7. Cereais de inverno. A cebada

Unidade didáctica 8. Cereais de inverno. A avea, o centeo e o triticale

Unidade didáctica 9. Cereais de verán. O millo

Unidade didáctica 10. Cereais de verán. O sorgo

Unidade didáctica 11. Cereais de verán. O arroz

Bloque III. Leguminosas de Gran

Unidade didáctica 12. As leguminosas de gran. Aspectos xerais

Unidade didáctica 13. As leguminosas de gran de inverno. O chícharo proteaxinoso

Unidade didáctica 14. As leguminosas de gran de inverno. A faba loba

Unidade didáctica 15. As leguminosas de gran de inverno. O tremoceiro

Unidade didáctica 16. As leguminosas de gran de inverno. O garavanzo e a lentella

Unidade didáctica 17. As leguminosas de gran de verán. a soia

Unidade didáctica 18. As leguminosas de gran de verán. A faba

Unidade didáctica 19. As leguminosas de gran de verán. O cacahuete

Bloque IV. Plantas oleaxinosas

Unidade didáctica 20. O xirasol

Unidade didáctica 21. A colza

Bloque V. Plantas téxtiles

Unidade didáctica 22. O liño

Unidade didáctica 23. O algodón

Bloque VI. Plantas azucreiras

Unidade didáctica 24. A remolacha azucreira

Unidade didáctica 25. A cana de azucre

Bloque VII. Plantas tuberosas

Unidade didáctica 26. A pataca

Bloque VIII. Plantas narcóticas

Unidade didáctica 27. O tabaco

Unidade didáctica 28. A durmideira

Bloque VIII. Cultivos agroenerxéticos

Unidade didáctica 29. A agroenerxética

ÍNDICE

Presentación	5
Os obxectivos	5
Os principios metodolóxicos	6
Os contidos básicos	6
1. Introducción.....	6
2. Importancia das leguminosas gran.....	7
2.1. As leguminosas de gran dende a prehistoria.....	7
2.2. Evolución do cultivo das leguminosas gran.....	9
2.3. As leguminosas na agricultura actual.....	10
2.4. As leguminosas gran en Europa.....	12
2.5. As leguminosas gran no Estado español....	13
2.6. As leguminosas gran en Galicia.....	15
3. Descrición botánica da familia das leguminosas.....	17
3.1. Subfamilia <i>Cesalpinoideae</i>	17
3.2. Subfamilia <i>Papilionoideae</i>	17
4. As leguminosas como cultivos mellorantes: a fixación simbiótica de nitróxeno nas leguminosas.....	21
4.1. Introducción. Balance de nitróxeno e abastecemento de nitróxeno ás plantas.....	21
4.2. <i>Rhizobium</i>	27
4.1. Mellora para incrementar a produción.....	28
5.2. Mellora da calidade.....	30
5.3. Obxectivos agronómicos.....	32

5. Áreas de cultivo. Esixencias climáticas. Aspectos xerais.....	32
5.1. Áreas de cultivo.....	32
5.2. Esixencias climáticas.....	33
6. Características morfolóxicas das leguminosas.....	34
7. As leguminosas gran nas rotacións.....	36
Actividades propostas.....	36
Bibliografía básica.....	36

PRESENTACIÓN

Seguindo a mesma estrutura do bloque precedente, esta unidade didáctica, primeira do bloque III, é un tema xeral referente á temática de que trata o mencionado bloque: o cultivo de plantas para gran da familia das leguminosas. En consecuencia, a súa finalidade é a de dar unha visión de conxunto destes cultivos, para, a continuación estudar os máis importantes, a razón de un por tema.

Estas unidades que seguen, adoitando un artellamento similar ao do bloque II (dedicado aos cereais), comezan abordando as leguminosas de sementeira de outono-inverno coas de verán. De entre as primeiras, estúdanse o chícharo, a faba loba, o tremoceiro, os garavanzos e as lentellas e das do grupo estival, a soia e a faba.

Na unidade didáctica 12 dáselle un repaso á clasificación botánica, as características morfolóxicas das Papilionáceas, á súa importancia económica e agrícola, e descríbense os principais estádios de desenvolvemento. Estúdase tamén a importancia das leguminosas nas alternativas de cultivo, a súa capacidade rexeneradora de solos empobrecidos e a necesidade de inocular con *Rhizobium* no caso de algunhas especies.

O interese que tiñan estes cultivos, pola súa capacidade fixadora de nitróxeno, foi diminuindo coa aparición, na década dos 50 do século pasado, de fertilizantes nitroxenados derivados do petróleo. Dende aquela, o uso das leguminosas nas rotacións de cultivo foi decrecendo progresivamente, en beneficio doutros cultivos máis rendibles.

A tendencia actual do achegamento á agricultura sostible e ecoloxicamente compatible, fai resaltar a importancia que están adquirindo as rotacións de cultivo nas que se inclúen as leguminosas, xa que, pola súa capacidade fixadora de nitróxeno atmosférico, a dose de fertilizante nitroxenado redúcese moito, ou mesmo se anula.

OS OBXECTIVOS

- Situar as leguminosas gran, dentro da familia das leguminosas. Identificar morfoloxicamente estas plantas, en diferentes estadios de crecemento.
- Adquirir coñecemento das diferentes especies e variedades de cada unha delas, que pertencen a este grupo de plantas.
- Adquirir nocións xerais da edafoclimatoloxía propicia para o cultivo así como as súas esixencias nutritivas, a arquitectura da planta e outras características, vistas nun senso amplo.
- Localizar os lugares de cultivo (actuais e potenciais) das especies en estudo. Coñecer a súa importancia en superficie, e en produción das diferentes áreas nas que se cultivan.
- Entender o concepto de cultivo mellorante, con relación ás leguminosas.

- Aplicar coñecementos doutras materias e cursos, especialmente o da fixación simbiótica, nesta unidade didáctica
- Coñecer o proceso de manexo das técnicas que permiten aproveitar e optimizar esta propiedade a nivel de cultivo, así como o seu mellor uso en senso amplo dentro dos sistemas de cultivo, introducindo as leguminosas nas rotacións máis convenientes.

OS PRINCIPIOS METODOLÓXICOS

Empregarase a lección maxistral para presentar e desenvolver os principios teóricos e os conceptos fundamentais da unidade. Para a introdución de novos conceptos teóricos teranse en conta os coñecementos previos que teña adquirido o alumnado. Farase a exposición dos contidos con apoio audiovisual (canón de proxección e transparencias), emprego do encerado, e utilización tamén do método interrogativo, que permita ir descubrindo o nivel de coñecemento previo que teñen os alumnos, e ao mesmo tempo motivándoos sobre o tema.

Fomentarase a participación do alumnado en seminarios para resolver cuestións, problemas prácticos e debater sobre preguntas previamente preparadas relacionadas co tema.

Haberá titorías personalizadas en pequenos grupos de alumnado para resolver cuestións e problemas individuais aparecidos durante o proceso de aprendizaxe.

Realizaranse tamén prácticas de laboratorio e de campo, tales comorecoñecemento de sementes, cálculo de sementeira, sementeira de pequenas parcelas e seguimento fenolóxico do cultivo nas mesmas, que lle permitirán ao alumnado afondar na comprensión dos conceptos teóricos e relacionalos, ao tempo que axudarán a ao desenvolvemento das habilidades que o alumnado desta titulación deban adquirir.

OS CONTIDOS BÁSICOS

1. Introducción

Por leguminosa de gran enténdese aquelas especies englobadas segundo a sistemática clásica na familia *Papilionáceas* (na actualidade *Fabáceas*), que se aproveitan fundamentalmente pola semente, máis que polo vexetal. Nalgunhas especies existen variedades nas que tamén se utiliza a legume, anque baixo esta forma, non son obxecto de estudo dos cultivos herbáceos extensivos.

Cultívanse dende moi antigo, aparecendo mostras con claras características de domesticación nos xacementos máis antigos representativos de cada Centro Agrícola. Así, nos poboados do Próximo Oriente situados no Crecente Fértil e cuns dez mil anos de antigüidade atopáronse, xunto a cebadas e trigos, restos de chícharos e lentellas domesticadas e doutras leguminosas en vías de domesticación.

Sábese dende hai moito tempo que melloran o solo no que se cultivan. Débese a que fixan N₂ atmosférico por se asociaren con bacterias do solo do xénero *Rhizobium*.

O carácter máis importante deste grupo é a utilización do gran, cuxa importancia se debe principalmente á súa composición proteínica, anque en épocas recentes o aceite ocupe o primeiro lugar nalgunhas especies coma soia e cacahuete (Moyano, 2004). A porcentaxe media de proteína sitúase entre o 20 e o 25%, pero na soia esta cifra achégase ata o 44% e mesmo en cultivares locais de determinadas leguminosas sen mellorar acadan cifras entre o 20 e o 30%, o que da idea do nivel proteico potencial que lle agarda a estes cultivos.

Porén —e tamén é característico— esta proteína adocece dun baixo contido en aminoácidos xofrados (metionina, triptófano), mentres que é, pola contra, rica en lisina. Esta circunstancia vese compensada na dieta alimentaria polo consumo combinado con cereais que se practica xa dende as primeiras civilizacións; ademais, na actualidade é posible a fabricación sintética de metionina.

Malia que as técnicas de cultivo e a propia estrutura das plantas pertencentes a este grupo teñen por finalidade á produción de gran, rara é a especie que non se empregou para a produción de forraxe ou para fertilizante verde. Na actualidade hai unha especialización, considerando unhas aptas para gran e outras para produción forraxeira, pero en sociedades non moi desenvolvidas persiste a dualidade de emprego. Por suposto tamén se empregou e emprega a palla para alimentación animal.

En xeral trátase de cultivos herbáceos, pero hainos arbustivos, coma o guandú (*Cajanus cajan*), ou mesmo arbóreos, coma o alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*).

2. Importancia das leguminosas gran

2.1. As leguminosas de gran dende a prehistoria

As leguminosas atópanse integradas na dieta humana dende os tempos máis remotos debido, principalmente, ao seu alto contido en proteínas e pola axeitada proporción de graxas que presentan as sementes de moitas especies. Dada así mesmo a boa composición en hidratos de carbono que mostran, é comprensible o atractivo que estas plantas tiveron sempre, tanto para o cazador-recollector como para o agricultor.

A proba máis categórica deste interese é o feito de que os grans de leguminosas (en xeral, a planta completa) conteñen substancias antinutritivas que requiren dunha imprescindible eliminación se se pretende empregalos como alimento. O proceso de como os pobos primitivos lograron as técnicas acaídas para iso (que ademais non sempre son sinxelas) non é fácil de descubrir pero o certo é que a súa utilización na dieta foi unha constante.

Como xa se dixo, especies como a soia presentan tamén unha elevada proporción de graxas; de feito, esta planta na actualidade ten tratamento de oleaxinosa, sendo o resto dos seus aproveitamentos

considerados subprodutos. Porén, usouse no norte e leste de China como proteaxinosa, aínda que as súas proporcións de graxa e mesmo de glúcidos faciana un alimento moi completo. Algo parecido, salvando as distancias con respecto á súa importancia, acontece co cacahuete en Sudamérica.

En consecuencia, o uso dos grans de leguminosas debeuse, en forma case absoluta, ao seu contido en proteínas. Esta utilización é máis sorprendente aínda se se ten en conta que os pobos cazadores-recolledores obteñen a súa proteína da caza, o que suxire que as leguminosas resultan ser un bo complemento á proteína animal, e de aí que a súa recolección, detoxificación e inclusión na dieta sexa un feito normal en todas as latitudes.

Pola súa banda, estudando os cultivos dos pobos agrícolas primitivos, pódese observar a aparición de leguminosas con claras características de domesticación nos xacementos máis antigos, acompañando ao cereal ou cereais representativos de cada centro agrícola.

Así, nos poboados do Próximo Oriente do Crecente Fértil, e cuns dez mil anos de antigüidade, xunto a cebadas e trigos atopáronse restos indubidables de chícharos e lentellas domesticadas, e outras especies – nomeadamente do xénero *Vicia*. Tres mil anos máis tarde aparecen garavanzos e fabas, coincidindo coa utilización da vide, a oliveira, o liño, etc.

En América sucede algo parecido. Nos xacementos agrícolas máis importantes a asociación de millo e fabas remóntase a case os mesmos dez mil anos.

En Asia a situación é similar, cunha antigüidade de sete mil anos; no norte de China constátase a asociación millo miúdo/soia, e no sueste do continente, o arroz aparece acompañado principalmente de diversas especies de *Vigna*.

No norte de África a agricultura é a mediterránea, cuxa orixe se centra no denantes referido Crecente Fértil, mentres que na Subsahariana o millo miúdo africano (*Pennisetum americanum*, de orixe africano, a pesar de que o nome se presta a confusión, por mor dunha mala interpretación de Linneo das súas propias mostras) e o sorgo van acompañados do caupí, a faba e o quandú, entre outras especies.

Esta constante de uso que se repite en todas as grandes civilizacións do tándem cereal/leguminosa ten unha xustificación na complementación proteica, non só cuantitativa (maior proporción en proteínas das leguminosas que a que rexistran os cereais, fronte á superioridade en hidratos de carbono destes últimos) senón tamén cualitativa, porque a composición en proteínas é diferente, como xa se apuntou no apartado 1: as leguminosas son ricas en lisina e pobres en aminoácidos xofrados, mentres que aos cereais ocórrelles ao revés.

Á parte deste indubidable interese do cultivo das leguminosas gran pola súa contribución a unha dieta alimenticia equilibrada, existe tamén unha importante xustificación agronómica da súa habitual presenza na agricultura ao longo dos tempos: como se verá máis adiante, é unha planta melloradora do solo, de xeito que a súa capacidade de fixar nitróxeno en asociación con bacterias do xénero *Rhizobium* faina imprescindible nas rotacións.

2.2. Evolución do cultivo das leguminosas gran

A súa presenza nos diversos sistemas agrícolas é unha constante ao longo dos séculos, pero esta situación comeza a mudar a partir do século XIX, debido a un cambio progresivo dos costumes alimenticios (a medida que a sociedade occidental se foi facendo máis próspera foise substituíndo a proteína vexetal por proteína de orixe animal). A mediados do século XX outro acontecemento reduce considerablemente o interese polo cultivo de leguminosas gran: descóbrense a síntese de amoníaco, co que aparecen os fertilizantes nitroxenados que fan innecesaria a importante función que desempeñan as leguminosas no solo. Abandónanse as rotacións e practícase durante moitos anos unha agricultura de monocultivo baseada en especies máis rendibles cás leguminosas, tales como cereais ou cultivos industriais. Como consecuencia, ao non haber interese nelas, diminúe o esforzo investigador e estáncase o rendemento (Táboa 1), e a mellora en xeral, de xeito que se entra nun círculo vicioso que fixo ir moitos anos á baixa a superficie dedicada a estes cultivos. A única excepción notoria foi a soia, pero xa se dixo tamén que ten consideración de cultivo oleaxinoso, tendo o aproveitamento proteico condición de subproduto. Pola contra, pódese observar como os cereais (trigo e arroz) experimentan un importante incremento de rendemento no período considerado.

A raíz da crise enerxética de 1973 hai unha revisión da situación: dunha banda, unha mala colleita de soia en USA fixo notar en Europa a enorme dependencia existente con respecto á soia estadounidense, como base de formulación de pensos, sobre todo para animais non ruminantes. Doutra banda, a síntese artificial de nitróxeno require do emprego de fontes de enerxía non renovables, co que se encarece o produto. Dende entón, pouco a pouco vaise incrementando o interese polo cultivo das leguminosas, na busca dun achegamento a unha agricultura sustentable.

Táboa 1. Evolución dos rendementos mundiais medios dalgúns cereais e leguminosas alimenticias importantes

CULTIVO	RENDEMENTOS	
	1948-52	1972
Soia	0.99	1.37
Cacahuete	0.82	0.89
Faba	0.44	0.52
Chícharo	0.85	1.08
Garavanzo	0.53	0.66
Lentella	0.53	0.63
Trigo	0.98	1.58
Arroz	1.63	2.27

Así, cobran de novo importancia as rotacións de cultivo nas que se inclúen as leguminosas, xa que, pola súa capacidade fixadora de nitróxeno atmosférico, a dose de fertilizante nitroxenado redúcese moito, ou mesmo

se anula (facendo menor a posibilidade de contaminación por nitritos), enriquecéense os solos, permiten o aproveitamento de solos marxinais (son cultivos moi rústicos), facilitan un control racional de pragas, enfermidades e malas herbas, etc.

2.3. As leguminosas na agricultura actual.

As figuras 1 e 2 mostran os produtos agrícolas máis importantes no mundo, segundo datos da FAO do ano 2007 (Faostat, 2008).

As cifras correspondentes a leguminosas de gran non son moi precisas por mor da dificultade de obter boas estatísticas de case todas as especies que compoñen ese apartado, particularmente en países subdesenvolvidos (circunstancia que tamén se pode estender a outros cultivos). É posible, por tanto, que a cifra dada infravalore a produción total, pero aínda así é difícil que poidan superar o lugar que ocupan. Non teñen, en consecuencia, unha grande representatividade para seren os únicos cultivos baseados no seu contido proteínico (exceptuando a soia, por considerar que as súas proteínas son subprodutos da obtención de aceite; por tanto, non se trata de leguminosas gran no seu sentido estrito).

Outra consecuencia que se tira destas figuras é o interese que a agricultura moderna puxo en hidratos de carbono e graxas. Considerando que como fonte de proteínas só están a soia (en canto a subproduto da industria do aceite) e as fabas, a alimentación do home baseada no Reino Vexetal deixa bastante que desexar en canto a equilibrio entre principios básicos.

Malia que a soia duplica, polo menos, a cantidade de proteínas producidas polas leguminosas gran, non se pode pensar que aquela contribúa ao relativo equilibrio da dieta máis que estas pois, por ser a proteína de soia un subproduto industrial, emprégase en países desenvolvidos case exclusivamente para alimentación animal, aínda que se producen numerosos derivados para alimentos humanos (para hamburguesas, condimentos, etc.). As demais leguminosas gran, pola contra, están amplamente diseminadas polas zonas onde o consumo de carne é mínimo, xustificando o alcume de “carne do pobre” que ás veces se lles apón.

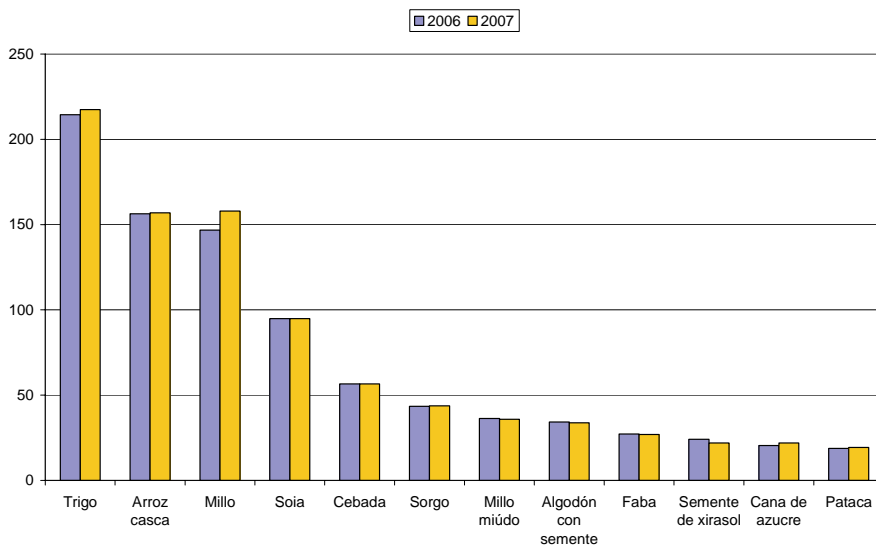


Figura 1. Principais cultivos a nivel mundial Superficie (millóns de ha).
Fonte: FAOSTAT

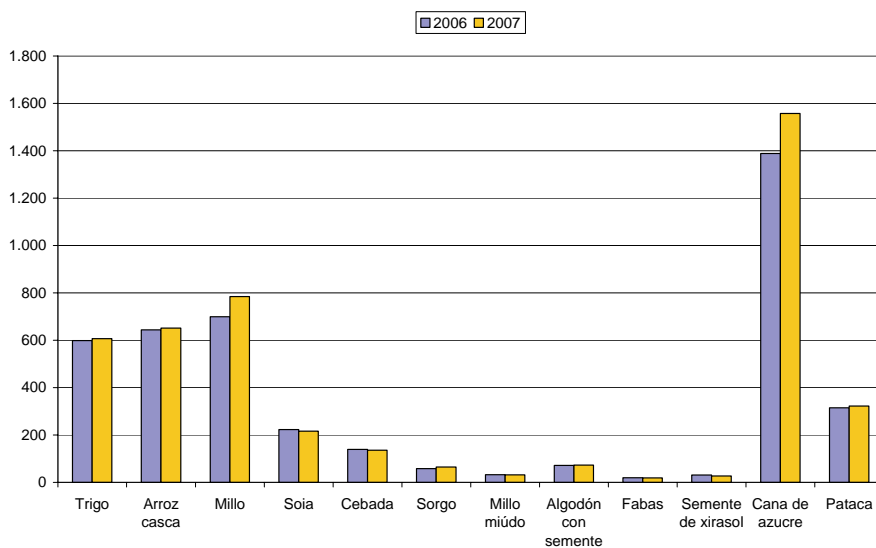


Figura 2. Principais cultivos a nivel mundial. Producción (millóns de t).
Fonte: FAOSTAT

Na figura 3 móstranse os datos relativos ás especies máis importantes, a nivel mundial, ordenadas respecto da produción en 2007, á que se asocia en cada caso a superficie correspondente.

Resulta doado comprobar os baixos rendementos que mostran as especies deste grupo, índice dunha agricultura de caracteres primitivos,

rendementos que case non se aumentaron nos últimos 30 anos (figura 4), manténdose superficie e produción practicamente constantes. De todos os xeitos, este mantemento non afecta por igual a todos os países ou a todas as agriculturas.

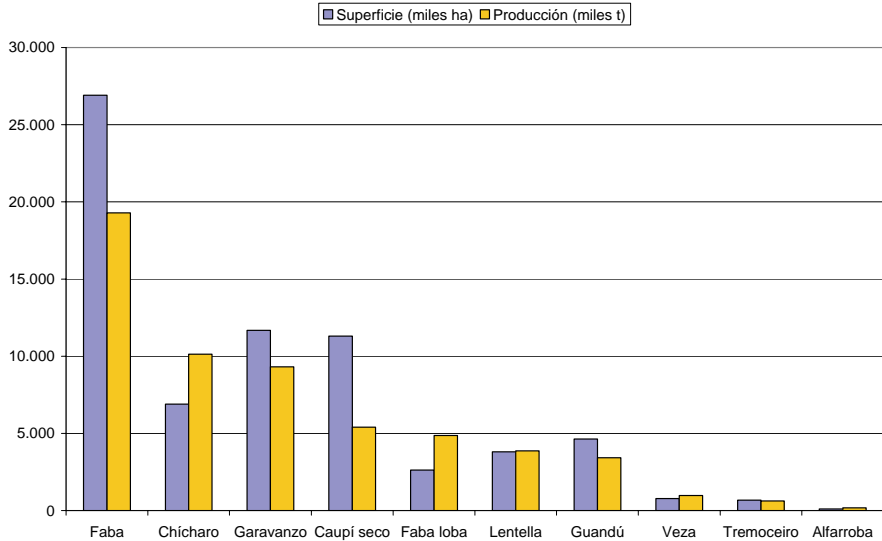


Figura 3. Superficie (miles de ha) e produción (miles de t) das principais leguminosas gran a escala mundial no ano 2007. Fonte: FAOSTAT

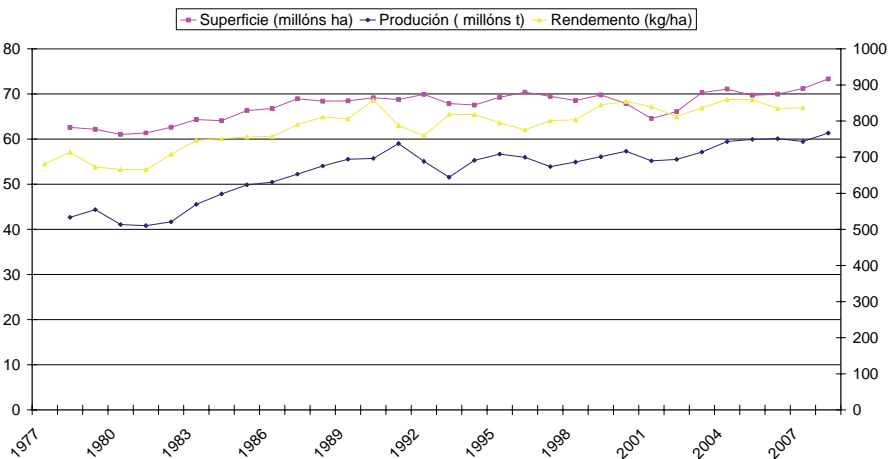


Figura 4. Evolución da superficie, produción e rendementos das leguminosas gran. Fonte: FAOSTAT

2.4. As leguminosas gran en Europa

A evolución da superficie cultivada de leguminosas gran nos países da Unión Europea durante os últimos 45 anos (figura 5) mostrou unha clara tendencia á baixa, se ben nos 25 finais se mantivo nuns parámetros máis constantes. O mesmo ocorreu coa produción, tendo en conta que os rendementos non variaron.

Por países (figura 6), Francia e España foron tradicionalmente os principais produtores de leguminosas gran. Chícharo e fabas lobaras son as especies predominantes en boa parte dos países, pero en España hai outras especies pouco habituais noutros estados membros, como garavanzos, vezas e lentellas (tamén importantes en Francia).

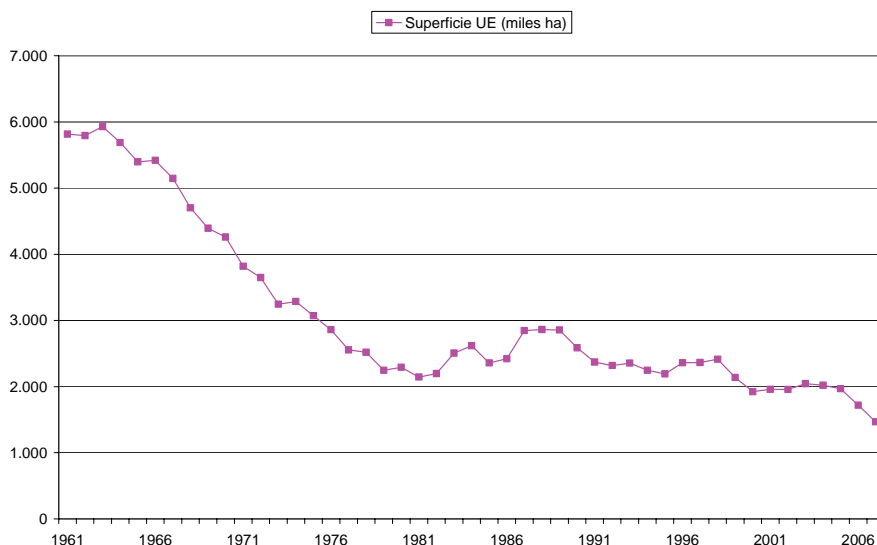


Figura 5. Evolución da superficie cultivada de leguminosas gran na Unión Europea (miles de ha). Fonte: FAOSTAT

2.5. As leguminosas gran no Estado español

A evolución en España para as leguminosas gran ou, en concreto, para algunhas delas, sufriu un cambio importante. Na figura 7 móstrase a evolución sufrida pola superficie cultivada e a produción correspondente ata a actualidade. Rexistrouse un abandono progresivo da superficie dende o derradeiro terzo do século pasado (sufrido por todas as especies tradicionais), ata que en 1994 se produce un repuntamento como consecuencia das medidas adoptadas pola PAC. A pesar de que foi unha recuperación espectacular, só favoreceu a unhas cantas especies, relegando aínda máis ao abandono ás especies que coma pedrelos, títarros, alfarrobeiras e outras que eran cultivos tradicionais, de xeito que mesmo están a correr perigo de desaparición.

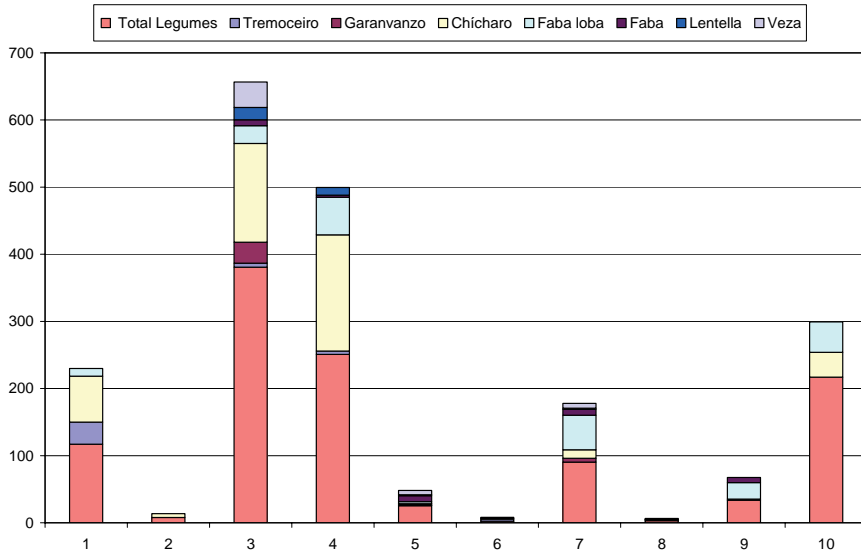


Figura 6. Distribución da superficie por cultivos en diferentes países da Unión Europea no ano 2007 (miles de ha). Fonte: FAOSTAT



Figura 7. Evolución da superficie (miles de ha) e produción (miles de t) de leguminosas gran no Estado español (1961-2007). Fonte: FAOSTAT

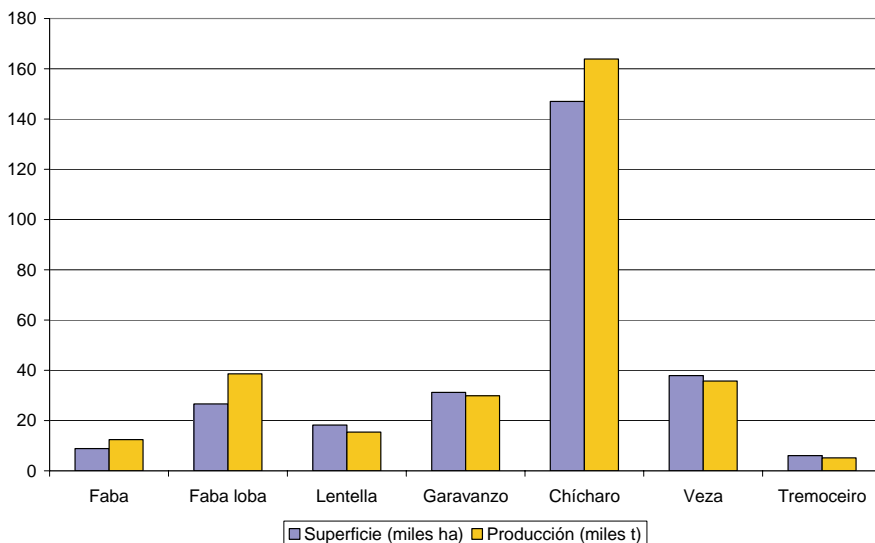


Figura 8. Superficie (miles de ha) e produción (miles de t) de leguminosas gran no Estado español (ano 2007). Fonte: FAOSTAT

No ano 2007 destaca en canto a produción e superficie o chícharo e, a certa distancia, a veza, o garavanzo e a faba loba (figura 8).

2.6. As leguminosas gran en Galicia

Dentro do conxunto dos cultivos galegos, soamente ten importancia unha leguminosa gran: a faba. Ocupa o derradeiro posto en canto a superficie dos principais cultivos de Galicia, pero non obstante é a comunidade na que acada maior magnitude (por superficie dedicada) de todas as do Estado (figura 9).

Os rendementos son baixos, polo que a produción mostra menor importancia relativa con respecto á de outros cultivos cá superficie (figura 10). É notoria a diferenza con respecto ao millo forraxeiro, pero debe terse en conta que neste cultivo colectase a biomasa total.

Tamén hai menores rendementos ca noutras comunidades, debido a que se cultiva xeralmente en secaño, e segue sendo habitual o cultivo asociado con millo; de feito, malia que é (como xa se dixo) a primeira comunidade en canto a superficie cultivada, é a segunda polo que se refire á produción total.

Igual que ocorre no resto do Estado coas leguminosas en xeral, tanto superficie cultivada coma produción diminuíron considerablemente dende os anos 60 do pasado século.

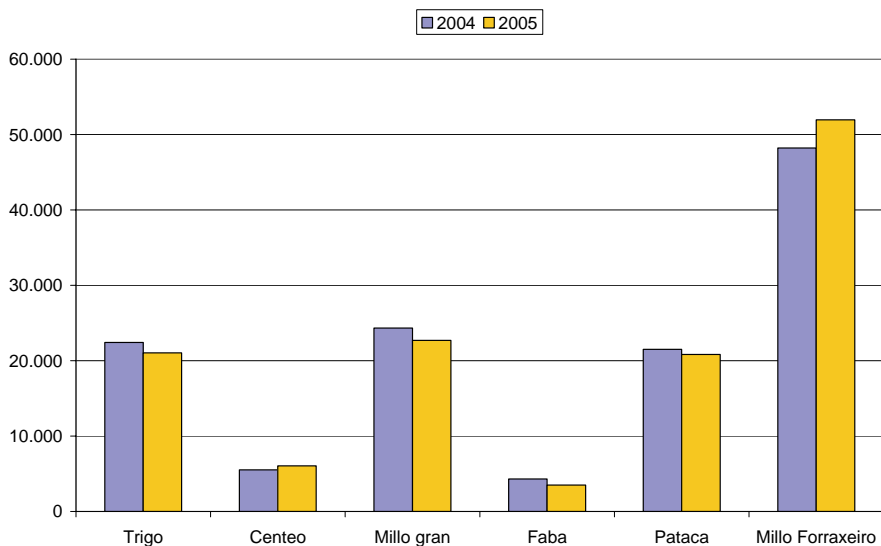


Figura 9. Principais cultivos de Galicia. Superficie (ha).
 Fonte: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación

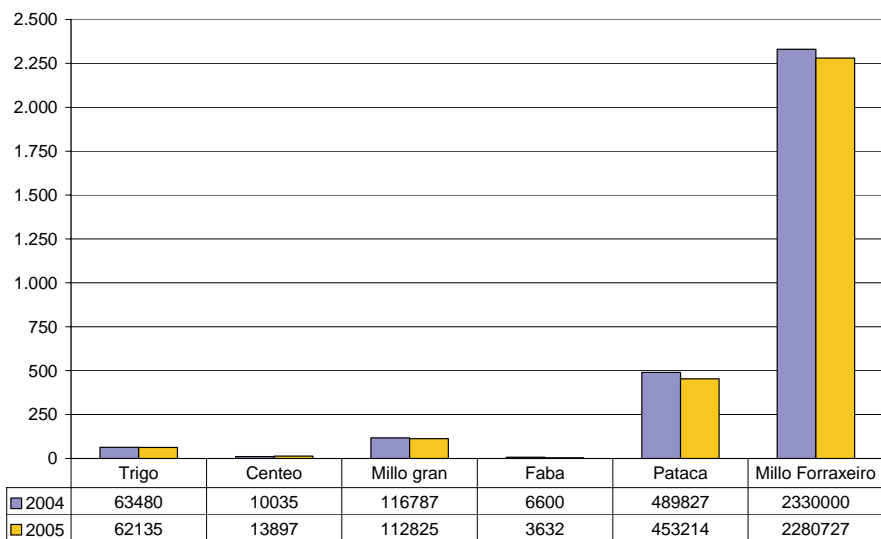


Figura 10. Evolución da produción (t) dos principais cultivos galegos entre 2004 e 2005. Fonte: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación

3. Descrición botánica da familia das leguminosas

A familia das *Faceae* ou Fabáceas á que pertencen as leguminosas gran abrangue especies moi diferentes entre si, só unidas en canto á súa utilización agrícola; por tanto, cómpre describir, sequera brevemente, as características botánicas comúns e indicar os principais grupos de especies que abrangue.

3.1. Subfamilia *Cesalpinoideae*

Presenta corola case regular. É pentámera, como en todas as leguminosas, e co pétalo superior ou estandarte cuberto polos pétalos contiguos (ás) e estes á súa vez polos dous que forman a “quilla” (prefloración carenal; figura 11a). A única tribo que tivo e pode volver ter certo interese económico dende o punto de vista agrícola é a *Cassieae*, á que pertence a alfarrobeira (*Ceratonía siliqua*), pero non será obxecto de estudo desta materia por ser arbórea, non herbácea.

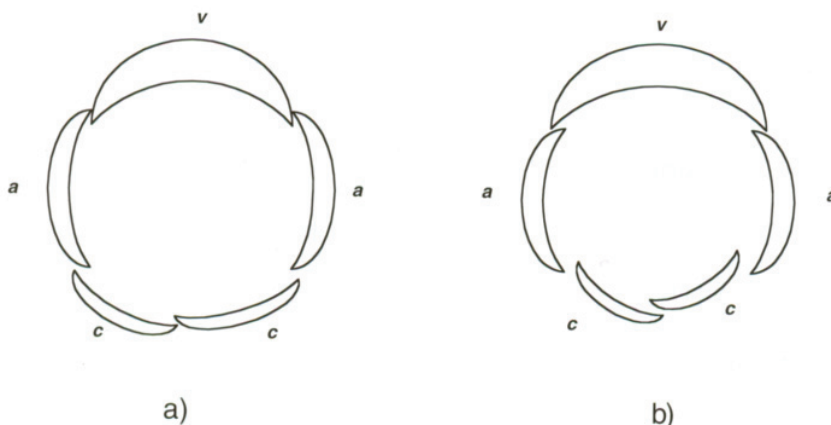


Figura 11. Esquemas de prefloración carinal a) e vexilar b).
a: ás; c: carina (quilla); v: vexilo (estandarte)

3.2. Subfamilia *Papilionoideae*

As flores son papilionadas con prefloración vexilar: a corola está formada de xeito que o pétalo maior (estandarte) envolve aos laterais (ás) e estes á súa vez aos dous pétalos concrecentes que forman a quilla (Fig. 3.1b e Fig. 3.2). O cáliz é de cinco sépalos tamén soldados, con dentes cuxa forma e disposición ten ás veces interese taxonómico. Dous verticilos de cinco estames que forman un tubo porque os filamentos son, en todo ou en parte, concrecentes. Existen dúas posibilidades: ou ben os dez filamentos están soldados ou só o están nove, quedando un libre. O tubo estaminal recobre un estilo único, cuxa terminación (a xeito de cóbado ou

curvado, posición do estigma, vilosidade, etc.) ten tamén interese taxonómico. Normalmente as flores dispóñense en acios.

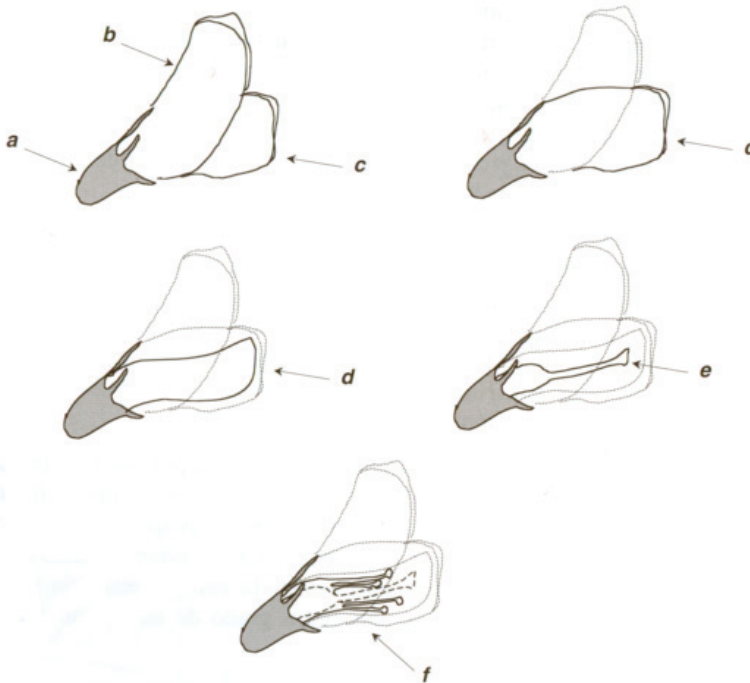


Figura 12. Esquema flor *papilionoidea*: a) cáliz, b) estandarte (pétalo dorsal erguido), c) ás (dous pétalos laterais), d) quilla (dous pétalos ventrais cos seus bordes soldados), e) xineceo, f) androceo

As follas son, en xeral, pinnadas. As imparipinnadas considéranse de tipo primitivo, posto que delas se poden derivar as demais formas: paripinnada (cacahuete), dixitadas (tremoceiro), trifoliadas (faba) e mesmo as simples reducidas a un simple folíolo ou un gabián (caso extremo de eliminación de folíolos: *Lathyrus aphaca*). Aparecen gabiáns (vezas) ou mucróns (fabas), transformacións dun ou varios folíolos terminais (a transformación de folíolos en gabiáns ou viceversa é consecuencia da actividade de moi poucos xenes, polo menos no chícharo). As estípulas tamén teñen interese taxonómico. Moitas especies presentan espiñas, pero non as cultivadas.



Figura 13. Flores de *Vicia faba*

Esta subfamilia é extraordinariamente rica en especies difundidas por todo o mundo, dominando, polo xeral, nos trópicos as leñosas e nas zonas amornadas as herbáceas. Os terreos preferidos son os calcarios e secos, pero tamén hai exemplos de requirimento de solos acedos (tremoceiro, faba). A calidade do gran depende da variedade e do tipo de solo, de xeito que os óptimos dende o punto de vista agrícola poden non selo dende un punto de vista comercial.

3.2.1. Tribos e xéneros

A pesar de que as fabáceas son unha das familias máis ricas en especies, só cinco tribos teñen interese económico como leguminosas gran. A descrición que se fai segue o sistema de tribos proposto como base de discusión na Conferencia Internacional sobre Leguminosas celebrada en 1978 en Kew (Inglaterra) (Polhill e Raven, 1981). Salvo indicación contraria, as especies son herbáceas.

I. Tribo *Vicieae*. Follas pinnadas, cotiledóns hipóxeos, froito en legume, fío xeralmente nun extremo da semente.

- Xénero *Vicia* (vezas, fabas lobas). Follas pseudoimparipinnadas, con mucrón ou gabián, con folíolos ovais ou oval-lanceolados, enteiros. Sementes sen mucrón. Estípulas máis pequenas que os folíolos.

- Xénero *Lathyrus* (pedrelos). Como *Vicia*, pero talo e raque foliar alados, e folíolos lanceolados.
 - Xénero *Pisum* (chícharos). Como *Vicia*, pero con estípulas maiores que os folíolos.
 - Xénero *Lens* (lentellas). Como *Vicia*, pero sen gabiáns; sementes tipicamente biconvexas e vaiñas infladas.
- Estes catro xéneros solapan morfoloxicamente, con especies claramente intermedias, probando así a súa orixe común e dando lugar a confusións taxonómicas.

II. Tribo *Cicereae* (garavanzos). Follas pseudoimparipinnadas, folíolos serrados e glandulosos. Legumes infladas e vilosas. Sementes esféricas ou redondeadas cun mucrón característico.

III. Tribo *Phaseoleae*. Follas trifoliadas, folíolos con pulvínulos. Cotiledóns hipoxeos e epixeos. Ovario con disco basal.

- Xénero *Voandzeia* (Guanzú, feixón bambara ou chícharo de terra). Vaiñas subterráneas, froito en lomento ou núcula. Folíolos oval-lanceolados.
- Xénero *Kerstingiella*. Como *Voandzeia* pero con vaiñas esmagadas e elipsoidais. Folíolos redondeados.
- Xénero *Psophocarpus* (feixón alado). Vaiñas aéreas, con catro ás. Cotiledóns epixeos.
- Xénero *Glycine* (soia). Vaiñas aéreas non aladas. Estandarte soldado en parte ás ás. Flores e vaiñas pequenas. Cotiledóns epixeos.
- Xénero *Canavalia* (Xudía sabre). Como *Glycine* pero con flores e vaiñas grandes.
- Xénero *Dolichos* (dolicos). Vaiñas aéreas, non aladas. Estandarte libre; estilo viloso. Quilla carenada e aguda. Cotiledóns epixeos.
- Xénero *Vigna* (caupí, feixón mungo). Como *Dolichos* pero con quilla roma.
- Xénero *Phaseolus* (faba común ou feixón, faba de lima). Como *Dolichos* pero con quilla enrolada. Cotiledóns hipoxeos e epixeos.
- Xénero *Stizolobium*. Vaiñas aéreas, cotiledóns hipoxeos, arilo patente.
- Xénero *Cajanus* (guandú ou guandul). Arbustos perennes. Cotiledóns epixeos.

A separación do antigo xénero *Phaseolus* nos tres xéneros (*Phaseolus*, *Vigna* e *Dolichos*) fíxose a mediados do século XX atendendo á morfoloxía e para resolver ao mesmo tempo a distribución xeográfica, o que non acabou de conseguirse plenamente: *Phaseolus* (*stricto sensu*), queda como exclusivamente americano e *Dolichos* como afroasiático, pero *Vigna*, fundamentalmente asiático, ten tamén representantes americanos, aínda que non de interese económico.

IV. Tribo *Genisteeae*. Follas dixitadas ou unifoliadas, cotiledóns epixeos, estames monadelfos. Especies herbáceas e leñosas. O

Xénero *Lupinus* (tremoceiro) ten follas tipicamente dixitadas, tratándose de plantas herbáceas en xeral, aínda que algunhas son arbóreas. Presentan flores en acios erguidos. Como exemplo de xénero con follas unifoliadas, temos a *Genista* (xesta). Arbustivo.

V. Tribo *Aeschynomeneae*. Follas pinnadas. Froito en lomento, subterráneo. Xénero *Arachis* (cacahuete). Follas paripinnadas con catro folíolos obovais.

4. As leguminosas como cultivos mellorantes: a fixación simbiótica de nitróxeno nas leguminosas

4.1. Introducción. Balance de nitróxeno e abastecemento de nitróxeno ás plantas

Nitróxeno e auga son elementos moi abondosos na natureza, pero constitúen tamén os maiores factores limitantes dos cultivos.

As plantas superiores toman do solo o nitróxeno que precisan, principalmente en forma de nitrato (NO_3^-), e en menor medida forma de amonio (NH_4^+), e son incapaces de tomalo directamente da atmosfera en forma de N_2 gasoso, a pesar da alta dispoñibilidade na que este composto se atopa, aproximadamente o 80% dos gases totais. Por iso, unha das propiedades máis importantes que caracterizan ás leguminosas, con respecto a practicamente o resto das especies cultivadas, xunto coas altas porcentaxes de proteínas que conteñen, é a posibilidade de establecer relacións simbióticas con bacterias fixadoras de nitróxeno atmosférico (N_2).

Dende tempo inmemorial os agricultores son conscientes de que as leguminosas “melloran” o solo sobre o que se cultivan, de feito, tense constancia de que gregos e romanos xa se decatara do beneficiosas que son estas plantas para o terreo en canto á fertilidade, pero, evidentemente non sabían a causa.

Como pode observarse na figura 14, o fornecemento do nitróxeno ás plantas pódese facer mediante:

- a) Fixación:
 - Simbiótica:
 - Caso leguminosas: bacteria xénero *Rhizobium*.
 - Caso organismos filamentosos (*Actinomicetos*). Ex: amieiro.
 - Non simbiótica: xéneros *Azotobacter*, *Clostridium*, *Aerobacter*, *Cianobacterias*.
- b) Achegas:
 - Materia orgánica
 - Auga de chuvia, tronadas
 - Nitróxeno de síntese (industria). Fertilizantes.

Dende os anos 50, en que se descubriu a síntese de amoníaco de Haber-Bosche, a fonte principal é o N_2 de fabricación industrial; non obstante, o

nive elev grandemente a superficie ocupada por este tipo de plantas, a nivel global a cantidade total de N_2 fixado ($35 \cdot 10^6$ t/ano) non é inferior á elaborada de forma industrial ($43 \cdot 10^6$ t/ano). Ademais, sen as connotacións negativas ambientais que este proceso e a desaxeitada aplicación de mesmo supoñen.

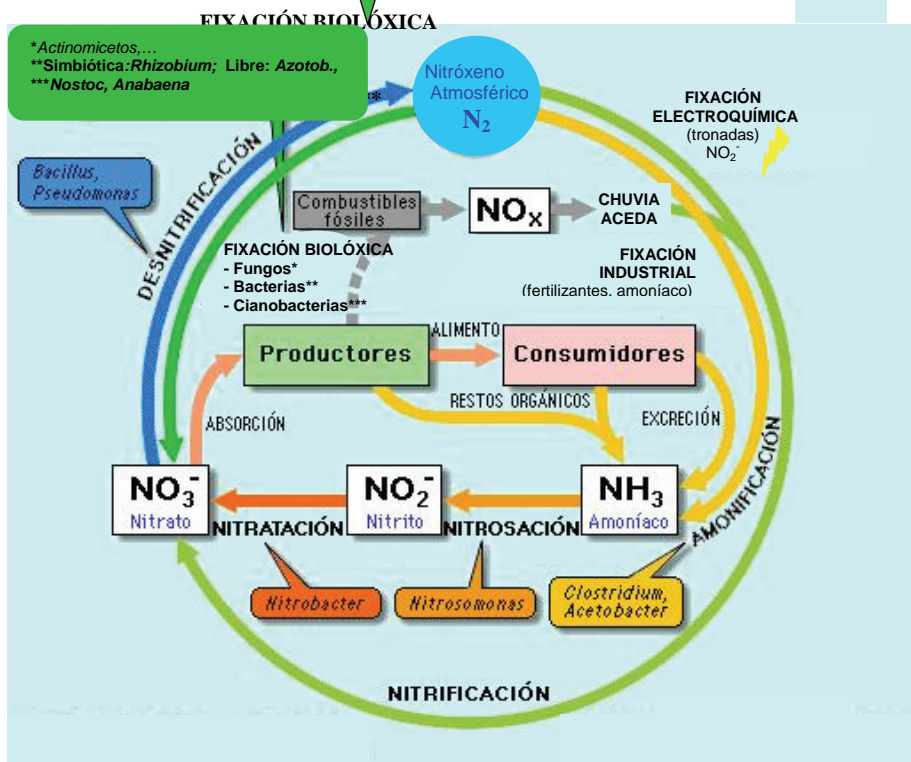


Figura 14. Ciclo do nitróxeno

Existen outras plantas non leguminosas capaces de establecer asociacións con bacterias fixadoras, como as simbioses que establecen as plantas C-4 como millo ou cana de azucre con *Azospirillum* no que se denominan rizocenosis asociativas, que non se desenvolven en estruturas especializadas nas raíces.

Tamén hai microorganismos non simbióticos que posúen a capacidade de fixar N_2 como, por exemplo, *Phyllobacterium* en follas de especies de Myrsináceas e Rubiáceas, pero sen dúbida, son as relacións *Rhizobium*-leguminosas as máis importantes en canto ao volume de nitróxeno fixado total.

Táboa 2. Estimacións do nitróxeno fixado en leguminosas gran, segundo diversos autores

	kg/ha ano					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Garavanzo	73-103		42-75	84	14-120	
Lentella	83-114		35-114	162-190	10-129	
Faba loba	45-552		59-126	179-252		
Chícharo	62-77	85	52-119	174-196		
Soia	84-206	57-97	60-160			
Tremoceiro	128		150-169			128-234
Trevo	23-620	104-220				
Alfalfa	164-300	128-300				
Cacahuete		47	222			
Caupí		84	198			
Faba			64-121			

(1) Islam, 1978; (2) Burns e Hardy, 1975; (3) Summerfield e Roberts, 1985; (4) Rennie e Dubetz, 1986; (5) ICARDA, 1983; (6) Duthion e Amerger, 1984. (Adaptado de Nadal *et al.* 2004).

4.2. *Rhizobium*

En 1838 Bussingault observou o maior contido en nitróxeno das leguminosas e o enriquecemento do solo que se producía no devandito mineral tralo seu cultivo. En 1888, Beijerinck conseguiu illar a bacteria dos nódulos, denominándoa *Bacillus radicícula*, nome que foi cambiado polo de *Rhizobium leguminosarum* en 1890. Pola súa banda, Hellriegel e Wilfarth en 1888, traballando con chícharo, demostraron que as leguminosas, grazas á participación de certos microorganismos do solo, son capaces de utilizar o nitróxeno atmosférico polo microorganismo no seu metabolismo e que os lugares activos da devandita utilización ou fixación son as excrecencias radiculares denominadas nódulos (figura 4.1).

Rhizobium é o nome xenérico co que se designan estas bacterias formadoras de nódulos fixadores de nitróxeno atmosférico, principalmente nas plantas pertencentes á familia *Leguminosae*, así como noutras non leguminosas como *Parasponia* e *Sesbania*. Son bacterias tipo gram-negativas e aerobias obrigadas, dotadas de flaxelos para facilitar a súa mobilidade no solo.



Figura 14. Raíces de chícharo mostrando os nódulos de *Rhizobium*

4.2.1. Taxonomía

Encádranse dentro da orde Eubacterias, e da familia *Rhizobiaceae*, que inclúe varios xéneros de rizobios (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium* e *Azorhizobium*) e algúns outros afíns, como *Agrobacterium* e *Chromobacterium*. Na práctica manéxanse clasificacións baseadas na especificidade *Rhizobium*-Leguminosas.

4.2.2. Simbiose. Especificidade. Clasificacións

A relación biolóxica de «simbiose» é, por definición, a que se establece entre dous ou máis individuos que manteñen contacto directo entre eles, coa condición de que se obteña beneficio mutuo entre os participantes na asociación.

Neste caso, os dous organismos que interveñen na relación son, por unha banda, a planta leguminosa e, pola outra, a bacteria. Despois de se asociaren, establécese un complexo leguminosa-bacteria, no que influirán factores químicos, físicos, bióticos e abióticos, tanto en cada individuo por separado, como no complexo xerado, determinando o éxito ou fracaso de tal relación, co aproveitamento ou non dos beneficios mutuos que se deriven da devandita relación. Así, por exemplo, requírese un pH determinado, normalmente non acedo, unha temperatura óptima entre 24 e 27 °C, sendo negativas as densidades de sementeira excesivas, as fertilizacións nitroxenadas elevadas e a utilización de determinados herbicidas (poden interferir negativamente sustancias como Trifluralina, Cloropofán, Nitalina, Carbetamina, Simazina, etc.)

No seo deste beneficio mutuo, a leguminosa achega enerxía, principalmente en forma de carbohidratos, e a bacteria, nitróxeno en forma amoniacal.

O establecemento da simbiose entre planta e *Rhizobium* desenvólvese nunha serie de etapas ou fases, que se poden resumir en:

- un período inicial de pre-infección seguida da infección propiamente dita. Durante o período de pre-infección, existe un estímulo de crecemento da poboación rizobiana, tendo que competir con outros microorganismos até poder alcanzar os pelos radiculares.

- excreción de exsudados polas raíces da leguminosa, compostos flavonoides, que concluírán na formación do filamento de infección polo que penetran as bacterias, dividíndose e transformándose en bacteroides, que xa poden fixar o nitróxeno atmosférico.

No nódulo diferéncianse distintas zonas:

- zona cortical
- zona meristemática
- zona central, onde se localizan os bacteroides
- zona de conexións entre a cortical cos vasos da raíz.

Existe variabilidade en canto á forma dos nódulos, en función da especie á que nodulen; así, hai nódulos esféricos (soia, faba), elipsoides (trevo), dixitados (faba loba, garavanzo), que envolven á raíz (tremoceiro), etc.

Só entre determinados tipos de *Rhizobium* e determinadas especies de leguminosas se establecen simbioses efectivas. Este fenómeno denomínase especificidade.

Baseándose neste concepto, clasifícanse as especies de *Rhizobium* a nivel agronómico en grupos de inoculación, de xeito que as bacterias que nodulan unha mesma leguminosa se inclúen na mesma especie:

- Grupo I (da alfalfa): *Medicago*, *Melilotus*, *Trigonella*.
- Grupo II (dos trevos): *Trifolium*.
- Grupo III (das vicias): *Vicia*, *Lens*, *Pisum*, *Lathyrus*, *Cicer*.
- Grupo IV (do caupí): *Vigna*, *Cajanus*, *Canavalia*, *Arachis* e parte de *Phaseolus*.
- Grupo V (da soia): *Glycine*. Este grupo amosa afinidade co anterior, no senso de que pode ser posible a inoculación das especies do IV con bacterias do V, pero non ao revés.
- Grupo VI (da faba): parte de *Phaseolus* (*Ph. vulgaris* por exemplo).
- Grupo VII (do tremoceiro): *Lupinus*, *Ornithopus*.

4.2.3. Inoculación. Tipos de inoculantes

Debido á especificidade é evidente que cada leguminosa só poderá establecer unha simbiose efectiva co *Rhizobium* específico que lle corresponde, apreciándose esta pola presenza de nódulos grandes, situados en torno á raíz principal, e amosando unha cor vermella cando se parten pola metade.

En ocasións, por tanto, farase preciso introducir no sistema de cultivo o *Rhizobium* específico da leguminosa que queiramos cultivar (inoculación):

-Se non existe no solo o devandito *Rhizobium* (caso de cultivos completamente novos nese solo; por exemplo, a soia).

-*Rhizobium* específico, presente en pouca cantidade. Débese á tardanza en reiterar o cultivo, ou a efectos ambientais negativos (acidez, toxicidade, salinidade, temperaturas extremas, humidade, etc.). Percíbese pola observación de determinados síntomas:

-Poucos nódulos por planta.

-Reducido tamaño.

-Irregularmente distribuídos en raíces secundarias (deben estar fundamentalmente na principal, preto da coroa).

-Planta nodulada, pero a simbiose non é efectiva: nódulos brancos ou verdes por dentro, non vermellos (non fixan nitróxeno).

-Simbioses establecidas con *Rhizobia* nativos de baixa eficiencia.

Para realizar a inoculación será preciso contar con inoculantes, é dicir, preparados que servirán para introducir no sistema de cultivo os inóculos (*Rhizobium* específico que se requira en cada caso).

O inoculante máis antigo é simplemente terra procedente de solos nos que se desenvolve ben un cultivo dunha determinada leguminosa. En tecnoloxía actual non é máis que un cultivo concentrado de *Rhizobium*. Hainos de diversos tipos: líquidos (a partir do caldo de cultivo), sobre ágar-ágar (con esta substancia solidifícase o caldo de cultivo), e sobre soporte inerte (turba moída, ou granulada, embebida no caldo de cultivo). Este último é o máis habitual; preséntase en bolsas de 250 g cando é turba moída, e de 2,5 kg se é granulada. Ata hai poucos anos, elaboráboas un organismo público dependente da Junta de Andalucía; na actualidade, esta actividade privatizouse e está en mans de “Universal Plantas” (figura 15).



Figura 15. Bolsa de inoculante sobre turba moída

Pódese inocular directamente a semente ou o terreo onde se vai realizar a sementeira; no primeiro caso empregaríase inoculante sobre turba moída, e no segundo, sobre turba granulada.

A inoculación da semente pódeafacer o agricultor, ou ben mercar as sementes pre-inoculadas e listas para a sementeira. Se ben a derradeira opción é a máis cómoda, a operación é doada de facer.

Normalmente emprégase o inoculante presentado en po (inóculo sobre turba moída), como xa se dixo. Mesturarase dentro dun recipiente, ou sobre o solo liso, duro e ben limpo, á sombra, a cantidade de inoculante que indique o fabricante coa de semente, xunto cun mollante adherente (goma arábica 15-40%, sacarosa 10% e derivados sintéticos da celulosa 1-5%), remexendo a continuación, de xeito que se homoxeneícea a mestura. Despois da inoculación debe transcorrer o menor tempo posible ata a sementeira para que o inóculo non perda viabilidade.

Para inocular o solo emprégase o inoculante elaborado con turba granulada. Faise cunha máquina de distribución de fertilizante localizado, distribuíndoo na mesma liña de sementeira. Precísase unha dose máis alta, e pode ser recomendable cando a semente é grande (fabas, fabas lobas, cacahuete...).

En calquera caso, débese ter en conta sempre que se está a traballar con organismos vivos, e que deben permanecer neste estado para poder infectar as plantas e realizar a súa función fixadora (debe prestarse atención, por tanto, ás indicacións do fabricante no que se refire ás condicións de manexo e almacenamento, xa que precisan dunhas determinadas condicións de temperatura, teñen unha data de caducidade no referente á súa supervivencia, poden ser afectados por insecticidas e outros produtos, etc.).

5. Obxectivos de mellora das leguminosas gran

Debido ao pouco interese que se prestou ás leguminosas durante décadas, estanse a perder ecotipos e xermoplasma; en definitiva, diversidade xenética, antes de que se teñan estudado, o cal é unha importante eiva de cara á mellora xenética.

Existen organismos internacionais de investigación cuxo eixo de traballo fundamental son as leguminosas de gran:

ICRISAT en India.

ICARDA en zonas semiáridas (Siria).

CIAT en Colombia.

Os dous primeiros traballan en cultivos como garavanzo, lentella e faba loba mentres que os traballos do CIAT céntranse fundamentalmente en fabas.

Os principais obxectivos pódense agrupar en dous: produción e calidade.

5.1. Mellora para incrementar a produción

A produción depende de múltiples factores e, por tanto, a súa mellora pode ser enfocada dende puntos de vista moi diversos.

5.1.1. Resistencia a pragas e enfermidades

A medida que un cultivo se vai estendendo van xurdindo problemas de pragas e enfermidades. Sería interesante, por exemplo, atopar en determinadas especies, liñas resistentes a plantas parasitas como *Orobanche crenata* ou Gorga.

5.1.2. Nodulación

Dunha banda constátase, como quedou patente no apartado 4, a evidente necesidade de inocular cando o cultivo que pretendamos implantar sexa novo, completamente (caso da soia, por exemplo).

Non é suficiente con que teñamos nodulación no cultivo que se pretenda implantar, senón a mellor nodulación posible: non todas as cepas de rizobios teñen a mesma eficiencia e, doutra banda, as posibilidades de interacción entre hóspede e rizobio son moi variadas, existindo desde asociacións totalmente inefectivas ata outras de alta eficacia.

Tamén hai que ter en conta que os nódulos de rizobio teñen as súas propias enfermidades e pragas, polo que a mellora dunha leguminosa pode consistir na mellora da nodulación, mesmo naquelas leguminosas tidas por rústicas ou autóctonas (en particular, nun solo no que non se cultiven durante longo tempo pode chegar a perderse gran parte da súa poboación de *Rhizobium*).

5.1.3. Índice de colleita

O Índice de colleita (Ic) é a proporción de materia seca colleitable (gran) respecto da materia seca aérea total do cultivo.

As leguminosas adoitan ter valores baixos de Ic: presentan unha gran masa verde en proporción ao rendemento en gran e comprobouse que reducindo de xeito importante a cantidade de folla pódese manter a produción de gran.

Un exemplo é o que se obtivo en chícharo: a folla normal de chícharo ten grandes estípulas, folíolos e gabiáns (figura 16 a). En cultivares de alta produción introduciuse, un xene que transforma os folíolos en gabiáns (chícharos semiafilos, figura 16 b), e outro que ademais reduce as estípulas, de xeito que cando se dá a combinación de ambos os xenes, os chícharos son afilos; figura 16 c). O rendemento mantívose e seguiu aumentando posteriormente por selección, con vantaxes adicionais como mellor aireación, soporte mutuo das plantas da parcela ao se enredaren unhas coas outras, menor extracción de auga do solo, etc. Evidentemente, ao reducir a biomasa total, o Ic incrementábase, pero este aumento é moito maior cando simultaneamente se vai facendo tamén máis grande o peso de gran.

5.1.4. Estabilidade da produción

O agricultor, na súa escolla, ten moi en conta que as producións sexan estables, é dicir, predicibles, pouco fluctuantes dun ano para outro.

As especies autóгамas non teñen máis problema, neste sentido, que o de acadar a mellor adaptación posible a novas zonas, pero os rendementos das alógamas, ou parcialmente alógamas, varían debido a diversas causas, unhas coñecidas (polinización eficiente e constante por insectos, sistemas de incompatibilidade máis ou menos fortes) e outras descoñecidas, tales como determinados factores fisiolóxicos.

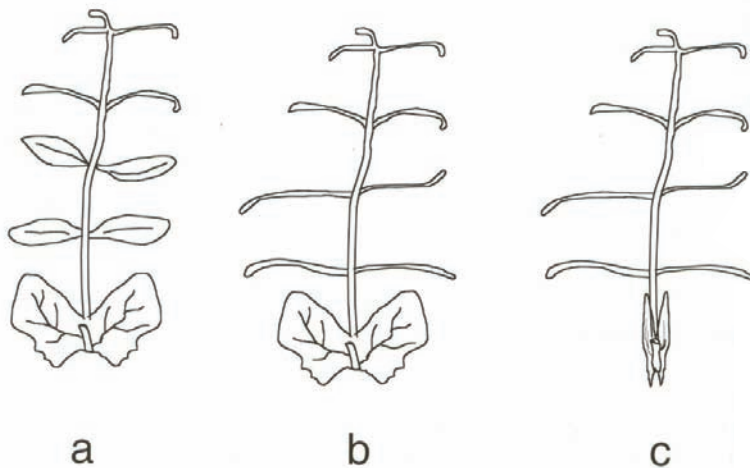


Figura 16. Tipos de follas en chícharo

5.1.5. Adaptación

É preciso afacer o cultivo das leguminosas gran a condicións ambientais diversas e isto, ademais da mellora referente á nodulación, implica actuar sobre outros importantes factores:

- Resistencia ao frío e á seca.
- Intolerancia a unha escasa aireación do solo (terreos compactos ou encharcados ou ben salinos, acedos ou alcalinos).
- Resposta ao fotoperíodo.
- Abscisión de flores e froitos (debido a interaccións xenotipo-ambiente non ben coñecidas).
- Sensibilidade a altas temperaturas.

5.1.6. Características agronómicas específicas

Tratándose de cultivos extensivos, como é o caso das leguminosas de gran, é preciso que sexan mecanizables, en particular no que se refire á

colleita, o que comporta a existencia dunha serie de características, entre as que se poden citar:

-Porte erecto e resistencia ao encamado. Non son fáciles de obter en moitas especies (vezas, por exemplo), do que derivou a práctica tradicional de sementalas en mestura cun cereal que sirva de soporte.

-Primeiro nó con vaiña a suficiente altura do chan. Polo menos deben ser duns 15 cm. Os froitos situados por debaixo quedarían no terreo de cultivo: non os alcanzaría o peite da colleitadora.

-Forma de gran axeitada, en relación co sistema de recollida mecánica que se utilice. Para pasar polo proceso de malla, convén que o gran sexa pequeno e redondeado ou cilíndrico, cousa que non sempre é compatible cun rendemento axeitado.

-Indehiscencia. É máis importante nas rexións cálidas ca nas húmidas, pero é sempre conveniente.

-Maduración homoxénea. Aconsella o emprego de formas de crecemento determinado. Inconveniente: dificultade de recuperación tras un fenómeno atmosférico adverso, como unha xeadada serodia, por exemplo; neste senso poden ter máis utilidade formas de crecemento indeterminado pero de tipo semianano, que permitan producir novos acios florais e asegurar a produción.

Ciclos de floración e maduración convenientes. Interesa que sexan curtos, porque malia que a produción obtida para ese cultivo sexa menor, permite a súa inclusión nunha rotación, de xeito que a produción conxunta sexa maior. Supón unha orientación cara a unha agricultura máis sustentable na que, ademais, se compensan riscos e custos.

Para acometer un programa de mellora é preciso facer unha análise de cal ou cales son os factores limitantes da produción na especie a mellorar nas condicións nas que se traballe e tratar de incrementar o rendemento manexando o menor número posible de caracteres entre os anteriormente sinalados (idealmente 1 ou 2) e en fases máis avanzadas poderanse ir introducindo as demais.

5.2. Mellora da calidade

Con respecto á mellora da calidade do gran das leguminosas establécense dous obxectivos principais: eliminar principios antinutritivos e obter unha adecuada composición de principios nutritivos.

5.2.1. Eliminación de principios antinutritivos

As plantas leguminosas caracterízanse pola presenza de substancias molestas ou indesexables como mecanismo de defensa fronte a predadores e, cando se trata de produtos tóxicos, van asociados a un sabor desagradable (maneira que ten a planta de «avisar» de que a súa inxesta pode ter consecuencias non desexables).

Así, atópanse inhibidores de tripsina (na soia, por exemplo), hematoaglutininas (soia, lentella, xudías, fabas, etc.), factores osteo e neurotóxicos (pedrelos), aminoácidos libres (en todas), glicósidos

cianoxénicos (xudía, chícharo, tremoceiro), factores produtores de bocio (cacahuete, soia), saponinas hemolíticas, factores produtores de flatulencia (todas en xeral), factores bloqueantes de minerais e vitaminas (soia), alcaloides (tremoceiro) e algúns outros.

Na soia, mediante un tratamento térmico durante o procesado destrúense todos os seus principios nocivos, pero isto non é o que adoita ocorrer nas leguminosas: como regra xeral cada especie contén varios dos factores enumerados, o que complica extraordinariamente o problema.

En xeral, convirá tomar unha decisión sobre en que produto se vai centrar a mellora. Se, por exemplo, as fabas lobaras se van destinar a alimento humano e existe incidencia de fabismo, haberá que tratar de eliminar os principios produtores deste; no caso dos tremoceiros, o problema son os alcaloides, etc. Mesmo así, a mellora resulta un proceso complicado. O caso máis coñecido é a obtención de tremoceiros «doces» cun contido moi baixo, case nulo, en alcaloides.

5.2.2. Principios nutritivos

O maior interese nas leguminosas gran céntrase nas proteínas e na súa composición en aminoácidos. Nalgúns casos interesa tamén o aceite da semente. Tamén é importante abordar a calidade de cocción.

-*Proteína*. No que respecta á proteína débense considerar á súa vez dous aspectos: o seu contido total e a súa composición en aminoácidos.

A porcentaxe de proteína está determinada por factores xenéticos e ambientais. É moi importante a fertilización nitroxenada (cuxo exceso, por outra banda, é perigoso) e a nodulación. Tendo en conta que a composición proteica oscila entre os intervalos 16-18% e 30-34% en poboacións non seleccionadas previamente, preténdese obter porcentaxes brutas de máis do 35% e, o que é máis importante, estabilizar a dita proporción, desligándoa da influencia ambiental.

A respecto da calidade da proteína, nas leguminosas é pobre en aminoácidos xofrados (metionina e triptófano). Trataríase, por tanto, de incrementar a súa proporción.

-*Lípidos*. Tanto a soia coma o cacahuete teñen grans ricos en aceite, de tal xeito que mesmo predomina o seu carácter oleaxinoso fronte ao proteaxinoso; en realidade, deben ser consideradas realmente máis como oleaxinosas que como leguminosas gran. Do resto das leguminosas só ten un contido apreciable en aceite o tremoceiro *Lupinus mutabilis* (alcanzaba un 16-18%), pero ten problemas de adaptación nas nosas latitudes por provir do hemisferio sur.

- *Cocción*. Velaquí outra característica na que se solapan xenética e ambiente.

As terras produciron sempre grans de boa calidade para consumo humano debido a unha menor deposición de calcio nas paredes celulares. Os tratamentos preculnarios corruxiron a proporción de cal a base de adición de vinagre, bicarbonato, etc.

Pero tamén poden obterse variedades con mellores aptitudes por mellora xenética. Así, por exemplo, os garavanzos grandes e brancos teñen mellor aptitude culinaria.

En xeral, estes e outros aspectos culinarios non foron estudados de forma sistemática polos melloradores.

5.3. Obxectivos agronómicos

Debido aos anos de abandono xeneralizado do cultivo de leguminosas, tamén é necesario por a punto técnicas agronómicas axeitadas ao seu cultivo.

- Elección de especies para cada rexión, determinando as de mellores perspectivas dende o punto de vista do rendemento, colleita mecanizada, lugar na alternativa, nodulación, etc.

- Resolución de problemas de cultivo como doses de fertilización, de sementeira, tratamentos herbicidas, pesticidas, etc.

6. Áreas de cultivo. Esixencias climáticas. Aspectos xerais

6.1. Áreas de cultivo

Por regra xeral, as leguminosas de gran teñen grandes posibilidades de adaptación con respecto á altitude, á latitude, á temperatura, á duración do día e á humidade. En case todos os climas imaxinables existe unha leguminosa de gran ou outra. Porén, a capacidade de adaptación de cada especie ou cultivar por separado é bastante restrinxida (táboa 3).

O garavanzo (*Cicer arietinum*), o chícharo (*Pisum Sativum*), a lentella (*Lens culinaris*), a faba loba (*Vicia faba*) e o tremoceiro (*Lupinus sp.*) cultívanse amplamente en torno ao trópico de Cáncer, hasta 40° N (chícharo, veza, tremoceiro deica os 50° de latitude). Cando se pasan os 40° N, o seu cultivo límitase ás terras baixas do litoral, preto das correntes mariñas quentes.

Un segundo grupo de cultivos sitúase en torno ao ecuador en chairas ou terras moi baixas (entre 30° N e 30°S). Ex: cacahuete (*Arachis hypogaea*), guandú (*Cajanus cajan*), *Vigna unguiculata*, etc.

Finalmente atopámonos coa soia, que é esencialmente un cultivo temperado que se pode cultivar hasta os 5.000 metros de altitude, segundo os lugares. No Himalaia recóllense a 3000 m de altitude exemplares de soia. Pertence a este mesmo grupo *Phaseolus vulgaris*. En América Central e do Sur e en África reúnense as condicións para esta leguminosa a altitude media, mentres que no norte de Marrocos, Exipto e Sudán, o clima mediterráneo parece suficientemente bo para o cultivo. En Asia medra a gran latitude ou en latitudes superiores a 23°N (en calquera caso, a gran gama de grupos de maduración na que se agrupan as súas variedades confírelle unha gran cobertura).

6.2. Esixencias climáticas

Na maioría das zonas nas que se cultivan leguminosas hai unha flutuación das temperaturas máximas e mínimas durante o seu ciclo vital (táboa 3).

En ocasións, unha mesma especie ten diferentes réximes de temperatura segundo as distintas partes do mundo nas que se cultive.

Para cada especie hai unha gama de temperaturas dentro das que se poden cultivar: garavanzo, faba, chícharo e lentella medran moi ben entre 10 °C e 30 °C.

O cacahuete dá bo resultado baixo temperaturas comprendidas entre 25 °C e 35 °C, aínda que poden sobrevivir ata 45 °C se se mantén un nivel axeitado de humidade no solo, se ben en tales condicións perden as súas flores.

A soia cultívase entre os 10 °C e os 35 °C. Pode medrar a temperaturas máis altas, por exemplo, de 40 °C, pero perde case totalmente a súa produtividade.

Táboa 3. Gama de latitudes, altitudes e temperaturas para o cultivo de varias leguminosas de gran.

	Latitudes	Altitudes	Réxime de T ^a durante o ciclo de cultivo	Países
<i>Arachis hypogaea</i>	30° N - 30°S	Baixa	20 °C a 35 °C	India, Brasil, China, Indonesia, Sudán
<i>Cajanus cajan</i>	30° N - 30°S	Baixa	20 °C a 40 °C	India, Uganda, Myanmar
<i>Cicer arietinum</i>	15° N - 40°N	Baixa	2 °C a 30 °C	India, Paquistán, Birmania
	0° - 15°N	Alta	10 °C a 30 °C	Síria, Irán, España
<i>Dolichos sp.</i>	0° - 30°N	Baixa	20 °C a 35 °C	Asia e África tropical
Glycine max.	20° N - 40°N	Baixa	10 °C a 30 °C	EE.UU, Brasil, China, Indonesia
	40° N - 60°N	Baixa		
	0° - 20°N <small>Con correntes mariñas quentes</small>	Media		
<i>Lens culinaris</i>	15° N - 40°N	Baixa	2 °C a 30 °C	India, Paquistán, Bangla Desh
<i>Lupinus</i>	20° N ou S - 50°N ou S	Baixa		
<i>Phaseolus vulgaris</i>	0° - 20° N ou S	Media ou alta	10 °C a 30 °C	Asia, América do Sur
	20° N - 40° N	Baixa		
<i>Pisum sativum</i> e <i>P. arvense</i>	25° N - 40° S	Baixa	10 °C a 30 °C	Europa, Asia
	0° - 25°N ou S	Alta		
	40° N - 60°S <small>Con correntes mariñas quentes</small>	Baixa		
<i>Vicia faba</i>	25° N - 60°N	Baixa	10 °C a 30 °C	Europa, China, Exipto
<i>Vicia sp.</i>	25° N - 60°N	Baixa		
<i>Vigna unguiculata</i>	0° - 30°N ou S	Baixa	20 °C a 35 °C	África tropical
<i>Vigna aureus</i> x <i>V. mungo</i>	0° - 30°N ou S	Baixa	20 °C a 45 °C	India, Paquistán, Nixeria, Ghana

Polo que respecta ás condicións hídricas, as leguminosas medran e teñen rendemento baixo unha ampla gama de precipitacións comprendidas entre 250-1000 mm.

Débese ter en conta a distribución e infiltración de auga no solo, sobre todo cando o cultivo, como ocorre na maioría dos casos, sexa de secaño (ex. faba, garavanzo e cacahuete). A soia é principalmente de regadío, mentres que a faba loba e a lentella poden ser tanto de secaño coma de regadío. Nos cultivos de secaño, a distribución da chuvia e a súa frecuencia son os determinantes principais da produtividade.

Ademais dos requirimentos en intensidade luminosa, hai que ter en conta a existencia de leguminosas fotosensibles (necesidade de día longo ou curto para a realización do seu ciclo). Por exemplo, a soia en orixe é unha planta de fotoperíodo curto, se ben a existencia dun amplo número de grupos de maduración permítelle a adaptación a diferentes condicións de duración do día.

7. Características morfolóxicas das leguminosas

O porte nos cultivos ten unha grande importancia, xa que inflúe no rendemento, na estabilidade fronte ao envorco, posible necesidade de rodriga, densidade de sementeira, aptitude para a colleita, etc.

As leguminosas alimenticias son plantas herbáceas anuais, pequenas e de porte arbustivo, erguido, prostrado ou rubideiro.

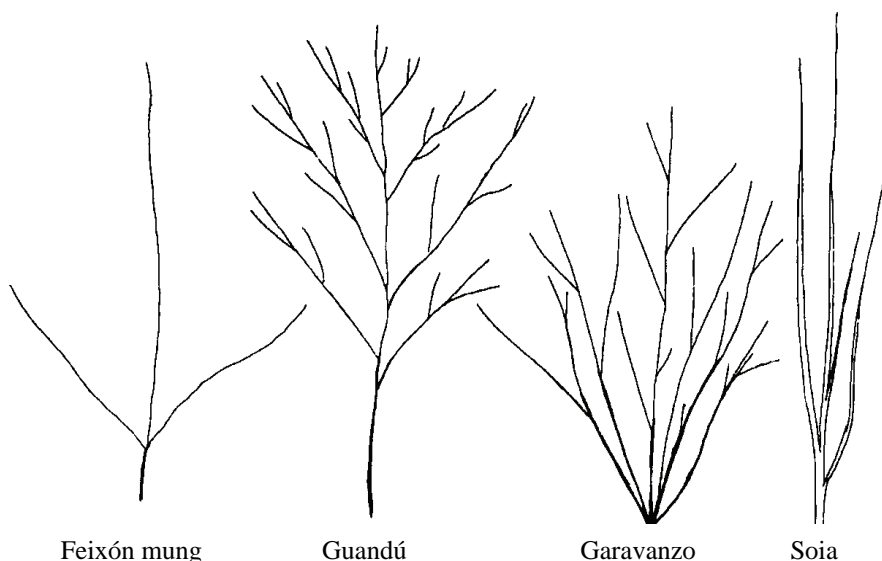


Figura 17. Diferentes tipos de crecemento en leguminosas gran

Soia e faba loba son de porte erguido .

O garavanzo é de porte erguido, pero as ramificacións que saen da base danlle aspecto de prostrado.

O chícharo é de porte prostrado

Phaseolus vulgaris ten varios hábitos de crecemento, que van dende o erguido (Tipo I), ata o rubideiro (tipo IV), pasando polo prostrado (tipo III), como se observa na figura 18.

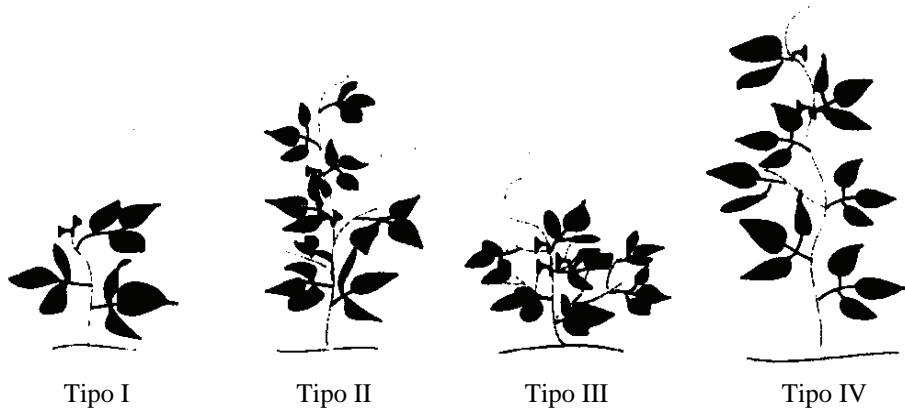


Figura 18. Hábitos de crecemento na faba

Ademais, unha mesma especie pode ter variedades que presenten diferentes características morfolóxicas, en función de factores como: maior ou menor ramificación (dando lugar a variedades máis “grosas” ou máis “delgadas”), tendencia a frutificar no talo principal, ou nos secundarios, e con maior ou menor proximidade aos extremos dos talos ou ramificacións, en cada caso. É o caso da soia e do garavanzo (figura 19).

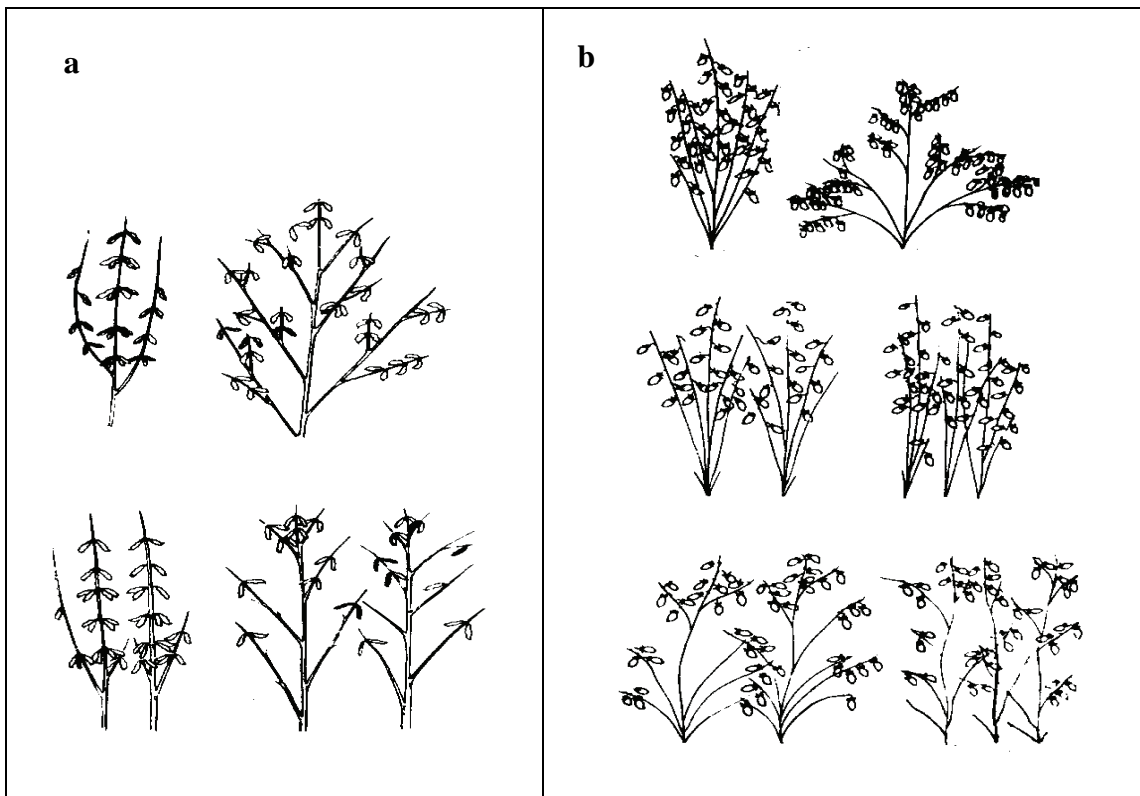


Figura 19. Diferentes tipos de ramificacións en soia (a) e garavanzo (b)

8. As leguminosas gran nas rotacións

Como xa quedou claro noutros apartados, estes cultivos, por seren mellorantes, pódense considerar piares básicos das rotacións de cultivo, e por extensión, da agricultura sustentable.

As rotacións clásicas nas que se integran son aquelas que inclúen aos cereais, sendo un bo precedente dos mesmos. Tamén poden ir a continuación en segunda colleita. Na agricultura mediterránea, veza, tremoceiro, e outras leguminosas poden mesmo substituír ao barbeito branco co conseguente aumento de rendementos económicos, ademais dos conseguintes beneficios agronómicos.

Poden tamén rotar con outros cultivos: é habitual que as fabas sigan a patacas, plantas de bulbo ou verzas.

Non esquezamos tamén o cultivo asociado: en Galicia, así como en moitas lugares do mundo, particularmente en América do Sur aínda se adoita cultivar simultaneamente fabas e millo, de xeito que o cereal serve de titor: proporciona un manexo equilibrado do solo, e diversifica a produción, o cal é moi importante, sobre todo en economías de subsistencia; o

inconveniente é o menor rendemento de cada unha das especies, e a dificultade de mecanización dos cultivos.

ACTIVIDADES PROPOSTAS

- Manexar material vexetal de diferentes especies de leguminosas gran, co fin de diferencialas, tanto pola morfoloxía das plantas, coma pola das sementes.
- Cultivar leguminosas gran en pequenas parcelas, e facer un seguimento da súa evolución fenolóxica.
- Valoración de forma continuada do cumprimento dos obxectivos propostos

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Moreno, M.T., Cubero, J.J. 1983. Leguminosas de grano. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid

Banco Bilbao Vizcaya (editor) Leguminosas y agricultura. Revista "EL CAMPO" nº 108. 1988

Mozos Pascual, M. de los. e outros (editores). 2006. Nuevos retos y oportunidades de las leguminosas en el sector agroalimentario español (Libro de actas das "2^{as} Jornadas de la Asociación Española de Leguminosas". Consejería de Agricultura: Junta de comunidades de Castilla La Mancha. Cuenca.

Nadal Moyano, S. e outros. 2004. Las leguminosas grano en la agricultura moderna. Editorial Mundi Prensa. Madrid.

Metcalfe, D.S. e Elkins D.M. Crop production. Principles and practices. Cambridge University Press. 1990.



Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo de profesores e alumnos de todas as materias e titulacións da universidade.



Servizo de Normalización
Lingüística