





Departament de Genètica  
Facultat de Biologia  
UNIVERSITAT DE BARCELONA

## **Variabilitat de la mongeta Ganxet**

***(Phaseolus vulgaris L.):* determinació de tipologies**

**i selecció de línies comercials**

Esther Sánchez Bell

2003



Memòria presentada per

**Esther Sánchez Bell**

per optar al grau de

**Doctora en Ciències Biològiques**

Programa de doctorat de Genètica

Bienni 1997-1999

**Director:** Francesc Casañas Artigas, Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia, Escola Superior d'Agricultura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya.

**Tutor:** Francesc Mestres Naval, Departament de Genètica, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona.

Francesc Casañas Artigas

Francesc Mestres Naval

Esther Sánchez Bell

Barcelona, octubre de 2003



*“La naturaleza guía  
su producción indiscreta  
a buscar su mejoría  
y para hacerla perfecta  
la entrega la sabiduría”*

La ciencia perfecciona la naturaleza

(Hendrik en Cornelis Verdussen  
Theatro moral de la vida en cien emblemas  
Plantin, Antwerpen, 1701)



A la família  
per la paciència  
durant tants anys  
en què la mongeta ha estat la protagonista de les nostres vides.

Al Salvador  
que no ha defallit mai donant ànims.

A l'Elies  
per el seu brillant optimisme  
resolent aspectes de disseny gràfic.

Als col·legues  
que mai perden la confiança.

A molts  
per tantes petites coses  
que tant es valoren.





## AGRAÏMENTS

Han estat tants els anys, mesos, dies i hores viscudes amb tots vosaltres que se'm fa força difícil escriure aquest capítol de la tesi.

Fa quasi exactament vint anys, en Miquel Baldi va fer una xerrada sobre els estudis d'agricultura a l'institut on jo acabava el COU. La meva fascinació per la biologia i especialment per la genètica que m'havien despertat els cucs de seda des de la meva infància, i el seu entusiasme per l'agricultura em van convèncer per estudiar Enginyeria Tècnica Agrícola a l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB).

Hi va haver bons professors que em van transmetre les ganes de fer recerca, en Francesc Casañas i en Lluís Bosch, i ja res va ser senzill. La voluntat de seguir carrera universitària em va portar a estudiar Biologia a la Universitat de Barcelona i fer una tesi. Tot plegat no hagués estat possible si en Francesc Casañas i en Lluís Bosch no haguessin dipositat la seva confiança en mi per a recollir llavor d'hortícoles d'arreu de Catalunya, abans fins i tot d'acabar el meu Projecte Final de Carrera. He d'agrair, doncs, a la FAO, la UPV i especialment a en Fernando Nuez, per haver despertat en aquell moment l'interès per les varietats hortícoles tradicionals, que em retornaven al passat agrícola de la meva família.

El treball amb les mongetes del Ganxet no hagués estat possible sense en Miquel Baldi de nou, la col·laboració d'IRTA, DARP i Cooperativa Agrícola de Sabadell i Comarca, i la disponibilitat dels camps experimentals de Torremarimon, de la Diputació de Barcelona i finques com Can Casamada o Cal Esteve Tónico. En els darrers temps, han estat l'Assumpta Juan amb el suport amb les fonts d'informació i en Fernando Nuez, Francesc Casañas, Lluís Bosch i Francesc Mestres, qui m'han guiat i permès que aquesta tesi pregui forma.

L'agraïment final és l'emocional. A la meva família per haver-me permès absentar-me i abandonar les obligacions per continuar la feina. Al germà que s'ofereix a fer el què calgui per la mongeta Ganxet i a un marit pacient que ha tingut més confiança que jo mateixa en moments baixos i amb qui he viscut els millors i pitjors moments des que vaig començar la feina. Als companys de l'ESAB que han omplert tants moments d'oci en mig del tràfec de dades, articles, estris de camp i laboratori.

A tots plegats, mercès de veritat.



---

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>I. ÍNDEX</b>                                                       | I  |
| <b>1. INTRODUCCIÓ</b>                                                 | 1  |
| 1.1. IMPORTÀNCIA DE LA MONGETA COM A CULTIU I EN L'ALIMENTACIÓ HUMANA | 1  |
| 1.2. EL CULTIU DE MONGETA A LES REGIONS EUROPEES                      | 2  |
| 1.3. LA DIVERSITAT AGRÍCOLA A EUROPA I LA REFORMA DE LA PAC           | 5  |
| 1.4. ORIGEN, DOMESTICACIÓ I EVOLUCIÓ DE LA MONGETA                    | 9  |
| 1.5. RECURSOS GENÈTICS DE MONGETA A EUROPA                            | 18 |
| 1.6. LA MONGETA GANXET                                                | 19 |
| 1.6.1. Botànica i característiques generals                           | 19 |
| 1.6.2. Importància agronòmica i econòmica                             | 22 |
| 1.6.3. Reconeixement social                                           | 24 |
| 1.6.4. Els problemes del reconeixement i protecció legal              | 25 |
| 1.7. CONSERVAR I MILLORAR LA MONGETA GANXET                           | 28 |
| <b>2. OBJECTIUS</b>                                                   | 35 |
| <b>3. MATERIAL I MÈTODES</b>                                          | 37 |
| 3.1. COL·LECTA DE GERMOPLASMA GANXET I AVALUACIÓ D'ENTRADES           | 37 |
| 3.1.1. Col·lecta de germoplasma Ganxet                                | 37 |
| 3.1.2. Avaluació morfoagronòmica d'entrades                           | 37 |
| 3.1.2.1. Disseny experimental                                         | 37 |
| 3.1.2.2. Variables controlades                                        | 38 |
| 3.1.2.3. Tractament estadístic de les dades                           | 40 |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.3. Anàlisi fisico-química de la llavor                             | 40        |
| 3.1.3.1. Tractament estadístic de les dades                            | 41        |
| 3.2. SELECCIÓ INDIVIDUAL DINS I ENTRE ENTRADES                         | 42        |
| 3.2.1. Criteris de selecció dins i entre entrades                      | 42        |
| 3.2.2. Selecció i obtenció de línies pures                             | 42        |
| 3.2.2.1. Disseny experimental                                          | 43        |
| 3.2.2.2. Variables controlades                                         | 43        |
| 3.2.2.3. Tractament estadístic de les dades                            | 44        |
| 3.3. CARACTERITZACIÓ DE LÍNIES PURES GANXET                            | 45        |
| 3.3.1. Avaluació morfoagronòmica de línies pures                       | 45        |
| 3.3.1.1. Disseny experimental                                          | 45        |
| 3.3.1.2. Variables controlades                                         | 46        |
| 3.3.1.3. Tractament estadístic de les dades                            | 47        |
| 3.3.2. Anàlisi fisico-química i sensorial de la llavor de línies pures | 47        |
| 3.3.2.1. Paràmetres fisico-químics                                     | 48        |
| 3.3.2.2. Anàlisi sensorial de línies pures                             | 49        |
| 3.3.2.3. Tractament estadístic de les dades                            | 49        |
| 3.3.3. Anàlisi PCR-RAPD                                                | 50        |
| 3.3.3.1. Extracció de DNA                                              | 50        |
| 3.3.3.2. Amplificació PCR-RAPD                                         | 52        |
| 3.3.3.3. Visualització i anàlisi de fragments de DNA                   | 53        |
| 3.3.3.4. Anàlisi de bandes PCR-RAPD                                    | 54        |
| <b>4. RESULTATS</b>                                                    | <b>57</b> |
| 4.1. COL·LECTA DE GERMOPLASMA GANXET I AVALUACIÓ D'ENTRADES            | 57        |
| 4.1.1. Col·lecta de germoplasma Ganxet                                 | 57        |
| 4.1.2. Avaluació morfoagronòmica d'entrades                            | 60        |
| 4.1.3. Anàlisi fisico-química de la llavor                             | 67        |
| 4.2. SELECCIÓ INDIVIDUAL DINS I ENTRE ENTRADES                         | 70        |
| 4.2.1. Criteris de selecció dins i entre entrades                      | 70        |

---

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.2. Selecció i obtenció de línies pures                  | 71         |
| 4.3. CARACTERITZACIÓ DE LÍNIES PURES GANXET                 | 76         |
| 4.3.1. Avaluació morfoagronòmica de línies pures            | 76         |
| 4.3.2. Anàlisi físico-química de la llavor de línies pures  | 79         |
| 4.3.3. Anàlisi sensorial de línies pures                    | 83         |
| 4.3.4. Anàlisi PCR-RAPD                                     | 85         |
| 4.3.4.1. Quantitat i qualitat del DNA extret                | 85         |
| 4.3.4.2. Anàlisi de bandes PCR-RAPD                         | 85         |
| <b>5. DISCUSSIÓ</b>                                         | <b>89</b>  |
| 5.1. COL·LECTA DE GERMOPLASMA GANXET I AVALUACIÓ D'ENTRADES | 89         |
| 5.2. SELECCIÓ INDIVIDUAL DINS I ENTRE ENTRADES              | 95         |
| 5.3. CARACTERITZACIÓ DE LÍNIES PURES GANXET                 | 96         |
| 5.3.1. Aproximació morfoagronòmica                          | 96         |
| 5.3.2. Aproximació físico-química                           | 97         |
| 5.3.3. Aproximació sensorial                                | 102        |
| 5.3.4. Aproximació molecular                                | 102        |
| 5.4. SELECCIÓ D'UNA LÍNIA PURA GANXET REPRESENTATIVA        | 106        |
| 5.5. ORIGEN DE LA MONGETA GANXET                            | 109        |
| <b>6. CONCLUSIONS</b>                                       | <b>115</b> |
| <b>7. REFERÈNCIES</b>                                       | <b>117</b> |
| <b>ANNEX: ASSOLIMENTS DERIVATS DE LA TESI</b>               | <b>141</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>II. ÍNDEX DE TAULES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | IV |
| <b>Taula 1.1.I.</b> Superfície, producció i rendiment del cultiu de mongeta al món l'any 2000. Per a cada continent s'inclouen les regions d'acord al tipus de cultiu de mongeta segons el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 2001b) i els països més productors de la regió (FAOSTAT, 2003).                                                                                              | 3  |
| <b>Taula 1.4.I.</b> Diferents criteris de classificació de l'hàbit de creixement de la mongeta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 12 |
| <b>Taula 3.3.3.2.I.</b> Cicles i programació per la PCR-RAPD del termociclador Eppendorf Mastercycler Personal. El nombre de cicles i temperatura d'hibridació ombrejats són modificacions respecte el programa de Skroch <i>et al.</i> (1998).                                                                                                                                                             | 53 |
| <b>Taula 3.3.3.2.II.</b> Iniciadors utilitzats de la casa comercial Operon Tech. La numeració és la que fixa la casa comercial i la seqüència en sentit 5'-3' és de 10 nt.                                                                                                                                                                                                                                  | 54 |
| <b>Taula 4.1.1.I.</b> Entrades del banc de llavors amb el número de registre, any de la col·lecta, població d'origen quan es tracta de poblacions sense altre origen conegut, productor o subministrador, origen remot conegut d'acord a la informació facilitada per el productor o subministrador i altres comentaris durant la col·lecta. Les entrades amb llavor viable s'indiquen ombrejades amb blau. | 57 |
| <b>Taula 4.1.2.I.</b> Resultats de l'anàlisi de la variància (valors F) per als caràcters morfoagronòmics de 46 entrades de germoplasma Ganxet.                                                                                                                                                                                                                                                             | 61 |
| <b>Taula 4.1.2.II.</b> Valors mitjans per als caràcters morfoagronòmics de 46 entrades de germoplasma Ganxet considerant les dues localitats excepte per al caràcter precocitat que es va controlar únicament a la localitat 1. Les entrades estan ordenades per producció decreixent. Per cada caràcter s'indica la mínima diferència significativa (MDS $p \leq 0,05$ ).                                  | 62 |
| <b>Taula 4.1.2.III.</b> Variabilitat en els caràcters morfoagronòmics avaluats en 46 entrades de germoplasma Ganxet. Per cada caràcter s'indica la mitjana, valor màxim i mínim, coeficient de variació (%) i mínima diferència significativa (MDS $p \leq 0,05$ ).                                                                                                                                         | 63 |
| <b>Taula 4.1.2.IV.</b> Coeficients de correlació de Pearson (r) de les variables morfoagronòmiques estudiades per a 46 entrades de germoplasma Ganxet. Les correlacions significatives ( $p \leq 0,05$ ) es destaquen ombrejades.                                                                                                                                                                           | 64 |
| <b>Taula 4.1.3.I.</b> Entrades escollides per a representar el ventall de diversitat del germoplasma Ganxet. Grup en el què es situà d'acord a caràcters morfoagronòmics, lloc de col·lecta i comarca a la que pertany.                                                                                                                                                                                     | 68 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Taula 4.1.3.II.</b> Mitjanes i MDS ( $p \leq 0,05$ ) dels paràmetres fisico-químics expressats en percentatge sobre matèria seca i corresponents a 12 entrades de germoplasma Ganxet escollides com a representatives de la variabilitat morfoagronòmica. S'afegeix com a referència el caràcter grau de ganxo.                                                                                                                                                 | 69 |
| <b>Taula 4.1.3.III.</b> Coeficients de correlació de Pearson ( $r$ ) de les variables fisico-químiques més importants i grau de ganxo de 12 entrades de germoplasma Ganxet. Les correlacions significatives ( $p \leq 0,05$ ) es destaquen ombrejades.                                                                                                                                                                                                             | 69 |
| <b>Taula 4.1.3.IV.</b> Variabilitat en els caràcters fisico-químics més importants de la llavor de 12 entrades representatives de la variabilitat existent entre entrades Ganxet. Per cada caràcter s'indica la mitjana, valor màxim i mínim, coeficient de variació (%) i mínima diferència significativa (MDS $p \leq 0,05$ ).                                                                                                                                   | 70 |
| <b>Taula 4.2.2.I.</b> Resultats de la selecció de plantes dins d'entrada per el caràcter grau de ganxo. S'indica el valor $F$ de l'anàlisi de la variància realitzat per cada entrada i per el factor planta (les mesures dels quatre avaluadors serviren com a dades experimentals unitàries).                                                                                                                                                                    | 73 |
| <b>Taula 4.2.2.II.</b> Grups i entrades determinats per les agrupacions obtingudes combinant el mètode Average Linkage tallant a una distància de 0,028 i Ward's Minimum Variance, tallant a una distància de 0,750, ordenats per grau de ganxo. Per cada grup s'indiquen les entrades i els valors dels caràcters morfoagronòmics en què es trobaren diferències significatives entre entrades, així com la mínima diferència significativa (MDS $p \leq 0,05$ ). | 74 |
| <b>Taula 4.2.2.III.</b> Plantes seleccionades per cada grup. Per cada planta s'indica el grup i l'entrada de l'assaig de 1994, la població d'origen (entrada del banc de llavors), subministrador de la llavor originària i zona coneguda d'origen.                                                                                                                                                                                                                | 76 |
| <b>Taula 4.3.1.I.</b> Valors mitjans per a caràcters morfoagronòmics de les línies pures Ganxet seleccionades. Per cada caràcter s'indica la mínima diferència significativa (MDS $p \leq 0,05$ ).                                                                                                                                                                                                                                                                 | 78 |
| <b>Taula 4.3.2.I.</b> Significació dels valors de $F$ per els factors de variació de l'ANOVA dels paràmetres fisico-químics avaluats per set línies pures Ganxet i testimonis Navy, White Kidney, Faba i Tolosa.                                                                                                                                                                                                                                                   | 80 |
| <b>Taula 4.3.2.II.</b> Valors mitjans dels paràmetres fisico-químics de la llavor, expressats en percentatge sobre pes sec, de línies pures Ganxet (L64, L67, L27, L19, L44, L5) i de testimonis (Navy, White Kidney, Faba i Tolosa). La mitjana de les línies Ganxet s'indica sota la denominació <i>Ganxet</i> . Per cada caràcter s'indica la mínima diferència significativa (MDS $p \leq 0,05$ ).                                                             | 81 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Taula 4.3.3.I.</b> Resultats de l'anàlisi sensorial i grau de ganxo en mongetes cuites de cada línia pura Ganxet (L64, L67, L27, L19, L44, L5). Tots els atributs van ser avaluats d'acord a una escala de 0 a 3 (0=valor mínim, 3=valor màxim). Per cada atribut avaluat s'indica la mínima diferència significativa (MDS $p \leq 0,05$ ) quan l'anàlisi de la variància trobà diferències significatives.                                                                                                     | 84  |
| <b>Taula 4.3.4.2.I.</b> Resultats de l'anàlisi PCR-RAPD per a tots els materials assajats i dins d'aquests només les set línies pures Ganxet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 86  |
| <b>Taula 5.1.I.</b> Valors màxims i mínims de característiques morfoagronòmiques i fisico-químiques de la llavor d'entrades cultivades i comercialitzades sota la denominació Ganxet. Dins d'aquestes, s'indiquen les de les entrades amb un grau de ganxo igual o superior a 1,5 i les entrades actuals que més s'apropiarien a la tipologia Ganxet ancestral (entrades 3, 4, 55, 40, 36, 46, 45, 50 i 32 que s'agrupaven d'acord a l'anàlisi canònica per l'efecte entrada d'acord a caràcters morfoagronòmics). | 91  |
| <b>Taula 5.3.1.I.</b> Característiques de 46 entrades de mongeta Ganxet i, dins d'aquestes, les 13 entrades del grup 2 de l'anàlisi canònica de característiques Ganxet més acusades. Al costat, característiques de set línies pures prototípiques i, dins d'aquestes, la línia L67. Per cada caràcter s'indica la mínima diferència significativa (MDS $p \leq 0,05$ ) quan l'anàlisi de la variància trobà diferències significatives.                                                                          | 96  |
| <b>Taula 5.3.4.I.</b> Polimorfisme expressat en percentatge d'iniciadors polimòrfics, percentatge de bandes polimòrfiques i percentatge mitjà de bandes polimòrfiques per iniciador, trobats per el total de materials avaluats incloent testimonis de grups gènics diferents (White Kidney, Navy i Planchada) i per a les set línies pures prototípiques Ganxet                                                                                                                                                   | 102 |
| <b>Taula 5.4.I.</b> Característiques morfoagronòmiques, nutricionals i organolèptiques del germoplasma Ganxet representat per set línies pures prototípiques. Dins d'aquestes, la línia L67 considerada la més interessant per la seva promoció i conservació. Els valors dels paràmetres fisico-químics s'expressen en percentatge i els atributs sensorials, d'acord a una escala de 0 a 3 (0=valor mínim, 3=valor màxim). Per tots els caràcters les diferències eren significatives ( $p \leq 0,05$ ).         | 106 |
| <b>Taula 5.5.I.</b> Grups determinats a partir de paràmetres fisico-químics de la llavor i a partir de marcadors RAPD de línies prototípiques Ganxet i cultivars comercials.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 111 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>III. ÍNDEX DE FIGURES</b>                                                                                                                                                                                                                                             | VII |
| <b>Figura 1.2.I.</b> Evolució de la superfície (ha) i producció (t) de mongeta seca a Catalunya entre 1988 i 1999 (DARP, 1989-1999).                                                                                                                                     | 4   |
| <b>Figura 1.2.II.</b> Evolució de la superfície (ha) de mongeta seca a Catalunya en secà i regadiu entre 1992 i 1999 (DARP, 1989-1999).                                                                                                                                  | 5   |
| <b>Figura 1.4.I.</b> Races de mongeta dels dos grups gènics Mesoamericà i Andí.                                                                                                                                                                                          | 14  |
| <b>Figura 1.6.1.I.</b> Zona de distribució actual del cultiu de la mongeta Ganxet. Destaquen les comarques de La Selva, Vallès Oriental, Maresme i Vallès Occidental, principalment.                                                                                     | 20  |
| <b>Figura 1.6.1.II.</b> Entrada de denominació Ganxet nre. 601 de la col·lecció de l'Institut Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA).                                                                                                                            | 21  |
| <b>Figura 1.6.2.I.</b> Mongetes del Ganxet ja cuinades comercialitzades per MAR-TRET <sup>R</sup> .                                                                                                                                                                      | 23  |
| <b>Figura 1.6.3.I.</b> Portada del llibret editat per COAGSA per a la promoció de la mongeta Ganxet coincidint amb el reconeixement de la Denominació Comarcal per el Vallès l'any 1995.                                                                                 | 24  |
| <b>Figura 3.1.2.1.I.</b> Sistema de suport amb xarxa plàstica i cables tensors per a l'assaig d'entrades de germoplasma Ganxet.                                                                                                                                          | 38  |
| <b>Figura 3.1.2.2.I.</b> Grau de ganxo present al germoplasma Ganxet en contrast amb el testimoni White Kidney. La primera columna correspon a un grau de ganxo nul (White Kidney); la segona columna, grau 1; la tercera columna, grau 2 i la quarta columna, grau 3.   | 39  |
| <b>Figura 3.3.2.I.</b> A l'esquerra, llavors de la classe comercial White Kidney i a la dreta, classe comercial Navy.                                                                                                                                                    | 48  |
| <b>Figura 3.3.2.II.</b> Classe comercial Faba, sinonímia Granja Fabada o Judía de La Granja.                                                                                                                                                                             | 48  |
| <b>Figura 3.3.3.1.I.</b> Classes contrastants de mongeta de gra blanc segons Voysest (2000). A dalt, a l'esquerra, White Kidney; a dalt, a la dreta, Navy; a baix, a l'esquerra, Great Northern i a baix, a la dreta, Alubia o Canellini. Aquesta darrera no s'utilitzà. | 51  |
| <b>Figura 3.3.3.1.II.</b> Mongeta Planchada.                                                                                                                                                                                                                             | 51  |
| <b>Figura 4.1.1.I.</b> Mostres aleatòries de llavors de diverses entrades de germoplasma Ganxet. S'observa la variabilitat existent dins i entre entrada.                                                                                                                | 60  |
| <b>Figura 4.1.2.I.</b> Dendrograma resultat de l'anàlisi d'agrupació amb les                                                                                                                                                                                             |     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| distàncies entre centroids de les diferents entrades. S'indiquen els quatre grups identificats.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 66  |
| <b>Figura 4.1.2.II.</b> Mostres aleatòries de llavors d'entrades dels quatre grups principals de germoplasma Ganxet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 67  |
| <b>Figura 4.2.2.I.</b> Dendrograma resultat de l'anàlisi d'agrupació per el mètode Ward's Minimum Variance amb les distàncies entre agrupacions de les diferents entrades Ganxet. Es tallà a una distància de 0,03.                                                                                                                                                                                                           | 75  |
| <b>Figura 4.2.2.II.</b> Dendrograma resultat de l'anàlisi d'agrupació per el mètode Average Linkage amb les distàncies entre agrupacions de les diferents entrades Ganxet. Es tallà a una distància de 0,75.                                                                                                                                                                                                                  | 75  |
| <b>Figura 4.3.I.</b> Mostres de llavors de set línies pures Ganxet participants en l'assaig final. De dalt a baix i d'esquerra a dreta: L19, L44, L64, L67, L5, L27 i L23.                                                                                                                                                                                                                                                    | 77  |
| <b>Figura 4.3.3.I.</b> Dendrograma resultat de l'anàlisi d'agrupació per el mètode Average Linkage amb les distàncies entre agrupacions de les diferents línies Ganxet i testimonis comercials Navy i White Kidney (WKidney) per paràmetres fisico-químics de la llavor.                                                                                                                                                      | 84  |
| <b>Figura 4.3.4.2.I.</b> Dendrograma obtingut amb les línies pures Ganxet avaluades (L19, L23, L5, L27, L44, L64 i L67); la població cultivada Ganxet C15 (Cas) obtinguda a partir d'una barreja de DNA de tres plantes; testimonis mesoamericans Planchada (Plan) i Navy i testimoni andí White Kidney (WKid).                                                                                                               | 87  |
| <b>Figura 5.4.I.</b> Entrades de mongeta del banc de llavors del grup de millora genètica de llegums (MBG-CSIC) de Pontevedra classificades d'acord a les sis races reconegudes. Les races Mesoamèrica, Durango i Jalisco pertanyen al grup genètic Mesoamericà i les races Nueva Granada, Chile i Perú, al grup genètic Andí. Les entrades Ganxet apareixen classificades dins de la raça Jalisco, indicades per una fletxa. | 112 |
| <b>Figura 5.4.II.</b> Grups de formes intermèdies de mongetes en funció d'aloenzims trobats per Santalla <i>et al.</i> (2002). A dalt, grup D i a baix, grup G. Les entrades Ganxet (Hook) indicades amb una fletxa són fàcilment reconeixibles per la seva forma ganxuda i foren considerades una mostra de formes intermèdies entre els dos grups genètics reconeguts en mongeta.                                           | 113 |

## IV. ÍNDEX D'ACRÒNIMS I ABREVIACIONS

IX

|         |                                                                             |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| AACC    | American Association of Cereal Chemists                                     |
| AFLP    | Amplified Restriction Fragment Polymorphism                                 |
| AGRI    | Working Group on Agriculture and Environment (of the European Council)      |
| ANOVA   | Anàlisi de la Variància                                                     |
| AOAC    | Association of Official Analytical Chemists                                 |
| CAC     | Cooperativa Agrària del Vallès                                              |
| CBD     | Convention on Biological Diversity                                          |
| CE      | Comisión Europea                                                            |
| CGIAR   | Consultative Group on International Agricultural Research                   |
| CIAT    | Centro Internacional de Agricultura Tropical                                |
| COAGSA  | Cooperativa Agrària de Sabadell i Comarca                                   |
| CPPHT   | Cooperative Pyrénènnne des Producteurs de Haricots Tarbais                  |
| CSIC    | Consejo Superior de Investigaciones Científicas                             |
| DAMD    | Direct Amplification of Minisatellite-region DNA                            |
| DARP    | Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya |
| DDR     | Dosi Diària Recomanada                                                      |
| DFL     | Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie                           |
| DNA     | Àcid desoxiribonucleic                                                      |
| DOGC    | Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya                                |
| DOP     | Denominació d'Origen Protegida                                              |
| ECP/GR  | European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks          |
| ESAB    | Escola Superior d'Agricultura de Barcelona                                  |
| FAO     | Food and Agriculture Organization of the United Nations                     |
| FAOSTAT | FAO Statistical Databases                                                   |
| HEW     | United States Department of Health, Education and Welfare                   |
| IEC     | Institut d'Estadística de Catalunya                                         |
| IGP     | Indicació Geogràfica Protegida                                              |
| IICA    | Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura                 |
| INIA    | Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas                           |
| INSPV   | Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero                          |

|         |                                                                                            |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| IPGRI   | International Plant Genetic Resources Institute                                            |
| ISSR    | Inter-Simple Sequence Repeat                                                               |
| MANOVA  | Anàlisi de la Variància Multivariant                                                       |
| MAPA    | Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación                                            |
| MAS     | Marker Assisted Selection                                                                  |
| MBG     | Misión Biológica de Galicia del CSIC                                                       |
| MCYT    | Ministerio de Ciencia y Tecnología                                                         |
| MDS     | Mínima Diferència Significativa                                                            |
| mtDNA   | DNA mitocondrial                                                                           |
| NS      | No significatiu                                                                            |
| PAC     | Política Agrària Comunitària de la Unió Europea                                            |
| PCR     | Polymerase Chain Reaction                                                                  |
| RAPD    | Random Amplified Polymorphic DNA                                                           |
| RFLP    | Restriction Fragment Length Polymorphism                                                   |
| RFO     | Raffinose Family Oligosaccharides                                                          |
| SCAR    | Sequence Characterized Amplified Region                                                    |
| SINGER  | System-wide Information Network for Genetic Resources of CGIAR                             |
| SSR     | Simple Sequence Repeat                                                                     |
| STRA-CO | Council for Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy of the European Union |
| UE      | Unión Europea                                                                              |
| UN      | United Nations                                                                             |
| UPGMA   | Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averages                                      |
| UPGMC   | Unweighted Pair-Group Method with Centroids                                                |
| URG     | Unidad de Recursos Genéticos del CIAT                                                      |

## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1. IMPORTÀNCIA DE LA MONGETA COM A CULTIU I EN L'ALIMENTACIÓ HUMANA

La mongeta (*Phaseolus vulgaris* L.) és el llegum gra per consum humà més important a nivell mundial. Per a més de 300 milions de persones, un plat de mongetes (*Phaseolus vulgaris* L.) és l'aport principal a la seva dieta diària.

Els dietistes consideren la mongeta com gairebé l'aliment perfecte degut al seu alt nivell de proteïna, generosa quantitat de fibra soluble, carbohidrats, àcid fòlic i vitamina B. De la dosi diària recomanada (DDR) per el Departament d'Agricultura dels Estats Units d'Amèrica, un plat de mongetes proveeix el 50% d'àcid fòlic; el 25-30 % de ferro; el 25% de magnesi i coure i el 15% de potassi i zenc. S'ha estimat que les mongetes aporten actualment entre el 8 i el 27% dels requeriments en potassi, magnesi, fòsfor, ferro i zenc de les persones adultes a Amèrica Llatina (Pennington i Young, 1990a, 1990b). Les mongetes contenen també components antinutricionals com tanins, hemaglutinines, fitats, inhibidors de la tripsina i  $\alpha$ -amilasa, midó no digestible, i  $\alpha$ -oligosacàrids de la família de la rafinosa (RFO). La cocció inactiva els inhibidors, però té poc efecte sobre altres factors com el midó i els RFO (Koehler et al., 1987; Barampama i Simard, 1993).

Tot i ser àmpliament consumida al món, la mongeta no és molt apreciada per els consumidors dels països desenvolupats degut a que requereix un elevat temps de cocció i causa flatulència (Bressani, 1993; Castellanos *et al.*, 1997). Diverses agències mèdiques i sanitàries han emfatitzat l'interès d'incrementar el consum de mongetes als països rics, ja que són un dels aliments d'origen vegetal amb més proporció de fibra dietètica tant soluble com insoluble, el que reporta beneficis clars per la salut com la reducció de colesterol, malalties coronàries i càncer de colon (Hughes, 1991). Diversos estudis van demostrar aquests efectes (Anderson, 1985). Però la realitat és que el consum de mongeta seca disminueix als països rics i, per exemple, a Espanya, segons el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), ha passat de ser una font d'alimentació bàsica, junt amb altres lleguminoses, a ser consumida esporàdicament. Els espanyols consumien anualment a les llars més de 86 kg de mongeta seca l'any 1987 i, després d'una reducció sostinguda, han passat a consumir-ne l'any 1999 poc més de 44 kg (MAPA, 2000).

Amèrica Llatina és la regió productora més important de mongeta al món, amb 8 milions d'hectàries, a banda del gran continent asiàtic. Les mongetes són la principal font de proteïna a l'Amèrica tropical i superen als tradicionals cultius de la zona (patata i iuca) com a font de calories. Donat que no hi ha cap font de proteïna més barata que la mongeta, el consum *per capita* de mongeta és molt elevat als països pobres com Nicaragua (amb 22,5 kg per persona i any) i a les regions pobres de països més rics com al nord-est de Brasil (amb 18,5 kg per persona i any) on constitueixen la principal font de proteïna de la dieta (Bressani, 1973).

A l'Àfrica, on les mongetes seques van ser introduïdes a la zona subsahariana per comerciants portuguesos, representen per a més de 70 milions de persones, la principal font de proteïna. La producció en aquest continent es concentra majoritàriament a la regió dels grans llacs, a l'est, i als plans del sud (CIAT, 2001a).

A nivell mundial, d'acord a les darreres dades publicades per l'Organització Mundial per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO), al món es cultiven 27 milions d'hectàries de mongeta, que representen 18,82 milions de tones de collita per any amb un valor estimat d'uns 11.000 milions €. A la taula 1.1.I., s'aprecia la desigual importància d'aquest cultiu als diferents continents. El més destacable és que el rendiment en kg/ha varia força degut a les tècniques de cultiu principalment i a les varietats cultivades. Cal considerar que rendiments inferiors a 600 kg/ha es consideren baixos (Singh, 1991). Només Europa supera el rendiment mitjà de 1.000 kg/ha, tot i que hi ha països com Portugal (500 kg/ha) i Bulgària (706 kg/ha) que se n'allunyen significativament (FAOSTAT, 2003).

## **1.2. EL CULTIU DE MONGETA A LES REGIONS EUROPEES**

La producció de mongeta seca a Espanya ha anat perdent superfície des que, els anys seixanta, es va produir l'emigració del camp a les ciutats, però especialment des de la incorporació d'Espanya a la UE. Entre 1963 i 1982 les superfícies cultivades van passar de 230.300 a 135.600 hectàrees. L'any 1986 s'havien sembrat 104.600 ha, l'any 1999 ja només 17.300 i l'any 2002 s'estima que només se'n van sembrar unes 13.000 (MAPA, varis anys).

Taula 1.1.I. Superfície, producció i rendiment del cultiu de mongeta al món l'any 2000. Per a cada continent s'inclouen les regions d'acord al tipus de cultiu de mongeta segons el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 2001b) i els països més productors de la regió (FAOSTAT, 2003).

| CONTINENT                      | Regió                        | País                 | Superfícies collitades (ha) | Producció (t)     | Rendiment (kg/ha) |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>AMÈRICA LLATINA I CARIB</b> |                              |                      | <b>7.973.737</b>            | <b>5.388.681</b>  | <b>676</b>        |
|                                | <b>Amèrica central</b>       |                      | <b>2.784.315</b>            | <b>1.543.205</b>  | <b>554</b>        |
|                                |                              | Mèxic                | 2.234.936                   | 1.157.769         | 518               |
|                                | <b>Andes</b>                 |                      | <b>347.399</b>              | <b>328.059</b>    | <b>944</b>        |
|                                |                              | Colòmbia             | 136.647                     | 140.175           | 1.025             |
|                                |                              | Perú                 | 98.300                      | 112.500           | 1.144             |
|                                | <b>Carib</b>                 |                      | <b>136.550</b>              | <b>84.242</b>     | <b>617</b>        |
|                                |                              | Haití                | 51.000                      | 35.500            | 696               |
|                                |                              | Rep. Dominicana      | 40.000                      | 29.940            | 748               |
|                                | <b>Con Sud</b>               |                      | <b>4.705.473</b>            | <b>3.433.175</b>  | <b>730</b>        |
|                                |                              | Argentina            | 273.000                     | 315.000           | 1154              |
|                                |                              | Brasil               | 4.336.273                   | 3.036.975         | 700               |
| <b>ÀFRICA</b>                  |                              |                      | <b>3.044.816</b>            | <b>1.916.249</b>  | <b>629</b>        |
|                                | <b>Àfrica central</b>        |                      | <b>628.942</b>              | <b>345.909</b>    | <b>550</b>        |
|                                |                              | Camerun              | 105.000                     | 1000.000          | 952               |
|                                |                              | Rep. Dem. Congo      | 240.000                     | 122.000           | 508               |
|                                | <b>Àfrica occidental</b>     |                      | <b>280.000</b>              | <b>122.909</b>    | <b>439</b>        |
|                                |                              | Benín                | 115.000                     | 77.518            | 674               |
|                                |                              | Togo                 | 165.000                     | 45.391            | 275               |
|                                | <b>Àfrica oriental</b>       |                      | <b>2.011.560</b>            | <b>1.310.184</b>  | <b>651</b>        |
|                                |                              | Tanzània             | 360.000                     | 255.000           | 708               |
|                                |                              | Rwanda               | 250.000                     | 215.347           | 861               |
|                                |                              | Uganda               | 699.000                     | 330.000           | 472               |
|                                | <b>Àfrica meridional</b>     |                      | <b>15.836</b>               | <b>14.273</b>     | <b>901</b>        |
|                                |                              | Lesotho              | 11.636                      | 9.273             | 797               |
|                                | <b>Magrib</b>                |                      | <b>19.750</b>               | <b>12.490</b>     | <b>632</b>        |
|                                |                              | Marroc               | 17.000                      | 11.000            | 647               |
|                                | <b>Pròxim orient africà</b>  |                      | <b>16.928</b>               | <b>38.480</b>     | <b>2.273</b>      |
|                                |                              | Egipte               | 9.800                       | 25.000            | 2.551             |
|                                |                              | Sudan                | 6.800                       | 12.500            | 1.838             |
|                                | <b>Sud-Àfrica</b>            |                      | <b>71.800</b>               | <b>72.004</b>     | <b>1.003</b>      |
| <b>ÀSIA</b>                    |                              |                      | <b>14.734.972</b>           | <b>9.395.291</b>  | <b>637</b>        |
|                                | <b>Àsia meridional</b>       |                      | <b>10.133.339</b>           | <b>4.583.600</b>  | <b>452</b>        |
|                                |                              | Índia                | 9.700.000                   | 4.340.000         | 447               |
|                                | <b>Pròxim orient asiàtic</b> |                      | <b>305.436</b>              | <b>449.052</b>    | <b>1.470</b>      |
|                                |                              | Turquia              | 171.000                     | 242.000           | 1.415             |
|                                |                              | Iran                 | 116.081                     | 182.913           | 1.575             |
|                                | <b>Sud-est asiàtic</b>       |                      | <b>3.209.006</b>            | <b>2.858.963</b>  | <b>891</b>        |
|                                |                              | Miammar              | 1.700.000                   | 1.228.830         | 723               |
|                                | <b>Xina</b>                  |                      | <b>1.005.772</b>            | <b>1.380.197</b>  | <b>1.372</b>      |
|                                | <b>Altres</b>                |                      | <b>81.419</b>               | <b>123.479</b>    | <b>1.516</b>      |
|                                |                              | Japó                 | 57.800                      | 102.000           | 1.765             |
| <b>EUROPA</b>                  |                              |                      | <b>440.020</b>              | <b>627.732</b>    | <b>1.348</b>      |
|                                | <b>Europa de l'est</b>       |                      | <b>189.747</b>              | <b>255.844</b>    | <b>1.348</b>      |
|                                |                              | Polònia              | 22.777                      | 44.317            | 1.945             |
|                                |                              | Romania              | 40.000                      | 40.000            | 1.000             |
|                                |                              | Rep. Fed. Iugoslàvia | 35.000                      | 55.000            | 1.571             |
|                                | <b>Europa occidental</b>     |                      | <b>78.753</b>               | <b>115.890</b>    | <b>1.471</b>      |
|                                |                              | Grècia               | 12.100                      | 22.000            | 1.818             |
|                                |                              | Itàlia               | 10.471                      | 21.845            | 2.086             |
|                                |                              | Espanya              | 18.400                      | 22.600            | 1.228             |
|                                | <b>Altres</b>                |                      | <b>171.520</b>              | <b>255.998</b>    | <b>1.492</b>      |
|                                |                              | Bielorússia          | 115.000                     | 180.000           | 1.565             |
| <b>OCEANIA</b>                 |                              |                      | <b>52.000</b>               | <b>37.000</b>     | <b>711</b>        |
|                                | <b>Oceania</b>               |                      | <b>52.000</b>               | <b>37.000</b>     | <b>711</b>        |
|                                |                              | Austràlia            | 52.000                      | 37.000            | 711               |
| <b>TOTAL MUNDIAL</b>           |                              |                      | <b>27.054.035</b>           | <b>18.825.653</b> | <b>696</b>        |



Tot plegat es deu a que és un cultiu de regadiu que no té subvenció i que per tant difícilment pot competir amb altres cultius. La producció espanyola actualment és només de 18.000 tones mentre que el consum és de 64.000 tones, el que requereix haver de comprar principalment a l'Argentina, entre d'altres països (MAPA, 2000; 2001).

A Catalunya, regió de cultiu de la mongeta Ganxet, la dinàmica és similar a la resta de regions europees (García, 2002). D'acord a les darreres dades recollides al Cens Agrari de 1999 (Idescat, consulta: 24/04/2003) el cultiu de mongeta seca és el més important entre les lleguminoses gra, si bé aquest gran grup de conreu, segons el Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, no suposa més del 0,4% del total de superfície conreada a Catalunya (DARP, 1989-1999). Considerant només el cultiu en regadiu, on la mongeta Ganxet es situa, existeixen 124 explotacions dedicades a aquest cultiu, que, seguint la tònica general de l'agricultura al país, ha patit una davallada important en els darrers vint anys.

La reducció progressiva en el nombre d'hectàries conreades i en la producció (figura 1.2.I.) ha entrat, però, en una fase enlentida en els darrers anys, marcant un sostre mínim.

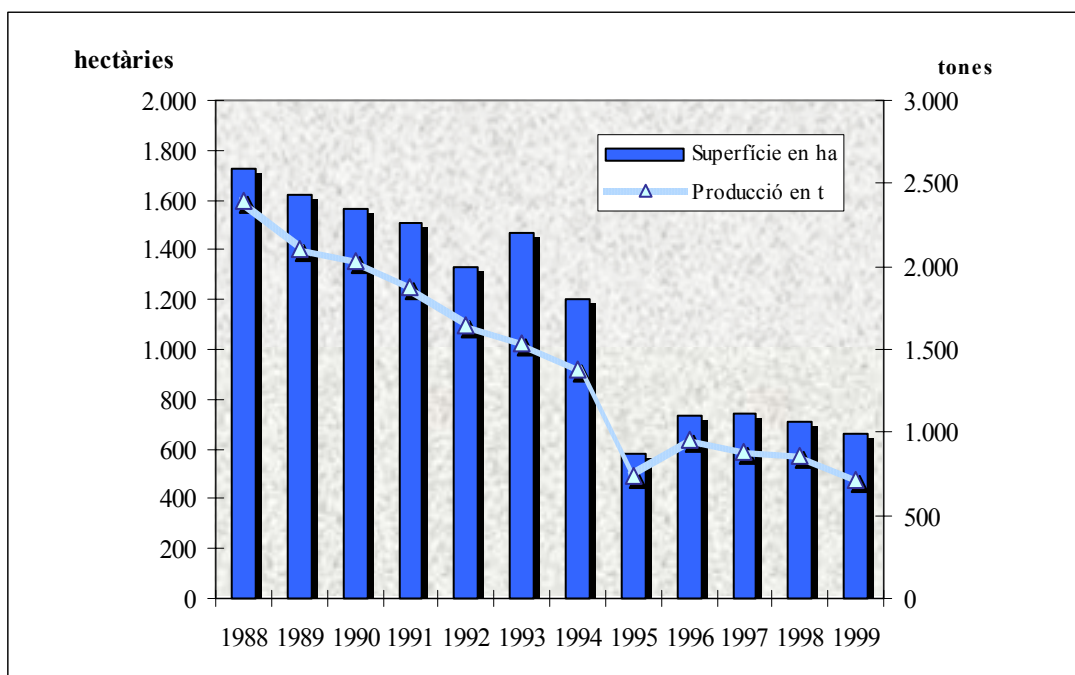


Figura 1.2.I. Evolució de la superfície (ha) i producció (t) de mongeta seca a Catalunya entre 1988 i 1999 (DARP, 1989-1999).

Probablement es mantindrà la producció de determinats tipus varietals com la mongeta Ganxet, si bé les perspectives no són expansives si no canvia el sistema d'ajuts imposats per la Política Agrària Comunitària (PAC).

De fet, la província de Barcelona sosté actualment el 72,5% de la superfície destinada a mongeta seca a Catalunya i el 70% de la producció. És en aquesta província on precisament es concentra la major part del cultiu de la mongeta Ganxet, produïda tradicionalment en regadiu (Baldi, 1997). Les superfícies destinades al conreu en regadiu a la província de Barcelona suposen el 38% del total destinat a mongeta seca a Catalunya (figura 1.2.II.), incloent tant regadiu com secà, i indicant, per tant, el potencial d'aquest cultiu (DARP, 1989-1999).

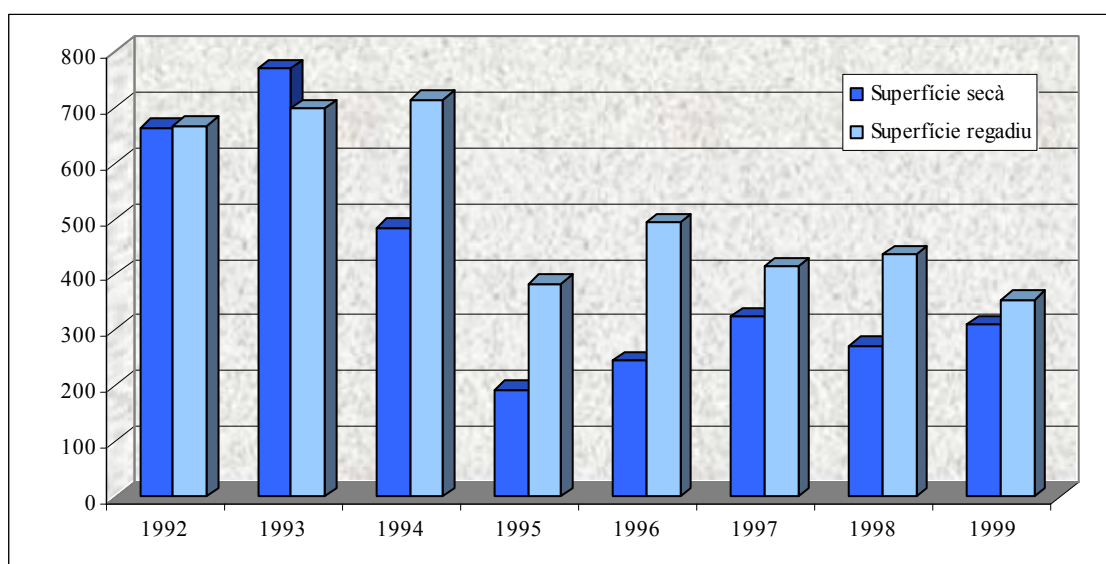


Figura 1.2.II. Evolució de la superfície (ha) de mongeta seca a Catalunya en secà i regadiu entre 1992 i 1999 (DARP, 1989-1999).

### 1.3. LA DIVERSITAT AGRÍCOLA A EUROPA I LA REFORMA DE LA PAC

L'agricultura a Europa és encara un sector important segons darreres dades dels Council for Pan-European Biological and Landscape Diversity i el Working Grup on Agriculture and Environment, presentades a la seva 5<sup>a</sup> Trobada (STRA-CO/AGRI, 2001). La superfície ocupada per els sistemes agraris cobreix al voltant del 50% de la superfície, en comparació a les àrees protegides que cobreixen només entre un 10-20% en els països de la zona central i occidental de la Unió Europea.

Durant les darreres dècades, la intensificació i especialització que ha marcat la dinàmica en el sector agrícola ha canviat substancialment la diversitat genètica agrícola i ramadera, si bé la progressiva transformació en la PAC durant 1989-1992 sembla que està conduint ja a una regressió en el cultiu a gran escala, utilització de fertilitzants i pesticides i altres fenòmens que reflectiran canvis positius en la diversitat biològica, agrària i paisatgística a Europa.

Des d'un punt de vista històric, els sistemes agraris tradicionals són els ideals per a conservar alts graus de diversitat, però actualment només es mantenen a zones remotes i la seva conservació només és possible si s'aposta per la seva preservació sota una viabilitat econòmica efectiva. L'erosió genètica, expressada com a pèrdua de varietats cultivades o de gens i al·lels, s'ha produït en onades successives, amb la introducció primer de noves espècies des dels centres d'origen i posteriorment per l'arribada de tipus varietals i cultivars millorats d'ús generalitzat, que han substituït les primeres varietats i inclús espècies d'àmbit més local.

Només recentment s'ha començat a reconèixer que aquesta erosió genètica pot limitar la futura producció agrícola mundial, quan s'ha vist que també s'està donant a les zones d'origen i diversitat dels cultius, el què pot conduir a la pèrdua de diversitat genètica i hipotecar la millora dels cultius en el futur. La creixent importància atorgada a la biodiversitat agrícola o agrobiodiversitat l'ha portat a ser discutida i tractada a múltiples documents com la Conferència de les Nacions Unides per el Medi Ambient i el Desenvolupament a Rio de Janeiro el 1992 i al capítol 14 de l'Agenda 21 dedicat a l'agricultura sostenible i desenvolupament rural de les Nacions Unides (UN, 1992); les activitats de la Comissió de Recursos Genètics per l'Alimentació i l'Agricultura de la FAO entre d'altres a l'Informe sobre l'Estat dels Recursos Fitogenètics al Món (FAO, 1996a, 1998); les Conferències de les Parts a la Convenció de la Diversitat Biològica (CBD) reflexades a les decisions II/15, III/11, IV/6 i V/ 5 (UN, 2000) i, finalment, a Europa, a la Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy (STRA-CO/AGRI, 2001). A un nivell més proper, són de destacar la Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica, redactada inicialment per la Secretaría General de Medio Ambiente i culminada per el Ministerio de Medio Ambiente o la comunicació del 4 de febrer de 1998 sobre l'Estratègia Comunitària en matèria de Biodiversitat aprovada per la Comissió Europea (CE), en què s'entreu un model d'agricultura compromesa amb el rescat de cultius i tipus varietals locals i el

desenvolupament legislatiu sobre distintius de qualitat com a sistema d'ajut per mantenir el cultivars agrícoles (Hernández, 1999).

La biodiversitat agrícola o agrobiodiversitat ha estat definida, en general, com la variabilitat d'animals, plantes i microorganismes que són importants per a l'alimentació i l'agricultura (definició de les conclusions del Grup de Treball sobre Biodiversitat Agrícola Sostenible i Funció dels Agrosistemes organitzat per la FAO i la CBD a Roma el 1998). També s'ha definit com tots els components de la diversitat biològica importants per l'alimentació i l'agricultura i que constitueixen els agrosistemes, considerats a nivell genètic, específic o d'ecosistema necessaris per sostenir les funcions, estructura i processos dels agrosistemes (UN, 2000). El concepte té dimensions temporals i espacials. Comprèn la diversitat de recursos genètics (varietats, cultivars millorats, etc.) i espècies utilitzades directa o indirectament per l'alimentació i l'agricultura (cultius, races animals, microorganismes i fongs, recursos forestals i pesquers, tant d'espècies cultivades, domesticades com salvatges i parents silvestres). Aquests recursos mantenen els sistemes agrícoles o els constitueixen (per tant inclou organismes que mantenen la fertilitat dels sols, el cicle hidrològic, regulen plagues i malalties, eviten l'erosió dels sols, regulen els cicles climàtics, etc.) o per a producció no alimentària. Fins i tot, s'inclouen factors abiòtics i socio-econòmics i de dimensions culturals com poden ser els elements de coneixement culturals tradicionals, el turisme o altres factors socials.

Un canvi important en la PAC ha estat la inclusió a l'Agenda 2000 (CE, 1999) de l'objectiu d'integrar el medi ambient i el paper dels agricultors en el maneig i conservació de recursos genètics i paisatgístics, entenent que l'agricultura és un àrea clau a integrar en la política agrària europea sotmesa a estrès per les anteriors estratègies europees. Aquesta reforma de la política agrícola tracta de preservar el model agrícola europeu garantint una agricultura sostenible, competitiva, distribuïda per tot el territori europeu, incloent les regions amb problemes específics i capaç, entre d'altres, de contribuir a la vitalitat del món rural i respondre a les preocupacions i exigències dels consumidors en matèria de qualitat i seguretat dels productes alimentaris. Es pretén fomentar el desenvolupament econòmic i medi-ambiental, així com preservar els paisatges i formes de vida rural. La nova política de desenvolupament rural complementa les reformes dels mercats amb altres mesures que fomenten l'agricultura competitiva i multifuncional, passant d'un model de quantitat a

un de qualitat, adaptant-se els agricultors al mercat oferint la varietat i qualitat de productes que reclama el consumidor (CE, 2000a).

Per a la Unió Europea, la millora de la qualitat dels productes alimentaris no es limita al control de les normes de seguretat alimentària, sinó també a la millora del valor nutritiu, els efectes sanitaris dels aliments i a la demostració de les característiques objectives dels productes tradicionals (CE, 2000a). Sens dubte, l'ampliació en l'oferta de cultius i tipus varietals és una eina important per a l'agricultor davant el repte que se li planteja. Les varietats tradicionals bé poden ocupar un lloc significatiu dins del panorama agrícola actual si són correctament avaluades i sotmeses a un procés de selecció i millora genètica que permeti el seu millor cultiu i comercialització (Hernández, 1999).

En aquest context, cada vegada ha pres més interès l'ànim de conservació de recursos genètics tradicionals tant a nivell europeu a través del CBD, com a nivell mundial a través de la FAO, però a més, darrerament a Europa s'estan demanant i promovent ja incentius econòmics per a permetre polítiques de suport a l'agricultura de conservació, havent-se començat a utilitzar ja el concepte d'agricultura multifuncional. D'aquest concepte va tractar principalment la conferència celebrada a Ullensvang, Noruega, el juliol de 2000, d'acord a la voluntat de la Comissió Europea d'assignar a l'agricultura no només el paper de produir aliments sinó també d'aportar beneficis no tant econòmics com ambientals, culturals i socials a la població, com poden ser la promoció d'aliments tradicionals d'alt valor culinari o organolèptic a les taules dels consumidors europeus, estimant-se que un 20-25% de les àrees agrícoles actuals de l'Europa central i occidental podrien acollir-se a aquest canvi estratègic (CE, 2000a; 2000b).

Fins que aquests nous objectius no s'implementin, la necessitat de produir ha provocat l'abandonament del cultiu de moltes varietats tradicionals. Hi ha un panorama de diversitat i confusió dins del material que es ven sota l'atractiu nom d'algunes varietats tradicionals amb cert prestigi, utilitzant l'atribut de qualitat per a millorar les condicions de competència. L'avantatge del cultiu de varietats tradicionals està en que no és precís disposar de grans partides de producte sinó d'unes condicions especials de d'obtenció, producció o elaboració i/o d'un origen geogràfic particular (agricultura ecològica, ús de varietats tradicionals, autòctones o locals, denominació comarcal de productes alimentaris, marca de qualitat, etc.). Existeix un interès creixent per les varietats tradicionals, autòctones o locals com la mongeta Ganxet, sota cultiu tradicional o sota cultiu ecològic,

que ofereixen les seves extraordinàries qualitats organolèptiques, culinàries i característiques morfològiques distintives, i que permeten trencar la línia d'uniformitat i estandardització dels productes alimentaris que arriben al consumidor (Sánchez, 1996). A més, gradualment s'ha produït un canvi important en la dieta, associat a una major capacitat econòmica, substituït els aliments d'origen animal als vegetals, el que empitjora la qualitat sanitària de la població en incrementar-se la incidència de malalties cardio-vasculars i de diversos tipus de càncer. A nivell europeu la política sanitària ha de desviar-se cap a dietes més riques en llegums i altres vegetals.

Amb el nou mil·lenni, la qualitat front a la quantitat, la producció respectuosa amb el medi ambient, la demanda de variació en els productes alimentaris i el gust per les coses tradicionals són valors cada vegada més lloats pels consumidors (Gómez, 1995; Marshall, 1995; Vergara i de Lorenzo, 1996) i per les autoritats europees (CE, 2000a).

#### **1.4. ORIGEN, DOMESTICACIÓ I EVOLUCIÓ DE LA MONGETA**

La mongeta, *Phaseolus vulgaris* L. és una de les espècies incloses dins del gènere *Phaseolus*, monofilètic, anual i diploid ( $2n=2x=22$ ), originària de regions tropicals i subtropicals del continent americà que va ser domesticada fa més de 7.000 anys (Delgado Salinas *et al.*, 1988, Gepts, 1998). La mongeta és una espècie autògama i tot que la taxa d'encreuaments es considera habitualment inferior al 5% hi ha evidències que pot ser superior al 10% (Debouck i Tohme, 1988; Ibarra-Pérez *et al.*, 1997) explicant l'existència de variació intracultivars (Galván *et al.*, 2001).

L'estructura genètica de les varietats de mongeta cultivada reflexen l'estructura de les formes silvestres, existint dos grans grups gènics apareguts a regions o centres d'origen des d'on van evolucionar les formes actuals: grup gènic Mesoamericà, que inclou poblacions des del nord de Mèxic i Amèrica Central fins a Colòmbia, i grup gènic Andí, que inclou poblacions des de Perú a l'Argentina (Koenig i Gepts, 1989; Singh *et al.*, 1991c). Aquests grups difereixen en aspectes morfològics de la llavor, fisiològics com el fotoperíode i requeriments tèrmics (Singh *et al.*, 1991a; 1991b) però especialment per a marcadors moleculars com les proteïnes de les llavors anomenades faseolines (Gepts i Bliss, 1985; Gepts i Bliss, 1986; Gepts *et al.*, 1986; Koenig *et al.*, 1990; Gepts i Debouck, 1991; Gepts, 1998). Les diferències entre les poblacions dels diferents orígens geogràfics han estat demostrades a partir d'aloenzims i isoenzims

(Koenig i Gepts, 1989; Singh *et al.*, 1991c; Debouck *et al.*, 1993), RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) (Haley *et al.*, 1994; Freyre *et al.*, 1996), RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) (Khairallah *et al.*, 1992; Becerra Velásquez i Gepts, 1994), AFLP (Amplified Restriction Fragment Polymorphism) (Tohme *et al.*, 1996) i recentment, a nivell nutricional (Islam *et al.*, 2002a).

S'ha postulat que a més dels dos grans grups gènics reconeguts tant en formes silvestres com cultivades, existeix un tercer grup gènic, anomenat Nord-Andí (Gepts i Bliss, 1986; Chacón *et al.*, 1996; Beebe *et al.*, 1997; Islam *et al.*, 2002b) amb un patró diferent per faseolines, del que pocs representants són cultivats. Les formes silvestres es troben en una petita àrea al nord dels Andes, concretament al nord-est de Colòmbia i nord de Perú i Equador. S'ha proposat que es tracta d'un centre menor de domesticació o d'una zona d'intercanvi entre els dos grans grups majoritaris (Gepts i Bliss, 1986; Chacón *et al.*, 1996; Beebe *et al.*, 1997) però les darreres evidències semblen indicar que es tractaria d'un grup gènic de mida limitada amb una integritat compromesa per la introgressió tant en formes silvestres com cultivades dels dos grans grups gènics (Islam *et al.*, 2002b).

Un quart grup gènic localitzat a l'Equador i nord del Perú ha estat detectat només en formes silvestres. Presenten un patró únic de diversitat per aloenzims (Koenig i Gepts, 1989), mtDNA (Khairallah *et al.*, 1992), AFLP (Tohme *et al.*, 1996), i un tipus inusual de faseolina designada com a tipus I (Koenig *et al.*, 1990; Debouck *et al.*, 1993; Kami *et al.*, 1995).

L'existència d'aquest tipus de faseolina, que sembla ser una forma al·lèlica ancestral de les formes mesoamericanes i andines, permet pensar que els grups establerts de mongeta silvestres i domesticades podrien haver derivat d'un únic grup ancestral. Però també, segons la diversitat trobada dins dels dos grans grups gènics Mesoamericà i Andí, podria suggerir que el grup gènic Andí derivaria del primer.

Es creu que la mongeta, com el blat de moro, van aparèixer com a mala herba als camps de iuca i moniatos a l'Amèrica Central (CIAT, 2001a). S'ha proposat que els actuals cultivars de mongeta van aparèixer per la hibridació entre dos o tres espècies diferents, que podrien ser *P. coccineus* o el seu ancestre silvestre, *P. vulgaris* silvestre de zones mesoamericanes o les formes andines silvestres de *P. vulgaris* var. *aborigineus* Burk. Brücher (1988) proposa que l'espècie silvestre que va donar origen a

la mongeta en la zona andina va ser la forma silvestre de *P. vulgaris* a la que denomina *P. aborigineus* mentre que Delgado Salinas *et al.* (1988) proposen igualment una forma silvestre, *P. vulgaris* var. *mexicanus*, com l'espècie de la que es va domesticar la mongeta a Mesoamèrica. Està força documentat a través d'aspectes morfològics, bioquímics i marcadors moleculars la capacitat d'intercanvi genètic entre mongetes cultivades i silvestres en ambdós sentits de flux genètic (Debouck *et al.*, 1993; Freyre *et al.*, 1996; Beebe *et al.*, 1997; Papa i Gepts, 2003).

Les diferències entre les formes cultivades i les silvestres, a excepció del fotoperíode, són principalment relacionades amb les parts collitades i la base genètica dels canvis és força estreta (Gepts i Debouck, 1991), fins al punt de localitzar-se els principals gens responsables a només tres regions genòmiques. Els caràcters responsables del síndrome de domesticació són l'hàbit de creixement (*fin*), insensibilitat a fotoperíode (*ppd*, *hr*), fibra de la tavella (*St*), dormància de la llavor i pes de la llavor (Singh, 2001). Degut al seu ampli efecte sobre el fenotip suggeriria un procés de domesticació ràpid (Koinange *et al.*, 1996). Això significa que l'intercanvi genètic entre formes silvestres i cultivades ha persistit ja que la compatibilitat entre ambdós formes existeix (Beebe *et al.*, 1997) i contribueix a la formació de races i al manteniment de la diversitat genètica dins de les varietats cultivades (Singh *et al.*, 1991a).

Sembla que la domesticació es va produir independentment a la regió mesoamericana i andina o sud-americana (Kaplan, 1981; Gepts *et al.*, 1986; Becerra Velásquez i Gepts, 1994). Tot i que no es pot descartar que n'hi hagués almenys un per cada una de les races identificades per a cada gran grup genètic (Singh *et al.*, 1991a), hi ha evidències que només hi va haver un únic procés de domesticació tant dins del grup Mesoamericà (Papa i Gepts, 2003) com dins del grup Andí (Beebe *et al.*, 2001).

En general la domesticació va suposar un canvi de fotoperíodisme de dies curts a neutralitat, pèrdua de dormància a les llavors, pèrdua de la dehiscència, increment de producció amb llavors més grans i de pell més tova, prevalència de cicle anual front a la forma perenne i creixement determinat front a formes trepadores (Adams, 1974; Donald i Hamblin, 1983; Gepts i Debouck, 1991; Debouck i Smartt, 1995).

Durant mil·lenis, l'home ha cultivat les mongetes des d'arran de mar fins a més de 3000 m d'altitud, en condicions molt variades d'irrigació, pendent i fertilitat del terreny, a latituds entre 60° nord fins 32 ° sud incloent els tròpics humits i semiàrids i regions



fredes. Es pot dir que es cultiva a tots els continents excepte l'Antàrtida i per tant ha experimentat una àmplia adaptació a un rang extrem de condicions ecològiques (Gepts, 1998).

La gran diversitat observable permet classificar les diferents varietats de mongetes d'acord a molts criteris, tal com resumeix Voysest (2000). D'acord a la seva forma de consum, es distingeixen varietats per consum com a gra sec, gra tendre, tavel·la verda (mongeta tendra) o gra torrat. Per la duració del seu cicle des de la sembra a la collita, es distingeixen varietats primerenques (amb menys de 75 dies als climes càlids com el nostre, a 23-26°C durant el cicle del cultiu) i varietats tardanes (cicle de 90 a 120 dies en aquestes condicions). D'acord a l'hàbit de creixement, una de les característiques més importants des d'un punt de vista agronòmic, hi ha diverses classificacions empíriques que es sobreposen unes a altres (taula 1.4.I.).

Taula 1.4.I. Diferents criteris de classificació de l'hàbit de creixement de la mongeta. Fonts: Voysest (2000); International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 2001).

| Genètica     | CIAT         |                             | Popular |                 |                |
|--------------|--------------|-----------------------------|---------|-----------------|----------------|
|              | Simplificada |                             | Acurada | Simplificada    |                |
| Determinat   | I            | Determinat arbustiu         | Ia      | Arbustiu erecte | Arbustiu o nan |
|              |              |                             | Ib      |                 |                |
| Indeterminat | II           | Indeterminat arbustiu       | IIa     | Semi-enfiladís  | Enfiladís      |
|              |              |                             | IIb     |                 |                |
|              | III          | Indeterminat semi-enfiladís | IIIa    | Enfiladís       |                |
|              |              |                             | IIIb    |                 |                |
|              | IV           | Indeterminat enfiladís      | IVa     |                 |                |
|              |              |                             | IVb     |                 |                |

Però les característiques que més s'han utilitzat corresponen a característiques del gra, com la mida, forma i color. Segons la classificació utilitzada per la Unitat de Recursos Genètics (URG) del Centre Internacional d'Agricultura Tropical (CIAT) la mida del gra, determinada per el pes de 100 llavors, permet classificar les mongetes en tres grups: llavor petita (fins a 25 g/100 llavors), mitjana (entre 25 i 40 g/100 llavors) i gran (més de 40 g/100 llavors) (Voysest, 2000). La combinació de característiques de la llavor, permet definir les classes comercials, amb especificacions força estrictes quan es tracta de cultivars o tipus varietals que es comercialitzen arreu de món o amb especificacions laxes com és el cas de varietats o cultivars locals. Finalment, les

mongetes es poden classificar per el seu origen, d'acord als dos gran grups de germoplasma derivats dels grups gènics o patrimoni genètic.

Segons Singh *et al.* (1991a) dins del grup gènic Andí, es distingeixen tres races (figura 1.4.I.), si bé és un grup difícil de separar i existeix major diversitat a nivell de planta, morfologia de la llavor i adaptació agroecològica que dins del grup Mesoamericà (Beebe *et al.*, 2001). La Raça Nueva Granada (N) representa les entrades amb una llavor mitjana-gran, creixement determinat (però també de tipus II i III) i inclou la majoria de cultivars comercials de llavor gran utilitzats avui dia, com la classe White Kidney, que presenta un pes de 100 llavors entre 46-70 g (Singh *et al.*, 1991a; Voyssest, 2000; Santalla *et al.*, 2001b). El seu nom indica el seu lloc probable d'origen al nord dels Andes i aplega varietats cultivades tant a altituds mitjanes dels Andes i Àfrica com a les valls caloroses de Brasil, Mèxic i Carib, així com a climes temperats de Nord-Amèrica i Europa. La Raça Perú (P) consisteix en mongetes enfiladisses, amb llavor també mitjana-gran i la majoria, adaptades a altiplans a més de 2000 m sobre el nivell del mar. La raça Chile (C) és la típica de les varietats de Xile i es caracteritza per un creixement indeterminat postrat de tipus III, llavor de mida mitjana, llavor oval a arrodonida i de colors usualment pàl·lids. La Raça C es troba també a grans altituds de Turquia, Iran i Xina. L'anàlisi mitjançant marcadors moleculars AFLP (Beebe *et al.*, 2001) no aconsegueix però confirmar aquestes tres races definides per Singh *et al.* (1991a) en base, principalment, a característiques morfològiques de les plantes i l'adaptació a règims climàtics. Més aviat suggereix que aquests materials tenen un origen comú que s'ha diversificat essencialment per la intensa intervenció humana.

El grup gènic Mesoamericà, es divideix també en tres races (figura 1.4.I.) d'acord principalment al tipus de creixement, morfologia de la llavor i règim d'adaptació climàtica (Singh *et al.*, 1991a). L'anàlisi mitjançant marcadors RAPD ha confirmat l'existència d'aquestes tres races i la divisió d'aquestes en subraces (Beebe *et al.*, 2000).

La raça Durango (D) presenta hàbit de creixement indeterminat semienfiladís o postrat de tipus III el què permet la maduració d'unes poques tavelles, fulles petites, llavor mitjana i adaptació a altiplans secs del nord de Mèxic (Zacatecas, Durango, Chihuahua, Aguascalientes) amb pluges escasses i erràtiques. Dins d'aquesta raça es cataloguen les varietats tipus Great Northern, com la Plancheta (Large Great Northern) que presenta un pes de 58 g/100 llavors o Great Northern, amb un pes de 35-45 g/100 llavors (Singh

*et al.*, 1991a; Voysest, 2000; Santalla *et al.*, 2001b). Sembla que les condicions climàtiques dels altiplans van determinar l'hàbit de cultiu aïllat de la mongeta, no combinada amb blat de moro. Segons Beebe *et al.* (2000), aquesta raça es pot dividir almenys en dues subraces. D1 es trobaria majoritàriament al nord de l'eix volcànic mexicà, als altiplans secs. Els materials presenten les característiques més típiques de la raça definida per Singh *et al.* (1991a). D2 ocuparia espais ecològics diferents, a les regions de muntanya a l'extrem est de l'eix volcànic mexicà i als altiplans d'Oaxaca (estats de Puebla, Hidalgo i Veracruz). Presentaria llavors petites i negres majoritàriament i alta proporció d'hàbit de creixement de tipus IV, atípic de la raça Durango.



Figura 1.4.I. Races de mongeta dels dos grups gènics Mesoamericà i Andí. Font: <<http://agronomy.ucdavis.edu/gepts/races2.jpg>> (Singh *et al.*, 1991a).

La raça Mesoamèrica (M) es caracteritza per llavor relativament petita, hàbits de creixement de tipus II, III i IV (però també de tipus I), i adaptació a planes caloroses mexicanes de baixa altitud. La classe Navy, amb un pes de 100 llavors de 17-22 g

pertany a aquesta raça (Singh *et al.*, 1991a; Voysest, 2000; Santalla *et al.*, 2001b). Segons Singh *et al.* (1991b) i Beebe *et al.* (2000) es pot dividir en subraces. M1 inclouria majoritàriament entrades de llavor negra mexicanes i crema i violeta de Brasil, amb plantes d'hàbit de creixement de tipus II. M2 inclouria entrades de Centre Amèrica i dels Andes i Carib de llavor petita, de colors variats i amb hàbit de creixement majoritàriament de tipus III però també de tipus II i IV.

Finalment, la raça Jalisco (J) presenta llavor de mida mitjana, tipus de creixement indeterminat enfiladís de tipus IV i adaptació a altiplans humits mexicans (Singh *et al.*, 1991a). Els materials d'aquesta raça s'estenen per els estats de Jalisco, Guanajuato, Michoacan, Puebla i altres fins els altiplans d'Oaxaca. Probablement aquesta raça també pot ser dividida en subraces, ja que si bé les entrades són homogènies per caràcters morfològics de la planta i per proteïnes de la llavor, apareixen discordances d'acord als orígens geogràfics en entrades del sud-est de Mèxic (Beebe *et al.*, 2000).

Les races D i J semblen genèticament més relacionades entre elles que respecte la raça M (Beebe *et al.*, 2000). Existeixen però encara problemes per situar moltes entrades, especialment mongetes d'hàbit de creixement indeterminat enfiladís de tipus IV i algunes de tipus III provinents de Guatemala i països fronterers com la zona mexicana de Chiapas. En base a estudis moleculars a nivell de DNA tant en poblacions silvestres (Tohme *et al.*, 1996) com en cultivades (Beebe *et al.*, 2000) es pot pensar en l'existència d'una quarta raça, denominada Guatemala (G). Restriccions topogràfiques com l'istme de Tehuantepec al nord podrien explicar l'aïllament de la zona de Chiapas mexicana i de Guatemala que ha conduït a l'evolució única de les mongetes d'hàbit de creixement enfiladís actuals d'aquesta zona. Així, o bé existeix la raça G o bé cal subdividir les races Jalisco o Durango, aquesta darrera per incloure materials atípics amb hàbit de creixement de tipus IV (Beebe *et al.*, 2000).

La domesticació de les mongetes va anar lligada probablement a factors d'adaptació climàtica però també al cultiu majoritari associat, el blat de moro, que havia estat domesticat prèviament. Dins del grup gènic Mesoamericà es pot observar clarament com s'han cultivat tradicionalment les varietats de la raça Durango, majoritàriament en cultiu aïllat, front a la possibilitat de barrejar el cultiu de mongeta amb blat de moro. El cultiu associat es dona freqüentment a les muntanyes de Jalisco, Bajío, Puebla i la majoria de serres de Veracruz, Oaxaca i Chiapas, així com a la vessant del Pacífic de la majoria de serres de l'Amèrica central. Les varietats mesoamericanes també es van

estendre per el Carib i nord de Colòmbia (Gepts i Bliss, 1986), tot i que no es pot descartar que a aquest país tingués lloc també la domesticació de formes silvestres pròpies, com ja s'ha dit (Beebe *et al.*, 2000). En qualsevol cas, l'associació de cultiu de mongeta i blat de moro adoptada a Mesoamèrica abans del descobriment d'Amèrica, va restringir força la diversitat genètica, especialment per el que fa a l'hàbit de creixement i a la longitud del cicle.

En contrast, a la zona andina el cultiu associat va aparèixer més tard i només es va desenvolupar on les pluges ho permetien, donant lloc a varietats d'hàbits de creixement de tipus III i IV incloses a les races Nueva Granada i Perú (Singh *et al.*, 1991a). En cultiu aïllat, els agricultors van seleccionar varietats amb hàbit de creixement de tipus III. A Europa, amb l'arribada dels primers cultivars tot just amb el descobriment d'Amèrica, des dels primers moments, també es van cultivar moltes varietats associades al blat de moro, d'acord al mateix sistema que dominava àmplies zones d'Amèrica. Es poden trobar exemples a Espanya (especialment al nord), Itàlia i els Balcans.

Una altra dimensió possible de la domesticació podria ser la selecció per aspectes estètics, com el color i distribució d'aquest a la llavor, amb finalitats no estrictament alimentàries, el que explicaria la gran diversitat existent en la mongeta front a altres lleguminoses cultivades (Debouck, 1989).

La conseqüència de la domesticació, com a totes les espècies, va ser una reducció de la variabilitat front a les formes silvestres degut a l'efecte fundador d'uns pocs individus domesticats d'unes poques poblacions silvestres (Gepts *et al.*, 1986; Gepts i Debouck, 1991; Sonnante *et al.*, 1994).

Hi ha evidències que el 1508 la mongeta, amb finalitats ornamentals, havia arribat a França i es poden trobar descripcions botàniques de la mongeta des del 1542, el que evidencia que l'inici de l'arribada d'aquesta espècie a la península ibèrica es remunta al descobriment d'Amèrica el 1492. Probablement va ser portada principalment de les zones andines, en onades successives per comerciants i mariners (Debouck i Smartt, 1995; Zeven, 1997), si bé durant el segle XVI ja consta que exploradors com Narvaes (Florida) o De Soto (Mississipi), entre d'altres, van reparar en la gran varietat de colors dels cultivars nadius que portaven a Espanya i Portugal. Les mongetes rebien noms de les espècies que ja eren presents a la vella Europa com *Pisum*, *Vigna* i *Dolicha* (per

exemple la veu àrab *Al loubia*, que designava *Vigna unguiculata* va passar com a *alubia* a designar la mongeta comú) i sovint era confosa fins i tot per alguns botànics taxonomistes europeus (Sauer, 1994; Casquero, 1997; Voysest, 2000).

Tant els cultivars mesoamericans com els andins es van disseminar arreu del món, però els mesoamericans van ser majoritaris a sud-amèrica (Brasil) i sud-oest d'Estats Units, mentre que els andins van ser predominants a Àfrica, Europa i nord-est d'Estats Units (Gepts i Debouck, 1991). Es calcula que un 75% dels cultivars locals a Europa són andins i un 25%, mesoamericans, provinents principalment de Mèxic (Sauer, 1994). Eichenberger *et al.* (2000) van comprovar que a Suïssa, el 26% dels cultivars avaluats eren d'origen mesoamericà. Segons Alvarez *et al.* (1998), Rodiño *et al.* (2001) o Martín *et al.* (2002), la majoria dels cultivars de mongeta a la península ibèrica són d'origen andí front a les varietats mesoamericanes, molt menys freqüents. L'origen probable d'aquestes mongetes espanyoles seria el sud de Perú, nord d'Argentina o est de Bolívia (Martín *et al.*, 2002). S'ha considerat a més, que la península ibèrica podria ser un centre de diversificació secundària de la mongeta comú al trobar-se nous tipus de mongeta amb patrons de variació no descrits en altres àrees (Santalla *et al.*, 2002).

De les mongetes cultivades arreu del món, existeix l'evidència que els consumidors adquireixen preferències específiques per la combinació de mida, forma i color de les llavors i que aquestes preferències sovint reflecteixen tradicions culturals fortament arrelades (Gepts, 1991). Així, els cultivars de mongeta es poden classificar fàcilment en classes comercials, com ja s'ha comentat, dins dels dos gran grups gènics establerts (Shellie-Dessert i Bliss, 1991; Voysest, 2000).

Les classes comercials es classifiquen en base a la mida i característiques de la llavor (Voysest i Dessert, 1991; Voysest, 2000). Per exemple, les mongetes Navy són llavors petites en comparació a les Cranberry i Kidney. Les Great Northern, Pink i Pinto són de mida mitjana. Les Kidney i Cranberry són d'origen andí, mentre que les altres quatre classes comercials esmentades deriven del grup gènic Mesoamericà (Hidalgo, 1991).

A Espanya, el 80% dels consumidors prefereix les varietats de llavor blanca i dins d'aquestes, les de tipus Kidney (Voysest i Dessert, 1991).

## 1.5. RECURSOS GENÈTICS DE MONGETA A EUROPA

La preservació de les varietats tradicionals és un compromís d'ampli abast espacial, temporal i cultural, tot i que el veritable reservori de variabilitat en mongeta es troba a les formes silvestres i menys a les formes cultivades, degut en primera instància a la seva estreta base genètica per efecte de la domesticació (Sonnante *et al.*, 1994).

Per a una conservació i ús efectius dels recursos genètics, de qualsevol tipus, és necessari el manteniment d'un alt nivell de col·laboració entre les regions i disposar d'informació de qualitat sobre l'estat de les col·leccions de germoplasma de mongeta.

El directori de l'International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), conté informació de col·leccions mundials de germoplasma *ex situ*, on s'inclouen les organitzacions i el tipus de germoplasma que mantenen els bancs (espècies del gènere, nombre d'entrades, tipus d'entrades, etc.). L'European Phaseolus Database, establert a iniciativa de l'European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks (ECP/GR) el 1995 és mantingut per la Federal Office of Agrobiolgy a Linz, Àustria, i conté dades de més de 30.000 entrades del gènere *Phaseolus* de 20 participants europeus. Aquesta base de dades segueix la llista de descriptors de cultius de IPGRI/FAO (IPGRI, 2001).

El System-wide Information Network for Genetic Resources (SINGER) del Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) enllaça la informació dels centres CGIAR d'arreu del món, permetent l'accés a la informació col·lectivament, i conté la identitat, origen, característiques i possibilitat de transferència de material de més de 27.000 entrades del gènere *Phaseolus*.

A Espanya, hi ha el Centro de Recursos Fitogenéticos de l'Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA) que conserva unes 3.759 entrades en inventari si bé només 732 en col·lecció base (Cuadra *et al.*, 2000) i la col·lecció internacional de germoplasma de mongeta comú de la *Misión Biológica de Galicia* (MGB-CSIC), amb més de 1.000 entrades de procedència geogràfica diversa (Magallanes *et al.*, 2000). Per el que fa a la península ibèrica, la majoria són del nord-oest d'Espanya i nord de Portugal i molt poques, de Catalunya.

Darrerament, el projecte PHASELIEU, ha aportat un catàleg de recursos genètics de mongeta com un nou pas per actualitzar la informació disponible, per oferir informació d'interès als milloradors i aportar llum al nombre de col·leccions no registrades fins aquest moment (Amurrio *et al.*, 2001). Només a nivell europeu, és de destacar el treball de molts grups, que mantenen a les col·leccions material actiu, caracteritzat i sobre el què s'ha treballat o es treballa per millora de resistència a malalties, composició proteica, etc. Els 33 centres avaluats, d'acord a les dades aportades al projecte, sostenen més de 20.000 entrades registrades per a les que es disposa de passaport i/o caracterització a nivell de llavor o planta, incloent principalment col·leccions nacionals i europees i en menor grau d'espècies silvestres. Unes 6.317 entrades corresponen a cultivars de mongeta europees, que representen el 74% de mitjana en els bancs del total de les conservades. Són destacables les 128 entrades obtingudes per els mateixos centres. La utilització efectiva d'aquests recursos, suposa disposar de caracterització morfoagronòmica a nivell de planta del 54% de les entrades, el que cal considerar un percentatge molt elevat.

## 1.6. LA MONGETA GANXET

La mongeta, segurament, és el llegum més valorat a Espanya en l'actualitat des d'un punt de vista gastronòmic. L'existència de varietats locals, tradicionals o de renom ha provocat que es sol·licitin sistemes d'apreuament i protecció que comercialitzen productes d'excel·lent qualitat. Aquesta dinàmica comercial ha rescatat ja bona part de les més anomenades com a Denominació Específica (Llei 25/1970 de 2 de desembre). En són exemples les Judías de El Barco (Ordre de 5 de gener de 1989) i la Faba Asturiana (Ordre del 6 de juliol de 1990) (Hernández, 1999).

A Catalunya persisteixen una desena de tipus varietals tradicionals per a consum en gra que encara gaudeixen d'estima popular, d'entre les quals la mongeta Ganxet és la que té una importància econòmica més significativa.

### 1.6.1. Botànica i característiques generals

La mongeta Ganxet pertany a l'espècie *Phaseolus vulgaris* L. i és un tipus varietal tradicional català fàcilment reconeixible per la forma ganxada de la llavor fins i tot després de ser cuinada, ja que es consumeix com a llegum gra, sec i cuit.



Es desconeix quan va ser introduïda a Catalunya. El primer esment que s'ha trobat de la mongeta Ganxet és del 1933 (Agulló, 1933), però la distribució actual de les zones de conreu permet suposar que va arribar a través d'algun emigrant que retornava d'Amèrica, difonent-se a partir del litoral d'El Maresme (figura 1.6.1.I.), de manera que presumiblement les poblacions cultivades actualment són molt emparentades.



Figura 1.6.1.I. Zona de distribució actual del cultiu de la mongeta Ganxet. Destaquen les comarques de La Selva, Vallès Oriental, Maresme i Vallès Occidental, principalment.

La sembra es fa a principis o mitjans de juliol, habitualment darrera del cereal. La collita arriba al mes de novembre, amb un cicle d'uns 120 dies. El sistema de cultiu és en regadiu, tutorat amb malles o canyes ja que presenta hàbit de creixement indeterminat enfiladís. Cal considerar la mongeta Ganxet, doncs, com una mongeta tardana amb hàbit de creixement de tipus IV (Voysset i Dessert, 1991; Voysset, 2000; IPGRI, 2001).

A l'històric treball de Puerta (1961) només es va descriure una entrada Ganxet (Ganchet: nre. identificació 275; nre. col·lecció 601) procedent de Vilaseca (Tarragona), per a la que l'autor no va proposar cap afinitat amb varietats comercials de

referència. Va descriure la varietat per el seu hàbit de creixement indeterminat; entrenusos llargs; fulles verd fosc de mida mitjana a petita i bruscament acuminades; flor blanca; llavor blanca ronyonada, de mida mitjana i semiplena. Les tavelles eren verdes, llises, arquejades i de secció elíptica; de 18 cm de longitud, 1,13 cm d'amplada, 0,86 cm de gruix en llavors i 0,66 cm de gruix entre llavors i amb 5-8 llavors per tavel·la (figura 1.6.1.II.).

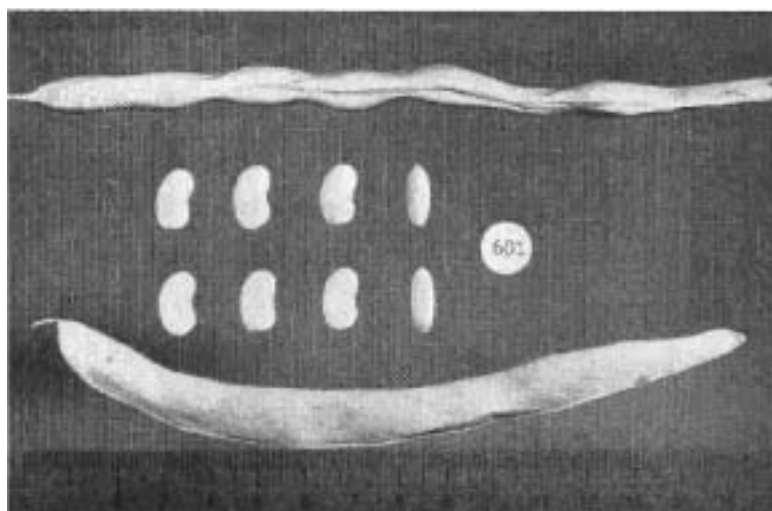


Figura 1.6.1.II. Entrada de denominació Ganxet nre. 601 de la col·lecció de l'Institut Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA). Font: Puerta (1961).

Puerta (1961) caracteritzava la varietat Ganxet com a semitardana, amb 44 dies fins la primera flor; 55 dies fins les primeres tavel·les i un cicle vegetatiu de 124 dies. A la imatge gràfica que acompanya la fitxa, es pot observar que l'entrada presenta poc ganxo (figura 1.6.1.II.) i sorprèn que l'entrada procedís de Tarragona, zona on aquesta varietat és menys coneguda i apreciada actualment.

Durant l'any 1991 es realitzà un assaig comparatiu del cultiu de sis poblacions diferents de mongeta Ganxet contrastat amb dos tipus de mongeta no Ganxet per tal de definir algunes característiques bàsiques d'aquesta varietat (DARP, 1992; Baldi, 1995; Baldi, 1997). L'estudi permeté observar que hi havia diferències entre les poblacions i que es diferenciaven tres grups en funció de la seva avaluació comercial i producció, associant-se en general l'excel·lent avaluació comercial amb la menor producció.

S'han dut a terme estudis a nivell molecular, determinant-se que materials Ganxet presenten un patró mesoamericà de faseolines de la llavor (Casquero, 1997; Santalla *et*

*al.*, 2002). Casquero (1997) va avaluar tres mostres Ganxet: un cultivar comercial de l'empresa Fitó i dos poblacions facilitades per l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB) corresponents a entrades de productors escollits a l'atzar. Va trobar faseolina de tipus S, característica de les mongetes mesoamericanes. També Santalla *et al.* (2002) obtingueren un patró mesoamericà de faseolina (tipus S i B) en dues entrades Ganxet de la col·lecció de llavors de la Misión Biológica de Galicia del Consejo Superior de Investigación y Ciencia (MBG-CSIC). Aquests darrers autors, a més, determinaren per aloenzims que una de les entrades presentava l'al·lel andí *Skdh*<sup>100</sup> i l'al·lel mesoamericà *Diap-I*<sup>95</sup>, mentre que l'altra entrada presentava l'al·lel mesoamericà *Skdh*<sup>103</sup> i l'al·lel andí *Diap-I*<sup>100</sup>. Consideraven les entrades Ganxet com una mostra de formes intermèdies entre els dos grups gènics reconeguts en mongeta. En ambdós estudis però, i per raons que s'aniran veient al llarg de la tesi, es planteja el dubte de quin material en concret es va caracteritzar. Paral·lelament, el grup de millora genètica de llegums (MBG-CSIC) de Pontevedra va classificar d'acord a caràcters de la llavor la mongeta Ganxet (entrades PHA-0593 i PHA-0623) dins de la raça Jalisco, del grup gènec Mesoamericà (Ron i Santalla, consulta:13/07/2003). L'entrada PHA-0593 va ser una de les caracteritzades per Santalla *et al.* (2002) i també per González *et al.* (2002). Aquests darrers autors, avaluant representants de 12 classes comercials (Small White, Great Northern, Marrow, Large Great Northern, Canellini, White Kidney, Favada, Hen Eye, Kidney Caparron, Rounded Caparron, Red Caparron i Favada Pinto), no trobaren que l'entrada Ganxet destaqués per la mida de la llavor, absorció d'aigua en el remull, proporció de pell o rendiment.

### **1.6.2. Importància agronòmica i econòmica**

La mongeta Ganxet, com ja s'ha dit, es conrea principalment a les comarques de La Selva, Vallès Oriental, Maresme i Vallès Occidental (figura 1.6.1.I.). El conreu de la mongeta seca en regadiu només en aquestes quatre comarques ocupava, segons dades del Cens Agrari de 1982, 244 ha; 1989, 145 ha i 1999, 70 ha (Idescat, consulta: 24/04/2003), de les quals la majoria són dedicades al cultiu de la mongeta Ganxet (Baldi, 1997). La majoria de productors cultiven la mongeta Ganxet com a cultiu complementari, essent principalment ramaders. Les petites quantitats produïdes es destinen a consum propi o a la venda a petita escala, en mercats o directament a particulars (Baldi, 1997).

Tot i ser minoria, els grans productors dediquen força superfície i esforç, representant el cultiu de la mongeta Ganxet un complement important per la seva renda. Com a cultiu, presenta interès econòmic ja que assoleix preus de venda molts alts (2,5-8,5 €/kg). Aquests productors, per a augmentar la rendibilitat, apliquen tècniques com el tutorat amb xarxa i la mecanització del desgranat. Venen habitualment la seva producció a majoristes o restaurants de la seva comarca. Tenen generalment un sol comprador per la major part de la producció, normalment restaurants, i venen la resta en petites quantitats a botigues i particulars (Baldi, 1997).

Per el que fa a la seva comercialització, com ja s'ha comentat, no existeix una xarxa de distribució i comercialització pròpiament dita. Es ven pràcticament en la seva totalitat a al detall, sense envasar, encara que sempre utilitzant la denominació de mongeta Ganxet. En els darrers anys, alguns industrials han començat a comercialitzar-la ja cuinada, en pots de vidre (figura 1.6.2.I.), el que ha permès que arribi a grans superfícies i per tant a un major nombre de clients potencials, però predomina el seu consum quasi exclusivament a les comarques on es conrea.



Figura 1.6.2.I. Mongetes del Ganxet ja cuinades comercialitzades per MAR-TRET<sup>R</sup>.  
Font: <<http://mar-tret.com/images/ganxet.jpg>> (Productos alimenticios MAR-TRET<sup>R</sup>, consulta: 13/07/2003).

Es pot considerar important doncs el comerç al voltant de la mongeta Ganxet, apreciand-se una dinàmica a l'alça en no existir controls que certifiquin l'autenticitat del producte. El marge de benefici és prou estimulant per a induir la utilització de materials probablement no Ganxet o barrejats amb aquest, beneficiant-se del preu de venda elevat.

### 1.6.3. Reconeixement social

La Cooperativa Agrària de Sabadell i Comarca (COAGSA) edità un fulletó informatiu (figura 1.6.3.I.) per a la promoció d'aquesta varietat tradicional recopilant la informació popular acumulada i amb receptes per al seu consum. Segons COAGSA (1995) i Productos alimenticios MAR-TRET<sup>R</sup> (consulta: 13/07/2003) la mongeta Ganxet es defineix vulgarment com un llegum sec de color blanc, de forma típicament ronyonada, aplanada, de pell fina i no flatulenta. La seva gran finura, tant de pell com de paladar i la seva presumpta digestibilitat l'han convertida en la mongeta seca més apreciada a Catalunya. També segons COAGSA (1995) i Productor alimenticios MAR-TRET<sup>R</sup> (consulta: 13/07/2003) els que la coneixen saben apreciar el seu valor gastronòmic i l'han situat en el lloc destacat que li correspon, per mèrits propis. Com a aliment, resulta un vehicle vitamínic extraordinari destacant per el seu valor proteic, de fibra i baix en greix (COAGSA, 1995).

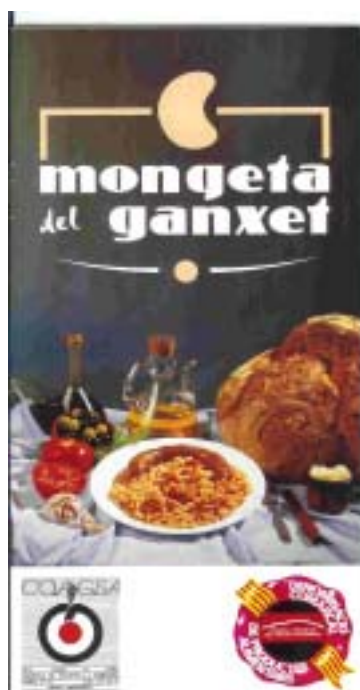


Figura 1.6.3.I. Portada del llibret editat per COAGSA per a la promoció de la mongeta Ganxet coincidint amb el reconeixement de la Denominació Comarcal per el Vallès l'any 1995. Font: COAGSA (1995).

Probablement per aquesta fama, restaurants de prestigi puntualitzen amb el nom d'aquesta varietat els plats de mongeta seca que ofereixen i per el mateix motiu va ser

inclosa dins d'un pla per encàrrec de l'Espai Rural de Gallecs per recuperar la diversitat de la producció agrària (Diari de Girona, 08/09/2001).

#### **1.6.4. Els problemes del reconeixement i protecció legal**

La Generalitat de Catalunya va atorgar a la mongeta Ganxet la Denominació Comarcal de Producte Alimentari del Vallès (per al Vallès Occidental, Ordre del 10 de febrer de 1993, DOGC de 17 març de 1993 i per al Vallès Oriental, Ordre del 3 d'abril de 1995, DOGC 12 d'abril 1995). Aquesta denominació es va crear (Decret 252/1989 de 25 de setembre) per a protegir productes típics i tradicionals de les comarques catalanes, que destaquen i es distingeixen de la resta per les seves característiques específiques. Des d'aquell moment, COAGSA i la Cooperativa Agrària del Vallès (CAC) van acordar envasar i comercialitzar conjuntament la producció de què disposaven d'aquesta varietat, en sacs de 0.5, 1 i 5 kg (COAGSA, 1995; Baldi, 1997).

El 1992, la Comissió Europea va crear els sistemes de valorització i protecció de les denominacions geogràfiques i de les especialitats tradicionals, amb l'aprovació dels Reglaments CE 2081/92 i 2082/92.

La Denominació d'Origen Protegida (DOP) d'un producte agroalimentari és la denominació geogràfica d'una regió o d'una localitat que serveix per a designar un producte agrícola o alimentari originari del lloc en qüestió, la qualitat o característiques del qual són degudes exclusivament (o essencialment) al medi geogràfic on es produeix, compresos els factors naturals i els factors humans. La producció, transformació i elaboració del producte s'han de realitzar a la zona geogràfica delimitada, amb uns coneixements específics reconeguts i comprovats. Per orientar als consumidors, a Espanya es pot seguir utilitzant la menció Denominació d'Origen (sinonímia de DOP) i alguns dels productes agrícoles reconeguts amb la denominació oficial són: Nísperos Callosa d'En Sarrià, Pimientos del Piquillo de Lodosa o Uva de mesa embolsada Vinalopó. A Catalunya, tenen aquest distintiu Avellana de Reus, Oli les Garrigues, Oli Siurana, Oli de Terra alta i Oli del Baix Ebre-Montsià.

Per a la Indicació Geogràfica Protegida (IGP), el vincle amb el medi geogràfic segueix present en almenys una de les etapes productives, de transformació o d'elaboració. És per tant una denominació geogràfica d'una regió o un lloc determinats que serveix per a designar un producte agrícola i alimentari originari d'aquest lloc concret, que té una

qualitat determinada i una reputació. Alguns productes agrícoles reconeguts a Catalunya són Arròs del Delta de l'Ebre, Calçot de Valls, Clementines de les terres de l'Ebre, Patates de Prades, Poma de Girona i Préssec de Ribera d'Ebre. A Espanya, altres productes són Berenjena de Almagro, Cerezas de la Montaña de Alicante, Espàrrago de Navarra, Faba Asturiana, Judías de El Barco de Ávila i Lenteja de La Armuña.

En la majoria dels casos, es reconeixen ecotipus, cultivars o varietats vegetals diferents dins de la DOP o IGP, ja que no és el factor varietal qui determina la denominació i l'article 3 del Reglament CE 2081/92 indica que no podrà registrar-se un nom com a DOP o IGP quan entri en conflicte amb el nom d'una varietat vegetal que pugui induir a error al públic sobre el veritable origen del producte. Així, les IGP atorgades en mongeta, com Fagiolo di Lamon della Vallata Bellunese a Itàlia inclou ecotipus com Spagnolit o Spagnolet, Spagnolo o Ballotton, Calonega i Canalino o Canalin. Igualment, Fagiolo di Sarconi inclou les varietats Cannellino i Borlotto (CE, consulta: 17/06/2002). Altres països als que s'han atorgat IGP per a mongetes són Grècia, amb quatre indicacions (Fasolia Gigantes Elefantes Kato Nevrokopiou, Fasolia Gigantes Elefantes Prespon Florinas, Fasolia Koina Mesosperma Kato Nevrokopiou i Fasolia Plake Megalosperma Prespon Florinas) i França, amb només una (Haricot Tarbais). El cas francès però es troba al límit del que permet el Reglament CE 2081/92. Està documentat que va ser el 1712 quan el Bisbe de Tarbes, de retorn d'una visita a Espanya, va introduir el cultiu de la mongeta a la Vall d'Adour, utilitzant-se el blat de moro com a tutor i estenent-se per les planes de Tarbes. La varietat de mongeta cultivada és la varietat Tarbais, de planta enfiladissa, amb tavelles de 15 a 20 cm i gra blanc, ronyonat, pla i de gran mida (la llavor arriba a 2 cm). La IGP fou justificada per les condicions climàtiques diferencials de la zona que confereixen al producte una qualitat distintiva (CPPHT, consulta: 19/06/2002). És degut també a l'acotada zona de cultiu de la varietat local A pisello, a Colle di Tora (Rieti, Itàlia), cultivada entre 750 i 900 m d'altitud, el que anima a Negri i Tosti (2002) a proposar un sistema de protecció tipus DOP exclusivament per a aquesta varietat de mongeta. Però a excepció d'aquests casos, difícilment la mongeta Ganxet pot acollir-se a aquests sistemes de valorització, ja que si bé el seu conreu és majoritari al Vallès, no és exclusiu d'aquestes comarques.

A Espanya, la IGP (Ordre de 6 juliol 1990, BOE 17/7/90) per al denominat producte Faba Asturiana autoritza una única varietat denominada Granja Asturiana, tot i que són distingibles dins del tipus Granja Asturiana varietats com Andecha, Cimera o Xana,

(Ferreira, 2000) que mostren característiques de gra dins del tipus varietal però difereixen en trets morfoagronòmics com el tipus de creixement (determinat/indeterminat), precocitat a recol·lecció, longitud d'entrenusos, etc. Fabada, Faba o Granja, termes sinònims, és una reconeguda classe comercial (Voysset, 2000; Santalla *et al.*, 2001b). Igualment la IGP (Ordre de 5 gener 1989, BOE 31/1/89) de Judías de El Barco de Avila inclou en la descripció varietats genèriques com Blanca Riñón, Arroquina, Planchada, Judiñ de Barco, etc.

L'Especialitat Tradicional Garantida (ETG) no fa referència a l'origen, sinó que té per objecte destacar una composició tradicional del producte o una manera productiva tradicional.

Amb l'entrada en vigor de la legislació europea, la normativa de Denominacions Comarcals està en procés de derogació. El Servei de Protecció a la Qualitat Agroalimentària, del DARP (Generalitat de Catalunya), va mantenir sessions informatives durant 1998 amb els Consells Comarcals i segueix treballant sobre les vies d'adaptació dels productes a la normativa europea (Domènech, 1999). El 4 de juny de 2003, finalment, el Parlament de Catalunya va aprovar la Llei de Qualitat Agroalimentària que determina els quatre tipus distintius de qualitat. A més de DOP, IGP i ETG, aquesta llei contempla la marca Q atorgada a productes fixats en un reglament i controlats per una entitat externa. Aquesta regulació pretén oferir als consumidors productes agroalimentaris considerant aspectes diferents al preu.

La varietat vegetal, tipus varietal o denominació genèrica Mongeta Ganxet no pot, *a priori*, registrar-se com a IGP o DOP si no es demostren aspectes diferencials de la seva zona de cultiu (com en el cas de l'Haricot Tarbais), de manera que probablement s'hagin de cercar altres solucions, que encara que sense beneficiar-se d'un reconeixement de l'administració europea, puguin servir també per a diferenciar-la i promocionar-la eficaçment, com les figures de Marca Col·lectiva i Marca de Garantia previstes en la Llei 32/1988.

La promoció de la mongeta Ganxet necessita, a més, d'un treball de millora per a disposar de cultivars que responguin a les necessitats agronòmiques dels productors, de característiques homogènies i estables per a la seva protecció i multiplicació d'acord a la legislació vigent, però també per avançar en la cerca del sistema de valorització i protecció més adient per al seu reconeixement com a producte de qualitat.



## 1.7. CONSERVAR I MILLORAR LA MONGETA GANXET

Durant les tres darreres dècades, ha estat reconeguda de manera general la importància d'actuar per a preservar els recursos fitogenètics a tots els nivells i segons Hodgkin i Ramanatha Rao (2002) ara cal identificar la forma millor de conservar els recursos genètics en cada cas. Precisament per a varietats tradicionals o locals, cal la recerca per conèixer les necessitats dels agricultors i de les comunitats en què aquestes es situen i els seus valors per tal d'assegurar-ne la seva preservació. La conservació *in situ* és, de lluny, el repte que menys s'ha abordat en contrast amb la conservació *ex situ* i no ha rebut un suport tant extens. S'entendria aquí la conservació *a través* de l'ús més que la conservació en bancs de germoplasma *per* l'ús d'acord a la terminologia de la FAO (1996b).

Per a Hodgkin i Ramanatha Rao (2002), existeixen avui dues eines importants: els mètodes de la genètica molecular i la tecnologia de la informació, que permeten generar i manejar gran quantitat d'informació. Aquestes eines proveeixen de facilitats els conservadors i milloradors per a abordar la conservació i ús efectiu de recursos fitogenètics, assegurant que nous materials entrin en programes de millora genètica.

Front als marcadors basats en la variabilitat morfològica o fisiològica, el desenvolupament dels isoenzims i posteriorment els marcadors de DNA, han permès disposar d'unes eines de qualitat, sent d'aplicació en diversos aspectes de la millora vegetal com la conservació i ús dels recursos genètics, selecció assistida per marcadors, identificació varietal, etc. (García-Mas *et al.*, 2000). En mongeta, aquests marcadors inclouen RFLP per a regions de còpia única (Becerra Velásquez i Gepts, 1994); RFLP per seqüències derivades de M13 (Sonante *et al.*, 1994; Stockton i Gepts, 1994), RAPD (Freyre *et al.*, 1996) i AFLP (Tohme *et al.*, 1996).

L'obtenció de varietats o cultivars amb les característiques de llavor que defineixen el tipus varietal Ganxet, la seva identificació i posterior utilització en programes de millora requereixen una diferenciació ràpida i inequívoca sense la necessitat de recórrer a una caracterització morfològica clàssica. En els últims anys, s'han descrit diferents tècniques capaces de detectar polimorfismes a nivell de DNA però, potser, les més àmpliament utilitzades actualment són les basades en la reacció en cadena de la polimerasa (PCR) degut als baixos requeriments de DNA.

D'aquests mètodes, els que proporcionen un nombre més limitat de fragments de DNA són els RAPD, SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) o SSR (Simple Sequence Repeat) i els que generen patrons més complexos en principi són AFLP o ISSR (Inter-Simple Sequence Repeat) (Vos *et al.*, 1995; Zietkiewicz *et al.*, 1994). Tots aquests marcadors han estat utilitzats en mongeta. De tots els sistemes de marcadors moleculars, els RAPD són els més utilitzats (Hodgkin i Ramanatha Rao, 2002) i se'n fa un ús rutinari en centres com el CIAT (Hautea *et al.*, 2000).

Els RAPD, polimorfismes anomenats així ja que van ser els mateixos autors (Welsh i McClelland, 1990; Williams *et al.*, 1990) els que en van proposar el nom, són útils per a fer mapes i diagnòstics genètics, taxonomia molecular, etc. (Williams *et al.*, 1993), tot i que ajustar el protocol resulta una tasca prèvia ineludible que ha llastrat la metodologia dels RAPD per els problemes de reproducibilitat entre laboratoris i que ha portat a la seva substitució en alguns casos per els AFLP, de major reproducibilitat tot i ser més costosos (Vos *et al.*, 1995).

En concret, la discriminació de cultivars i d'espècies properes té en agronomia una utilitat pràctica molt important, ja que s'involucren drets d'obtenció. Amb autògames el nivell de polimorfisme baix dificulta sovint la identificació i classificació de cultivars (Fukuoka *et al.*, 1992), però aquesta incapacitat també es dona amb altres marcadors i els RAPD van mostrar més poder de detecció de polimorfismes que els RFLP o els isoenzims (Dawson *et al.*, 1993; Liu i Furnier, 1993) especialment en poblacions naturals d'espècies autògames (Dawson *et al.*, 1993; Bonnin *et al.*, 1996). Així, els RAPD han permès detectar prou polimorfisme intraespecífic en mongeta (Skroch *et al.*, 1998; Métais *et al.*, 2000; Galván *et al.*, 2001) per discriminar, fins i tot, entre 11 cultivars de mongeta Navy (Graham *et al.*, 1994). Métais *et al.* (2000) prefereixen darrerament utilitzar RFLP i RAPD a altres marcadors com DAMD-PCR (Direct Amplification of Minisatellite-region DNA) i ISSR ja que aporten més polimorfisme i permeten explorar la diversitat genètica entre línies pures de mongeta comercials essent capaços, fins i tot, d'agrupar entrades d'acord als obtentors.

Hi ha casos, però, en que caràcters d'interès agronòmic presenten més variació que els marcadors moleculars o isoenzimàtics, com la resistència a l'antracnosi en mongeta. Els marcadors moleculars donen probablement informació sobre la història i la biologia de les poblacions i no reflexen tant els caràcters agronòmics observats, a més tenint en

compte que en autògames hi ha fortes correlacions entre trets agronòmics (Cattan-Toupance *et al.*, 1998).

Del treball de Briand *et al.* (1998) se'n desprèn una anàlisi similar. Ells van ser capaços de separar les poblacions cultivades de mongeta de Tanzània en els dos grans grups gènics, de manera coincident amb el que s'obtenia observant caràcters morfològics, com el color i mida de la llavor, entre altres. El més curiós era que els marcadors RAPD detectaven molt polimorfisme dins d'algunes poblacions. Coneixent els hàbits tradicionals dels agricultors tanzans i mexicans, els autors postulaven que probablement aquestes poblacions són barreges de material de diferents orígens però que els agricultors han creat en funció del mateix tipus, color, etc. de llavor que són per a ells components principals de la producció.

Una reflexió a fer seria veure la concordança dels resultats obtinguts mitjançant RAPD i altres marcadors. Històricament s'han utilitzat diferents tipus de marcadors per a avaluar la diversitat: primer, els morfològics i agronòmics; després, els bioquímics i especialment els isoenzims i, recentment, els moleculars. És molta la bibliografia en què les relacions genètiques trobades a partir de marcadors RAPD encaixen amb els grups acceptats i establerts a partir de caràcters morfològics i agronòmics. En aquest sentit, Fiedler *et al.* (1998) i Huff (1997) ja en fan un extens repàs.

Per a estimar relacions genètiques, els RAPD presenten com a problema la no homologia de fragments d'igual longitud. En aquests casos, en funció de la freqüència d'aquest fenomen, les estimes de similaritat interespecífica es veu sobreestimada. Els RAPD però, tendeixen a donar bones estimes dins d'espècie (Halldén *et al.*, 1994, Thormann *et al.*, 1994; Skroch i Nienhuis, 1995a). En mongeta i altres autògames, les distàncies genètiques estimades a partir dels RAPD han resultat correlacionades amb els coeficients de parentiu (Beebe *et al.*, 1995; Mackill, 1995) en estudis de diversitat.

Els RAPD també han demostrat, per a mongeta, ser efectius per separar poblacions en els dos grups gènics acceptats, Andí i Mesoamericà, fins i tot per a varietats locals que, per altres metodologies no resultaven clarament classificables (Haley *et al.*, 1994; Skroch i Nienhuis, 1995a, 1995b; Johns *et al.*, 1997). Per a la mongeta Lima (*Phaseolus lunatus* L.) també els RAPD van confirmar la separació de les poblacions silvestres i cultivars en aquests dos grans grups (Nienhuis *et al.*, 1995; Fofana *et al.*,

1997). Skroch i Nienhuis (1995a) van obtenir errors d'estima baixos i alta reproducibilitat de les matrius de distàncies entre grups independents de bandes RAPD.

Els RAPD han permès igualment classificar cultivars comercials i millorats d'acord al seu origen geogràfic (Duarte *et al.*, 1999b; Galván *et al.*, 2001; Maciel *et al.*, 2001; Métais *et al.*, 2001).

Heun i Helentjaris (1993) van estudiar l'efecte del fons genètic sobre les bandes obtingudes i degut al tipus d'anomalies dels RAPD els desaconsellaven per una aplicació directa en estudis de relacions genètiques entre entrades de germoplasma o per a definir genotips amb finalitats de protecció d'obtencions vegetals. En canvi, Nienhuis *et al.* (1995) i Skroch *et al.* (1998) conclouen que els milloradors genètics poden utilitzar els marcadors RAPD per a organitzar el seu germoplasma, facilitant així el seu ús en programes de millora, complementàriament als caràcters d'interès agronòmic (Vasconcelos *et al.*, 1996; Duarte *et al.*, 1999b) considerant que els problema de no homologia de fragments d'igual longitud es minimitzen dins d'espècie (Halldén *et al.*, 1994, Thormann *et al.*, 1994). I efectivament, els RAPD són en l'actualitat una eina eficaç, per la seva facilitat d'execució, per a determinar l'estructura genètica de les col·leccions de germoplasma (Freyre *et al.*, 1996; Skroch *et al.*, 1998; Maciel *et al.*, 2001) i han demostrat ser efectius i altament polimòrfics per a caracteritzar poblacions i cultivars locals o comercials (Haley *et al.*, 1994; Nienhuis *et al.*, 1995; Skroch i Nienhuis, 1995a, 1995b; Fofana *et al.*, 1997; Johns *et al.*, 1997; Duarte *et al.*, 1999b; Galván *et al.*, 2001; Maciel *et al.*, 2001; Métais *et al.*, 2000; Métais *et al.*, 2001).

Amb els anys, doncs, s'han refermat com una eina vàlida especialment per a algunes aplicacions concretes, com ara la selecció assistida per marcadors moleculars (MAS), (Paran *et al.*, 1991) i la identificació i establiment de relacions genètiques entre individus de la mateixa espècie, emparentats i uniformes (com ara en espècies autògames com la mongeta, cultivars propagats clonalment, o cultivars híbrids simples), ja que quan es concreta el material de treball, (per exemple les poblacions sotmeses a un procés de millora o el conjunt de germoplasma que gestiona un centre en concret) el tipus d'anomalies dels RAPD no afecta la presa de decisions. Altrament, en cultius de plantes al·lògames, l'elevada diversitat dins de poblacions obscureix els resultats i els RAPD tenen menys habilitat per a separar poblacions relativament emparentades.

Ara bé, els caràcters agronòmics seguiran sent imprescindibles per a avaluar la diversitat econòmicament útil (Cattan-Toupance *et al.*, 1998). En cultivars de mongeta, probablement hi ha menys diversitat que en poblacions naturals (Sonnante *et al.*, 1994; Métais *et al.*, 2001), especialment en zones allunyades dels centres d'origen com ara Espanya (Alvarez *et al.*, 1998) i, probablement, és més fàcil caracteritzar les diferències entre poblacions a partir de marcadors moleculars que a partir de caràcters agronòmics o de isoenzims, ja que els marcadors moleculars són *a priori* neutres, mentre que els caràcters agronòmics i els isoenzims estan sota selecció (Lanner-Herrera *et al.*, 1996; Johns *et al.*, 1997; Alvarez *et al.*, 1998; Cattan-Toupance *et al.*, 1998). Els RAPD es troben localitzats a àmplies zones del genoma i no estan tant limitats a canvis com en regions codificadores (Johns *et al.*, 1997).

En un estadi inicial de millora del germoplasma Ganxet, els RAPD semblen els més adients per a completar el seu estudi. Sense el coneixement de les característiques d'aquest germoplasma, la variabilitat existent per els principals trets i les relacions entre aquests, no es pot iniciar amb garanties cap procés de millora, sobretot si es confirma l'existència de barreges genètiques i mecàniques en les actuals poblacions cultivades. La utilització de marcadors moleculars com els RAPD permet millorar l'eficiència i efectivitat en l'avaluació i selecció de material (Alzate-Marin *et al.*, 1996), el que permet reduir fins a un 60% els costos (Hautea *et al.*, 2000).

Assumint que els tipus varietals locals com la mongeta Ganxet tenen una bona adaptació específica a condicions ambientals locals, socials i culturals, es pot optar simplement per una selecció dins del tipus varietal, amb pressions de selecció baixes per eliminar únicament les tipologies desfavorables (Nuez *et al.*, 1997). Aquest primer estadi de selecció dins i entre entrades del tipus varietal s'equipararia al que es va fer històricament al primer quart de segle XX amb els primers cultivars millorats a Canadà i Estats Units o als anys cinquanta i seixanta a Àfrica i Amèrica Llatina.

Només posteriorment, es podrien abordar retroencreuaments i altres mètodes genealògics sobre la base de materials ben caracteritzats, tal com desenvolupa Singh (1999) en una àmplia revisió dels mètodes de millora disponibles. No té sentit plantejar d'entrada, per a la mongeta Ganxet, esquemes d'hibridació amb materials d'altres classes comercials, no ja per la dificultat que això presenta en mongeta (Singh, 1991; Kelly *et al.*, 1999) sinó per les característiques intrínseques de la mongeta Ganxet. Dificilment es poden abordar programes d'hibridació que comprometin característiques

complexes que determinen la seva acceptació per part del consumidor com la combinació de formes de la llavor i caràcters organolèptics. Ja existeixen exemples de cultivars que, tot i que rendien més, van ésser rebutjats per aprensió dels consumidors i/o de les empreses processadores davant els canvis en les seves característiques reconeixibles (Wallace *et al.*, 1993).

Per acabar, doncs, afortunadament es percep un canvi de mentalitat en la utilització de les varietats tradicionals no tant com a possibles donadores de caràcters interessants per els moderns cultivars sinó com a receptores de gens d'interès atenent al seu alt interès com a fonts de característiques novetoses des d'un punt de vista dels mercats. La mongeta Ganxet és un exemple de tipus varietal tradicional que necessita superar les deficiències que presenta des d'un punt de vista de la producció i comercialització, sense perdre la seva qualitat organolèptica, tal com proposen Nuez i Ruiz (1999). El treball sobre aquesta varietat tradicional pot contribuir a evitar que en un futur pugui ser abandonada com ha succeït amb altres tipus varietals tradicionals, per la seva falta d'adaptació als sistemes de producció moderns, susceptibilitat a malalties o per la seva falta d'uniformitat, aspecte qualitatiu que afecta de forma important a la seva acceptació, protecció i multiplicació d'acord a la legislació vigent, però també a l'accés de sistemes de valorització com a producte de qualitat.



## **2. OBJECTIUS**

L'objectiu general de la tesi és definir els límits com a possible nova classe comercial i seleccionar línies pures prototípiques del tipus varietal mongeta Ganxet, com a cultivars homogenis i estables.

Donat que es coneixen poc les relacions genètiques entre les diferents poblacions cultivades i la seva situació dins els grups gènics establerts per l'espècie, la discriminació entre materials s'ha de basar tant en marcadors morfològics i fisico-químics a nivell de llavor, que són d'interès agronòmic, comercial, nutricional i organolèptic, com en marcadors moleculars.

Per a aconseguir l'objectiu general proposat s'estableixen els següents objectius específics:

- Fer una col·lecta de poblacions cultivades de mongeta Ganxet que abastin al màxim les zones de conreu de Catalunya.
- Caracteritzar morfoagronòmicament les entrades de la col·lecta, estimant la variabilitat existent i establint les seves relacions filogenètiques.
- Caracteritzar fisico-químicament i sensorial poblacions representatives dels grups filogenètics de germoplasma Ganxet.
- Obtenir, mitjançant selecció individual dins i entre entrada, plantes representatives de la variabilitat del germoplasma Ganxet precursors de línies pures.
- Estudiar morfoagronòmicament i individual les plantes precursors per establir les relacions filogenètiques i seleccionar plantes representatives de grups de variabilitat existent.
- Multiplicar per autofecundació les plantes per constituir línies pures prototípiques Ganxet i analitzar-les morfoagronòmicament, fisico-química i sensorial i mitjançant marcadors moleculars RAPD.



- Comprovar si la variabilitat detectada i les agrupacions obtingudes en funció d'aspectes morfoagronòmics i fisico-químics de la llavor en les línies pures prototípiques Ganxet tenen correspondència amb l'estudi mitjançant marcadors moleculars RAPD.
- Seleccionar les millors línies pures prototípiques Ganxet per iniciar el procés de promoció, protecció i multiplicació comercial.
- Determinar l'origen del tipus varietal Ganxet, introduint en l'anàlisi PCR-RAPD varietats mesoamericanes i andines.

### **3. MATERIAL I MÈTODES**

#### **3.1. COL·LECTA DE GERMOPLASMA GANXET I AVALUACIÓ D'ENTRADES**

##### **3.1.1. Col·lecta de germoplasma Ganxet**

La col·lecta de materials presumptament Ganxet, va consistir en recollir, durant les campanyes de 1991 i 1992, poblacions cultivades d'arreu de Catalunya, cercant sistemàticament mostres entre els productors, planteraires i mercats locals de les comarques del Vallès Occidental, Vallès Oriental, Maresme i La Selva.

La disponibilitat de germoplasma Ganxet per a la realització d'aquesta tesi es completà amb les entrades disponibles al banc de germoplasma de la Universitat Politècnica de València (UPV), ja que durant les campanyes 1986 a 1988, l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB), va participar en el programa de recollida de germoplasma hortícola de la península ibèrica, iniciat el 1982 per el Departament de Genètica de la UPV amb l'ajut de l'International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) (Nuez *et al.*, 1992).

Per assegurar abastar el màxim de diversitat dins de la varietat, només s'exigí que el proveïdor utilitzés la denominació Ganxet per a la seva producció, multiplicació o venda. La informació sobre l'origen de les entrades per tal d'evitar duplicacions fou la facilitada per els mateixos subministradors.

Totes les entrades es registraren amb la denominació CN on C referenciava el seu origen com a col·lecta i N era el nombre assignat per ordre de registre. Aquestes entrades es conserven al banc de llavors de l'ESAB a 0°C i 40% d'humitat relativa.

##### **3.1.2. Avaluació morfoagronòmica d'entrades**

###### **3.1.2.1. Disseny experimental**

Al finalitzar la col·lecta de germoplasma Ganxet es disposava de 46 entrades aparentment diferents, en condicions de ser assajades, amb les que es va fer el 1993 un assaig agronòmic.

Es va realitzar a dues localitats, Castellar del Vallès (Vallès Occidental, localitat 1) i Caldes de Montbui (Vallès Oriental, localitat 2), seguint un disseny experimental de quatre blocs aleatoritzats. Cada parcel·la elemental dintre de bloc i localitat constava de 30 plantes distribuïdes al llarg de 4m lineals de xarxa, ja que la mongeta Ganxet té creixement indeterminat enfiladís de tipus IV (IPGRI, 2001) i calia ser tutorada. S'utilitzà xarxa plàstica sostinguda amb pals verticals i subjectada amb cables tensors (figura 3.1.2.1.I.). La distància entre punts de sembra fou de 0,25m i la distància entre solcs, de 1,25m. Es sembraren manualment un mínim de quatre llavors per punt de sembra (en funció de la capacitat de germinació estimada prèviament) i s'aclarí deixant dues plantes efectives per punt de sembra. Els dos punts de sembra extrems s'eliminaren de l'assaig per evitar l'efecte vora.



Figura 3.1.2.1.I. Sistema de suport amb xarxa plàstica i cables tensors per a l'assaig d'entrades de germoplasma Ganxet.

Les dues localitats es situen a longitud 2° E ; latitud 41° i a uns 200 m d'altitud. El règim tèrmic és temperat càlid i el tipus climàtic mediterrani temperat (TE<sub>1</sub>, Me) segons la classificació agroclimàtica de Papadakis (1966). El cultiu es desenvolupà en règim de regadiu, de primers de juliol fins a primers de desembre.

### 3.1.2.2. Variables controlades

Es van controlar les següents variables:

a) Precocitat a maduració, relativa de cada entrada i indicativa de l'estat de maduració de la parcel·la aproximadament un mes abans de la collita (10 de novembre de 1993),

d'acord a una escala de 1 a 10 on el valor 1 s'associà a molt primerenca i 10, a molt tardana. Es mesurà només a la localitat 1.

b) Nombre de tavelles per metre, mesurat en un transecte d'un metre lineal a 0,8 metres d'alçada en el centre de la parcel·la elemental.

c) Longitud de tavella, mesurada en cm a les tavelles del transecte lineal.

d) Nombre de llavors per tavella, mesurada en les tavelles del transecte lineal en el moment de la collita.

e) Grau de ganxo de la llavor, avaluat en una escala de 0 a 3, on el valor 0 s'associà a nul grau de ganxo (figura 3.1.2.2.I.). Cada parcel·la elemental va ser avaluada per tres observadors independents.

f) Percentatge de llavors afectades per antracnosi (*Colletotrichum lindemuthianum*).

g) Pes de 100 llavors expressat en g.

h) Producció de llavors en matèria seca per parcel·la elemental, expressada en kg per parcel·la elemental.

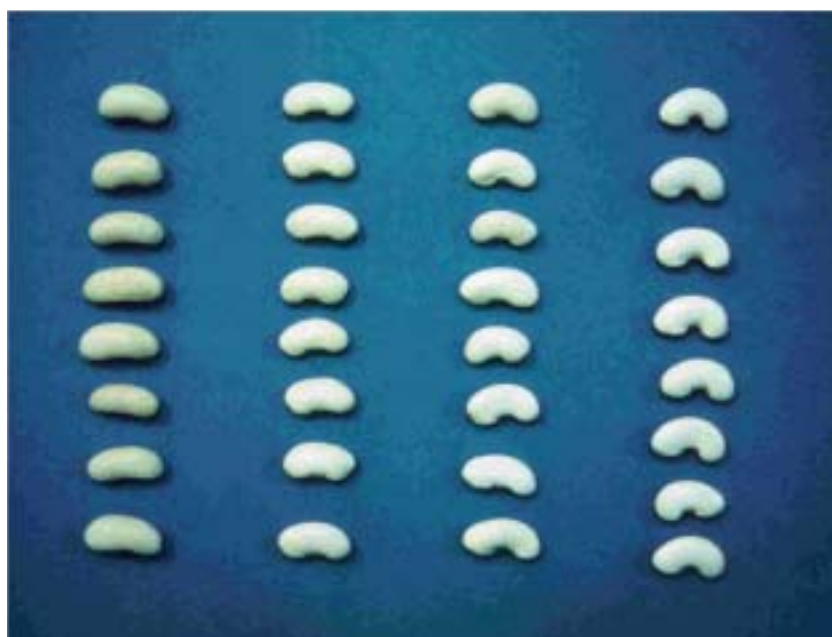


Figura 3.1.2.2.I. Grau de ganxo present al germoplasma Ganxet en contrast amb el testimoni White Kidney. La primera columna correspon a un grau de ganxo nul (White Kidney); la segona columna, grau 1; la tercera columna, grau 2 i la quarta columna, grau 3.

### 3.1.2.3. Tractament estadístic de les dades

Es va fer una anàlisi de la variància (procediment GLM) segons el model lineal:

$$X_{ijk} = \mu + g_i + l_j + b_{k(j)} + g_i l_j + e_{ijk}$$

on  $g_i$  = efecte entrada (fix);  $l_j$  = efecte localitat (fix);  $b_{k(j)}$  = efecte bloc dintre de localitat (aleatori);  $e_{ijk}$  = residual.

Per a la variable precocitat a maduració, el model no incloïa l'efecte localitat.

També es va fer una anàlisi canònica de l'efecte entrada (procediment MANOVA), considerant simultàniament tots els caràcters. Sobre les variables canòniques de l'anàlisi es va realitzar una anàlisi d'agrupació i un dendrograma (procediment CLUSTER, mètode Centroid) per descriure la proximitat de les entrades. El mètode Centroid correspon al Unweighted Pair-Group Method with Centroids (UPGMC) desenvolupat per Sokal i Michener (1958).

Els coeficients de correlació de Pearson entre els diversos caràcters (procediment CORR) es calcularen a partir dels valors fenotípics mitjans de cada caràcter.

Totes les anàlisis estadístiques es van realitzar mitjançant el paquet estadístic SAS (Statistical Software Package) (SAS Institute, 1999).

### 3.1.3. Anàlisi fisico-química de la llavor

L'any 1993 es va fer una caracterització fisico-química de la llavor de 12 entrades representatives del ventall de variabilitat trobada a partir dels resultats de l'apartat anterior.

Les llavors de cada entrada corresponents a totes les parcel·les elementals per localitat es van barrejar de manera que per cada entrada es va disposar de dues mostres, corresponents a les dues localitats d'assaig.

Es van analitzar per cada localitat i per duplicat:

a) Percentatge de proteïna (AACC, 1983).

- b) Percentatge de greix (AACC, 1983).
- c) Percentatge de fibra alimentària (AOAC, 1990).
- d) Percentatge de sacarosa. Es va fer extracció de la mostra amb pirimidina (50g de clorhidrat d'hidroxilamina per litre); posterior derivatització amb 1,1,3,3,3, hexametil disilazan (0,1 ml d'àcid trifluoracètic amb catalitzador); anàlisi cromatogràfica amb columna WAW-DMCS 100/120 (temperatura de forn de 280°C; temperatura injector 300°C i temperatura detector 300°C).
- e) Percentatge de maltosa determinada per el mateix mètode que per el percentatge de sacarosa.
- f) Percentatge de cendres (AACC, 1983).
- g) Percentatge d'episperma, determinat a partir de 10 llavors seleccionades a l'atzar, remullades 6 hores per separar l'episperma de la resta de la llavor. Es va obtenir el pes sec d'ambdues parts per determinar la proporció de pell expressada com a percentatge d'episperma.
- h) Absorció d'aigua durant un remull de 12 hores en aigua destil·lada i expressada en percentatge d'aigua absorbida respecte al pes inicial de les llavors.

Per tal de referenciar els resultats s'analitzaren per duplicat els percentatges de proteïna, greix i episperma de llavors d'un cultivar comercial White Kidney facilitat per Comercial de Legumbres y Cereales S.A. (Barcelona). Aquesta llavor, però, no havia estat obtinguda en les mateixes condicions de cultiu que les entrades Ganxet.

### 3.1.3.1. Tractament estadístic de les dades

Es va fer una anàlisi de la variància (procediment GLM) segons el model lineal:

$$X_{ij} = \mu + g_i + l_j + e_{ij}$$

on  $g_i$  = efecte entrada (fix);  $l_j$  = efecte localitat (fix);  $e_{ij}$  = residual.

L'anàlisi es simplificà a un únic factor de variació ( $g_i$ ) a l'analitzar les entrades Ganxet amb el testimoni White Kidney.

Els coeficients de correlació de Pearson entre els diversos caràcters (procediment CORR) només per a les entrades Ganxet es calcularen a partir dels valors fenotípics mitjans de cada caràcter.

Totes les anàlisis estadístiques es van realitzar mitjançant el paquet estadístic SAS (SAS Institute, 1999).

## **3.2. SELECCIÓ INDIVIDUAL DINS I ENTRE ENTRADES**

### **3.2.1. Criteris de selecció dins i entre entrades**

L'any 1994 es va iniciar el procés de selecció dins i entre les entrades del banc de llavors de l'ESAB per tractar d'obtenir línies pures que representessin al màxim la diversitat genètica però representant l'ideotipus de llavor del germoplasma Ganxet.

Els caràcters morfològics de la llavor que permeten identificar la varietat de mongeta Ganxet als consumidors i els agricultors que la produeixen, i que per tant determinen les característiques com a classe comercial, són el color blanc, aspecte mig buit, forma aplanada i ganxada de la llavor. Per la dificultat tècnica que suposa quantificar alguns d'aquests caràcters, es va optar per definir el grau de ganxo com una variable semiquantitativa, escollint-se com a criteri principal de selecció.

S'establí rebutjar aquelles entrades del banc de llavors de l'ESAB que no obtinguessin valors mitjans de grau de ganxo superiors a 1 o entrades en què no es disposés d'un mínim de llavors ganxudes per a seleccionar i constituir una subpoblació de llavors ganxudes. Tot i que es tracta d'una espècie autògama, donat que el nivell de pol·linització creuada en mongetes pot superar el 10% (Debouck i Tohme, 1988) i generar elevats percentatges d'al·logàmia i subseqüent variabilitat intravarietal, es plantejà realitzar selecció aleatoritzada de 14 llavors ganxudes amb independència de la mida per a cada una de les entrades seleccionades, assumint que cada mongeta constituïa un parental del que derivar línia pura per autofecundació. Davant una situació similar, però sense cap caràcter específic distintiu, Adams i Martin (1987) van optar per representar poblacions cultivades seleccionant al voltant de 25 llavors individuals.

### **3.2.2. Selecció i obtenció de línies pures**

Amb la finalitat de seleccionar, finalment, línies pures, es disposà realitzar una caracterització morfoagronòmica de les subpoblacions ganxudes de cada entrada

seleccionada. A partir d'aquests caràcters es pretenia realitzar una anàlisi canònica de les entrades i posterior anàlisi d'agrupació per discriminar les entrades i seleccionar només una planta parental per grup representatiu de la variabilitat existent al germoplasma Ganxet de la que derivar una línia pura per autofecundació, assegurant així que les seleccions individuals finals realitzades representessin la variabilitat existent.

### **3.2.2.1. Disseny experimental**

Es van assajar el 1994 en el camp amb un disseny aleatoritzat a una localitat, Castellar del Vallès (Vallès Occidental, característiques descrites a l'apartat 3.1.2.1), seguint un disseny experimental de set blocs aleatoritzats. Una sola planta representava cada entrada a cada bloc. Les plantes es distribuïren linealment tutorades amb xarxa. La distància entre punts de sembra i la distància entre solcs fou de 1m, per a evitar competència. Es sembraren dues llavors per punt de sembra i s'aclarí deixant una planta efectiva per punt de sembra. Tota la parcel·la experimental estava envoltada de plantes del tipus varietal Ganxet no controlades, per evitar l'efecte vora. El cultiu es desenvolupà de primers de juliol fins a primers de desembre.

### **3.2.2.2. Variables controlades**

S'avaluaren caràcters morfoagronòmics planta a planta. Tot i que cada planta era una selecció individual, es respectà, però, la seva identificació d'acord al seu origen poblacional (entrada del banc de llavors).

Es van controlar les següents variables:

- a) Longitud del peduncle de la tavella, mesurat a les primeres 5 tavelles per sobre de 1 m d'alçada de cada planta.
- b) Longitud de tavella, mesurada en cm a les primeres 25 tavelles per sobre de 1m d'alçada de cada planta.
- c) Nombre de llavors per tavella (nll), mesurat en les mateixes tavelles anteriors.
- d) Nombre de llavors bones per tavella, mesurat en les mateixes tavelles anteriors.
- e) Nombre de llavors dolentes per tavella (nlld), mesurat en les mateixes tavelles anteriors i normalitzat amb la transformació  $\sqrt{((nlld/nll) + 0,5)}$ .
- f) Grau de ganxo de la llavor, avaluat en una escala de 0 a 30, on el valor 0 s'associà a nul grau de ganxo, d'acord al mètode descrit anteriorment (figura 3.1.2.2.I.) si bé en



una escala augmentada deu vegades, admetent-se valors arrodonits a 5 unitats. Cada planta va ser avaluada per quatre observadors independents.

g) Pes de 100 llavors expressat en g.

h) Producció de llavors en matèria seca expressada en kg per planta.

### 3.2.2.3. Tractament estadístic de les dades

Per a les anàlisis es considerarà que les plantes pertanyents a una mateixa entrada compartien origen genètic.

Per a les variables longitud de la tavella, nombre de llavors i longitud del peduncle de la tavella es va fer una anàlisi de la variància (procediment GLM) segons el model lineal:

$$X_{ij} = \mu + g_i + p_{j(i)} + e_{ij}$$

on  $g_i$  = efecte entrada (fix);  $p_{j(i)}$  = efecte planta dins d'entrada (aleatori);  $e_{ij}$  = residual.

Per el grau de ganxo, es va fer una anàlisi de la variància (procediment GLM) segons el model lineal:

$$X_{ijk} = \mu + g_i + p_{j(i)} + a_k + ga_{ik} + e_{ijk}$$

on  $g_i$  = efecte entrada (fix);  $p_{j(i)}$  = efecte planta dins d'entrada (aleatori);  $a_k$  = efecte avaluador (fix);  $e_{ijk}$  = residual.

Per a poder realitzar selecció dins d'entrada, per al caràcter ganxo es va fer una anàlisi de la variància (procediment GLM) posterior dins d'entrada segons el model lineal:

$$X_{ij} = \mu + p_i + a_j + e_{ij}$$

on  $p_i$  = efecte planta (fix);  $a_j$  = efecte avaluador (fix);  $e_{ij}$  = residual.

Per als caràcters pes de 100 llavors i producció es va fer una anàlisi de la variància (procediment GLM) segons el model lineal:

$$X_i = \mu + g_i + e_i$$

on  $g_i$  = efecte entrada (fix);  $e_i$  = residual.

També es va fer una anàlisi canònica de l'efecte entrada (procediment MANOVA), considerant simultàniament tots els caràcters. Sobre les variables canòniques de l'anàlisi es va realitzar una anàlisi d'agrupació i un dendrograma. S'utilitzà el procediment CLUSTER per els mètodes Ward's Minimum Variance (Ward, 1963) i mètode Average Linkage per descriure la proximitat de les entrades. El mètode Average Linkage correspon al mètode Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Averages (UPGMA) desenvolupat per Sokal i Michener (1958).

Totes les anàlisis estadístiques es van realitzar mitjançant el paquet estadístic SAS (SAS Institute, 1999).

### **3.3. CARACTERITZACIÓ DE LÍNIES PURES GANXET**

#### **3.3.1. Avaluació morfoagronòmica de línies pures**

Per a realitzar l'estudi morfoagronòmic i productiu de les línies pures seleccionades, es va realitzar l'any 1995 un assaig de camp.

##### **3.3.1.1. Disseny experimental**

Es va realitzar l'assaig agronòmic a dues localitats, Caldes de Montbui (Vallès Oriental) i Castellar del Vallès (Vallès Occidental) (característiques descrites a l'apartat 3.1.2.1.), seguint un disseny experimental de tres blocs aleatoritzats. Cada parcel·la elemental dintre del bloc i localitat constava de 16 plantes distribuïdes al llarg de 1,75 m lineals de xarxa. La distància entre punts de sembra fou de 0,25m i la distància entre solcs, de 1,25m. Es sembraren quatre llavors per punt de sembra i s'aclarí deixant dues plantes efectives per punt de sembra. Tota la parcel·la experimental estava envoltada de plantes del tipus varietal Ganxet, per evitar l'efecte vora.

Sota les mateixes condicions d'assaig, es cultivaren testimonis comercials reconeguts internacionalment (White Kidney i Navy), així com testimonis d'elevada reputació

gastronòmica i comercial a Espanya (Tolosa i Faba). Els cultivars White Kidney i Navy, de creixement determinat, es van sembrar en parcel·les separades de la resta de materials, utilitzant marges. Aquests testimonis no s'avaluaren agronòmicament, sinó físicament i química a nivell de llavor (apartat 3.3.2.).

El cultiu es desenvolupà de primers de juliol fins a primers de desembre.

### 3.3.1.2. Variables controlades

Es van controlar les següents variables per parcel·la:

- a) Precocitat a maduració, relativa de cada varietat d'acord a una escala de 1 a 3 on el valor 1 s'associà a la línia més primerenca i 3, a la més tardana.
- b) Longitud del peduncle de la tavella, mesurada en cm sobre una mostra aleatòria de 50 tavelles.
- c) Longitud de tavella, mesurada en cm sobre la mateixa mostra de 50 tavelles.
- d) Nombre de llavors per tavella, mesurada en la mateixa mostra de 50 tavelles.
- e) Grau de ganxo de la llavor, avaluat en una escala de 1 a 3 (1, baix grau de ganxo; 3, màxim grau de ganxo). La valoració va ser realitzada per tres observadors de forma independent.
- f) Pes de 100 llavors, després d'assecar les llavors fins a pes constant amb aire forçat a 40°C.
- g) Producció de llavors per parcel·la elemental, després d'assecar-les fins a pes constant amb aire forçat a 40°C, expressada en kg per parcel·la.
- h) Sensibilitat a *Alternaria* spp, en una escala de 0 a 3 (0, absència total; 1, 5% de superfície afectada; 2, 20% i 3, 50%).
- i) Incidència de rovell (*Uromyces appendiculatus*) i antracnosi (*Colletotrichum lindemuthianum*), en una escala de 0 a 3 (0, absència total; 1, 5% de superfície afectada; 2, 20% i 3, 50%).
- j) Incidència de esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiorum*) i Virus del mosaic comú de la mongeta (BCMV) expressada en nombre total de plantes afectades.
- k) Llavors dolentes, expressada com percentatge de llavors rebutjades per la seva aparença no comercial causada per fongs o insectes.
- l) Valor comercial, basat en l'aspecte de les llavors d'acord a la uniformitat, color, etc., segons una escala de 1 a 3 (1, baix valor comercial; 3, alt valor comercial). La valoració va ser realitzada per tres observadors de forma independent.

### 3.3.1.3. Tractament estadístic de les dades

Es va fer una anàlisi de la variància (procediment GLM) segons el model lineal:

$$X_{ijk} = \mu + g_i + l_j + b_{k(j)} + g_i l_j + e_{ijk}$$

on  $g_i$  = efecte línia pura (fix);  $l_j$  = efecte localitat (fix);  $b_{k(j)}$  = efecte bloc dintre de localitat (aleatori);  $e_{ijk}$  = residual.

Els coeficients de correlació de Pearson entre els diversos caràcters (procediment CORR) es calcularen a partir dels valors fenotípics mitjans de cada caràcter.

Totes les anàlisis estadístiques es van realitzar mitjançant el paquet estadístic SAS (SAS Institute, 1999).

### 3.3.2. Anàlisi físico-química i sensorial de la llavor de línies pures

Donat que les característiques químiques, gastronòmiques i nutricionals mostren gran influència de la localitat d'on s'extrauen les mostres i les condicions de cultiu (Bressani i Elías, 1980; Hosfield i Uebersax, 1980; Hosfield *et al.*, 1984), i que el valor d'alguns paràmetres, com la fibra dietètica, varien fortament segons el mètode analític (Mongeau i Brassard, 1994), dificultant comparar entre resultats de diferents estudis (dades compilades per Kadam *et al.*, 1989 i Kigel, 1999), es van incloure, com ja s'ha indicat, testimonis (apartat 3.3.1.1.).

Navy (figura 3.3.2.I.) pertany al grup gènic Mesoamericà, raça Mesoamèrica, amb un pes de 100 llavors de 17-22 g; White Kidney (figura 3.3.2.I.) pertany al grup gènic Andí amb un pes de 100 llavors de 66 g (entre 46-70 g); Faba (figura 3.3.2.II.), d'origen andí, amb un pes de 100 llavors de 90-110 g (Singh *et al.*, 1991a; Voysest i Dessert, 1991; Voysest, 2000; Santalla *et al.*, 2001b). El cultivar Tolosa, representant de la varietat Alubia Tolosana és d'origen andí (Jayo, 1993).

Les llavors de sembra van ser subministrades en el cas del cultivar Navy per la Cooperativa Agrícola de Sta. Pau (Sta. Pau); White Kidney, per Comercial de Legumbres y Cereales S.A. (Barcelona); Tolosa, per Babarrunaren Kofradia (Tolosa) i Faba, per Finca Maricampa (Infiesto).



Figura 3.3.2.I. A l'esquerra, llavors de la classe comercial White Kidney i a la dreta, classe comercial Navy. Font: [http://www.iica.org.gt/profrijol/variedades/grano\\_blanco.htm](http://www.iica.org.gt/profrijol/variedades/grano_blanco.htm) (Voystest, 2000).



Figura 3.3.2.II. Classe comercial Faba, sinonímia Granja Fabada o Judía de la Granja. Font: [http://www.iica.org.gt/profrijol/variedades/grano\\_blanco.htm](http://www.iica.org.gt/profrijol/variedades/grano_blanco.htm) (Voystest, 2000).

### 3.3.2.1. Paràmetres físico-químics

La caracterització físico-química de les llavors es va realitzar a partir d'una mostra de 50 g de llavors per cada línia pura Ganxet i testimonis. Les llavors van ser molturades fins a una granulometria de pas de malla de 0,5 mm.

Es va determinar en la farina:

- a) Proteïna bruta i proteïna soluble en àcid hidroclòric i pepsina utilitzant el mètode Kjeldhal (AOAC, 1990). Es va quantificar el nitrogen amb un electrode selectiu d'amoni i, utilitzant un factor de 6,25, es va estimar el contingut de proteïna. Per estimar la proteïna soluble, les mostres es van incubar prèviament en una solució de pepsina al 0,02% i dissoldre en àcid hidroclòric 0,075 M durant 48 h a 40°C. La solució es va separar per centrifugació. La digestibilitat de la proteïna es va calcular com a proporció de proteïna soluble respecte a proteïna bruta.
- b) Fibra dietètica total i insoluble, determinada amb el Kit Englyst Fibrezym Colorimetry (Medical Research Council, Dunn Clinical Nutrition Centre, nre.

7367722). La fibra dietètica soluble es va determinar per diferència entre la fibra dietètica insoluble i la total.

c) Midó, determinat amb el mètode UV (Boeheringer Mannheim, nre. 207748).

d) Sucres i àcids orgànics (estaquiosa, D-fructosa, D-glucosa, D-rafinosa, sacarosa, àcid cítric, àcid fumàric, àcid DL-màlic, àcid succínic), determinats per cromatografia líquid-gas amb HP5 L25m, 0,02 mm de diàmetre i 5% de fase estacionària de tipus no polar fenil-metil silicona (SF), injecció de 1 µl amb SPLIT 1:30, fase mòbil d'heli, temperatura d'injecció de 230°C, temperatura de detecció de 330°C i programa tèrmic de 60°C a 120°C a raó de 16°C per minut, fins 160°C a raó de 6°C per minut i fins a 325°C a raó de 6°C per minut, amb reacció de derivació trimetilsilil. Aquesta metodologia permeté la determinació simultània de sucres i àcids.

e) Contingut de cendres, avaluades després de calcinar a 550°C fins a pes constant (AOAC, 1990).

f) Proporció d'episperma. Per a determinar la proporció d'episperma, es van escollir 10 llavors a l'atzar i es van remullar durant 6 hores. Es va separar l'episperma de la resta de la llavor (endosperma i embrió) i es va obtenir el pes sec d'ambdues parts per determinar la proporció de pell expressada com a percentatge.

### 3.3.2.2. Anàlisi sensorial de línies pures

L'anàlisi sensorial es va realitzar sobre una mostra de cada línia pura Ganxet, obtinguda barrejant llavors de les dues localitats. Les mostres van ser remullades 12 h a 30°C i cuinades a 100°C durant 1 h. No s'afegí sal ni cap altre condiment. Cinc observadors independents van avaluar les mostres per caràcters relacionats amb l'anàlisi sensorial d'acceptació i valor culinari, d'acord a una escala de 0 a 3 (0, poc valor; 3 excel·lent valor).

Es van avaluar percepció de la pell, textura, gust, aspecte i grau de ganxo de les mongetes cuites. Es va obtenir el valor acumulat sumant els valors de tots aquests atributs.

### 3.3.2.3. Tractament estadístic de les dades

Es va fer una anàlisi de la variància (procediment GLM) segons el model lineal:

$$X_{ijk} = \mu + g_i + l_j + b_{k(j)} + g_i l_j + e_{ijk}$$

on  $g_i$  = efecte línia (fix);  $l_j$  = efecte localitat (fix);  $b_{k(j)}$  = efecte bloc dintre de localitat (aleatori);  $e_{ijk}$  = residual.

Per les anàlisis sensorials, les dades es van estudiar utilitzant el mateix procediment d'acord a un model lineal en què es consideraren els factor de variació línia pura i avaluador com a efectes fixes.

També es va fer una anàlisi canònica de l'efecte línia pura (procediment MANOVA), considerant simultàniament tots els caràcters. Sobre les variables canòniques de l'anàlisi es va realitzar una anàlisi d'agrupació i un dendrograma (procediment CLUSTER, mètode Average Linkage) per descriure la proximitat de les poblacions. El mètode Average Linkage correspon al mètode UPGMA.

Els coeficients de correlació de Pearson entre els diversos caràcters (procediment CORR) es calcularen a partir dels valors fenotípics mitjans de cada caràcter.

Totes les anàlisis estadístiques es van realitzar mitjançant el paquet estadístic SAS (SAS Institute, 1999).

### **3.3.3. Anàlisi PCR-RAPD**

#### **3.3.3.1. Extracció de DNA**

El material vegetal utilitzat per les anàlisis mitjançant marcadors moleculars RAPD foren línies pures Ganxet seleccionades (L23, L44, L19, L64, L27, L5, L67) i l'entrada C15 del banc de llavors de l'ESAB (veure apartat 4.1.1.). Aquesta entrada presenta un grau de ganxo baix, al límit del que visualment els productors i consumidors habituals reconeixen com a tipus varietal Ganxet, representant així un extrem del germoplasma cultivat sota la denominació Ganxet. S'utilitzaren com a referents dels grups gènics reconeguts en mongeta cultivars comercials White Kidney i Navy (apartat 3.3.1.1. i figura 3.3.3.1.I.) i Planchada. La varietat Planchada presenta creixement indeterminat i la llavor (figura 3.3.3.1.II.) és ronyonada aplanada, amb un pes aproximat de 100 llavors de 52 g (Asensio *et al.*, 1990). És presumiblement del tipus Great Northern i pertany a la raça Durango (D), del grup gènic Mesoamericà (Singh *et al.*, 1991a; Voysest, 2000; Santalla *et al.*, 2001b). Les llavors de sembra de Planchada van ser

subministrades per Comercial de Legumbres y Cereales S.A. (Barcelona). No es va incloure cap testimoni de la raça Jalisco ja que el seu cultiu es restringeix a plans mexicans (Singh, 1999).



Figura 3.3.3.1.I. Classes contrastants de mongeta de gra blanc segons Voysest (2000). A dalt, a l'esquerra, White Kidney; a dalt, a la dreta, Navy; a baix, a l'esquerra, Great Northern i a baix, a la dreta, Alubia o Canellini. Aquesta darrera no s'utilitzà. Font: <[http://www.iica.org.gt/profrijol/variedades/grano\\_blanco.htm](http://www.iica.org.gt/profrijol/variedades/grano_blanco.htm)> (Voysest, 2000).



Figura 3.3.3.1.II. Mongeta Planchada. Font: Asensio *et al.* (1990).

Es germinaren llavors de tots els materials segons el mètode S (sand) en safates d'alumini amb vermiculita sota capa de 10-20 mm de gruix i d'acord a les condicions de temperatura (20-30°C) i llum difusa recomanades per l'assaig de llavors (INSPV, 1976). La cambra de germinació estava lliure de fongs i patògens i es programà amb un cicle de 18 hores de llum diàries. Les plàntules es deixaren desenvolupar 10 dies per a obtenir fulles veritables recent expandides.

Es van fer extraccions de DNA de tres plantes amb dues rèpliques independents per planta del material vegetal utilitzat.



El protocol d'extracció de DNA utilitzat fou una modificació del mètode de Doyle i Doyle (1990), optimitzat al Departament de Biotecnologia de la UPV. Es trituraren en Eppendorfs amb micropistils individuals 60 mg de teixit vegetal procedent de fulles veritables recent expandides submergits en nitrogen líquid. El DNA s'aïllà afegint 700 µl de tampó d'extracció autoclavat i preescalfat a 65°C que contenia 2% CTAB, 20 mM EDTA, 100mM Tris-HCl, 1,42 M NaCl i β-mercaptoetanol a raó de 20 µl per cada 10 ml de tampó, afegit en el moment d'ús i ajustat a pH 8. Abans d'incubar 30 minuts a 65°C, s'afegiren 100 µl de cloroform:alcohol isoamílic (24:1) i posteriorment, atemperats els tubs, 700 µl més de cloroform:alcohol isoamílic (24:1) fins omplir el tub. Es centrifugaren a 11.000 rpm durant 3 minuts. El DNA es precipità afegint a la fase aquosa recuperada 700 µl d'etanol absolut fred, agitant els tubs fins la formació del precipitat i mantenint els tubs a -20°C durant 10 minuts. Es centrifugaren a 13.000 rpm durant 10 minuts, eliminant-se l'etanol i rentant una vegada el precipitat amb 500 µl d'etanol 70% fred. Una darrera centrifugació a 13.000 rpm durant 5 minuts permeté recuperar el pel·let net i sec després de 20 minuts d'evaporació a l'aire lliure. Les mostres es resuspengueren amb 100 µl de tampó TE 1x (10mM Tris HCl i 1 mM EDTA ajustat a pH 8). El DNA extret es conservà a -20°C fins el moment d'anàlisi.

La qualitat del DNA extret s'avaluà mitjançant absorbència a 260 i 280 nm (Sambrook, 1989) i el grau de degradació del DNA obtingut i possible contaminació de RNA, així com la quantitat es determinà mitjançant l'electroforesi en gels d'agarosa al 0,8% utilitzant com a marcador comercial el Lambda DNA/*Hind*III Marker, 2 (Fermentas) en dilucions de 0,5 µg, 1,25 µg i 2,5 µg per abastar quantitats entre 1192,5 i 21 ng de DNA en les sis primeres bandes efectives.

### 3.3.3.2. Amplificació PCR-RAPD

El programa d'amplificació utilitzat fou una adaptació de l'utilitzat per el grup de Skroch *et al.* (1998) al CIAT en què s'amplià el nombre de cicles d'amplificació a 40 i la temperatura d'hibridació dels oligonucleòtids iniciadors a 42°C atenent a l'optimització mitjançant termociclador amb gradient de temperatura (taula 3.3.3.2.I.). Aquesta alta temperatura d'hibridació havia rendit bons resultats en altres laboratoris que treballen amb mongeta (Beebe *et al.*, 1995; Skroch i Nienhuis, 1995b; Skroch *et al.*, 1998) tot i que el càlcul teòric de la temperatura per els iniciadors utilitzats (taula 3.3.3.2.II.) era de mitjana 29°C d'acord a l'expressió  $T=(4(G+C) + 2(A+T)) - 5$  (Sambrook, 1989).

Taula 3.3.3.2.I. Cicles i programació per la PCR-RAPD del termociclador Eppendorf Mastercycler Personal. El nombre de cicles i temperatura d'hibridació ombrejats són modificacions respecte el programa de Skroch *et al.* (1998).

| Etapa                     | Nre. de cicles | Temperatura °C | Temps     |
|---------------------------|----------------|----------------|-----------|
| Desnaturalització inicial | 1              | 94             | 5 minuts  |
| Desnaturalització         | 40             | 94             | 1 minut   |
| Hibridació                | 40             | 42             | 1 minut   |
| Extensió                  | 40             | 72             | 2 minuts  |
| Extensió final            | 1              | 72             | 5 minuts  |
| Refredament               | 1              | 4              | Indefinit |

Cada reacció PCR fou realitzada en Eppendorfs de 0,2 ml amb un volum final de 30 µl, contenint: tampó Taq-LINUS 1x; MgCl<sub>2</sub> 2 mM; dNTPs 100 µM; iniciadors 0,3 µM (26,6 ng); Taq polimerasa LINUS 1 unitat i 20 ng de DNA. Es realitzaren controls per a cada una de les amplificacions sense DNA mostra. S'utilitzà un termociclador Mastercycler<sup>R</sup> Personal (Eppendorf, Hamburg, Alemanya). Per a cada material es realitzaren dues repeticions independents.

S'utilitzaren en total 42 iniciadors preseleccionats per la seva capacitat de detectar polimorfismes en mongeta (taula 3.3.3.2.II.) de la casa comercial Operon Technologies (Alameda, Ohio, USA) tots ells de 10 nt de seqüència.

### 3.3.3.3. Visualització i anàlisi de fragments de DNA

Els gels de qualitat per quantificar el DNA extret així com els gels per a visualitzar els fragments de DNA amplificats per PCR-RAPD es van realitzar amb agarosa al 0,8 % i 1,8 % respectivament en tampó TBE 1x (estoc TBE 5x preparat amb 54 g base Tris, 27,5 g Àcid Bòric, 20 ml EDTA 0.5M i ajustat a pH 8 per 1l). S'afegí Bromur d'Etidi directament al gel a raó de 0,5 µg de Bromur d'Etidi per cada ml de barreja TBE 1x. S'utilitzaren com a marcadors de pesos moleculars Lambda DNA/*Hind*III Marker, 2 (Fermentas) per a determinar la quantitat de DNA en gels de qualitat i GeneRuler<sup>TM</sup> 100 bp DNA Ladder Plus (Fermentas) per determinar la mida dels productes amplificats per PCR-RAPD.

Taula 3.3.3.2.II. Iniciadors utilitzats de la casa comercial Operon Tech. La numeració és la que fixa la casa comercial i la seqüència en sentit 5'-3' és de 10 nt.

| Codi | Seqüència  | Codi | Seqüència  | Codi  | Seqüència  |
|------|------------|------|------------|-------|------------|
| B-03 | CATCCCCCTG | L-04 | GACTGCACAC | U-19  | GTCAGTGCGG |
| B-10 | CTGCTGGGAC | M-12 | GGGACGTTGG | W-02  | ACCCCGCCAA |
| C-8  | TGGACCGGTG | O-13 | GTCAGAGTCC | W-06  | AGGCCCGATG |
| E-12 | TTATCGCCCC | O-15 | TGGCGTCCTT | W-09  | GTGACCGAGT |
| F-01 | ACGGATCCTG | O-16 | TCGGCGGTTC | X-01  | CTGGGCACGA |
| F-10 | GGAAGCTTGG | P-09 | GTGGTCCGCA | X-11  | GGAGCCTCAG |
| G-03 | GAGCCCTCCA | Q-04 | AGTGCCTGA  | Y-20  | AGCCGTGGAA |
| G-05 | CTGAGACGGA | Q-09 | GGCTAACCGA | Z-04  | AGGCTGTGCT |
| G-19 | GTCAGGGCAA | Q-14 | GGACGCTTCA | AB-03 | TGGCGCACAC |
| H-18 | GAATCGGCCA | R-03 | ACACAGAGGG | AH-01 | TCCGCAACCA |
| H-20 | GGGAGACATC | R-04 | CCCGTAGCAC | AK-20 | TGATGGCGTC |
| I-07 | CAGCGACAAG | R-09 | TGAGCACGAG | AL-09 | TGGCGCACAC |
| I-16 | TCTCCGCCCT | T-07 | CGCAGGCTGT | AS-13 | CACGGACCGA |
| J-09 | TGAGCCTCAC | U-01 | ACGGACGTCA | AZ-20 | CATCACCCCT |

Els gels d'agarosa es feren córrer d'acord a les indicacions del fabricant, utilitzant-se cubetes horitzontals Bio-Rad amb TBE 1x de diferents mides (75 V fins a un màxim de 120 V, a raó aproximada de 5V per cm de separació entre elèctrodes durant 1 hora i 30 minuts o fins a 3 h, segons la cubeta).

D'acord a l'amplada de les dents de les pintes utilitzades es carregà un volum entre 15 i 25 µl. S'afegí 6x Loading Dye Solution (Fermentas) a les mostres i al marcador de pesos moleculars i les dilucions es realitzaren amb aigua bidestil·lada autoclavada.

Els primers gels es fotografiaren amb llum ultravioleta mitjançant transil·luminador i cambra fotogràfica Polaroid ajustada per aconseguir una definició òptima de la fotografia (grau d'obertura del diafragma 8 i temps d'exposició 8-11). La fotografia es prenia a una distància focal fixa de 34 cm. Per als darrers gels, es realitzà la captura de la imatge i la posterior anàlisi amb l'aparell Gel Doc, amb el programa Volumes per a determinar la quantitat de DNA i el programa Band Analysis per a estimar la mida de les bandes RAPD (Bio-Rad Laboratories, 2002).

#### 3.3.3.4. Anàlisi de bandes PCR-RAPD

Les bandes s'avaluaren com a present (1) o absent (0). Només les bandes que apareixien de forma consistent entre electroforesis es van considerar com a presents

quan s'avaluaven de forma combinada les entrades. Les bandes poc visibles no es van considerar ja que presumiblement no són marcadors fiables. S'utilitzaren nivells de sensibilitat entre 1,015 i 2,176 del programa Band Analysis (Bio-Rad Laboratories, 2002).

S'estimaren les distàncies genètiques mitjançant el coeficient de Jaccard (Jaccard, 1908), ja que és un mètode molt utilitzat i recomanat per a marcadors moleculars RAPD (Duarte *et al*, 1999a). S'utilitzà el macro %DISTANCE per a obtenir el coeficient de Jaccard transformat com a mesura de distància d'acord a Anderberg (1973).

A partir de les dues rèpliques realitzades de forma independent per a cada planta, s'estimà l'error estàndard de les distàncies genètiques per càlcul derivat del mètode Delta per a probabilitats petites (Rao, 1973). Es consideraren el nombre de bandes presents en ambdues rèpliques (a); bandes presents només en la rèplica 1 (b) i bandes presents només en la rèplica 2 (c), i s'assumí que la probabilitat d'observar falsos positius era petita i inferior a la probabilitat de no observar bandes amplificables.

A partir de la matriu de distàncies es realitzà una anàlisi d'agrupació (procediment CLUSTER, mètode Average Linkage, que correspon al mètode UPGMA) i s'obtingué un dendrograma per a descriure la proximitat dels genotips.

Totes les anàlisis estadístiques es van realitzar mitjançant el paquet estadístic SAS (SAS Institute, 1999).



## 4. RESULTATS

### 4.1. COL·LECTA DE GERMOPLASMA GANXET I AVALUACIÓ D'ENTRADES

#### 4.1.1. Col·lecta de germoplasma ganxet

Durant 1991 i 1992 es van col·lectar i registrar 48 entrades de germoplasma presumptament Ganxet (entrades any 1993, taula 4.1.1.I.). El banc de germoplasma de la Universitat Politècnica de València (UPV), va permetre completar la col·lecció amb 47 entrades més (entrades anys 1986 a 1988, taula 4.1.1.I.).

Taula 4.1.1.I. Entrades del banc de llavors amb el número de registre, any de la col·lecta, població d'origen quan es tracta de poblacions sense altre origen conegut, productor o subministrador, origen remot conegut d'acord a la informació facilitada per el productor o subministrador i altres comentaris durant la col·lecta. Les entrades amb llavor viable s'indiquen ombrejades amb blau.

| Entrada | Anys<br>entrada | Lloc origen col·lecta     | Productor               | Origen remot<br>conegut | Altres |
|---------|-----------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--------|
| C1      | 1993            | Palou, Granollers         | Vicenç Cadafalch        |                         |        |
| C2      | 1993            | La Roca del Vallès        | Josep Jané Pont         |                         |        |
| C3      | 1993            | Parets del Vallès         | Pere Artigas            |                         |        |
| C4      | 1993            | Cardedeu                  | Josep Ma Vila           |                         |        |
| C5      | 1993            | Les Franqueses del Vallès | Jaume Mirambell         |                         |        |
| C6      | 1993            | Sta. Perpètua de Mogoda   | Daniel Alemany          |                         |        |
| C7      | 1993            | Polinyà                   | Ramon Bonamich          |                         |        |
| C8      | 1993            | Sentmenat                 | Josep Ma Costa          |                         |        |
| C9      | 1993            | Polinyà                   | Josep Ma Manubens       |                         |        |
| C10     | 1993            | Castellar del Vallès      | Casamada Forn           |                         |        |
| C11     | 1993            | Palou, Granollers         | Vicenç Figuls           |                         |        |
| C12     | 1993            | Les Franqueses del Vallès | Baldiri Pericas         |                         |        |
| C13     | 1993            | La Roca del Vallès        | Josep Jané Pont         |                         |        |
| C14     | 1993            | Les Franqueses del Vallès | Jaume Mirambell         |                         |        |
| C15     | 1993            | Castellar del Vallès      | Casamada                |                         |        |
| C16     | 1993            | Palau de Plegamans        | Pere Soley              |                         |        |
| C17     | 1993            | Palau de Plegamans        | Serracanta              |                         |        |
| C18     | 1993            | Maçanet de la Selva       | Josep Serra Aragay      |                         |        |
| C19     | 1993            | Fogars de Tordera         | Josep Viladecans        |                         |        |
| C20     | 1993            | Maçanet de la Selva       | Jaume Pou Heras         |                         |        |
| C21     | 1993            | Arbúcies                  | Miquel Alemany          |                         |        |
| C22     | 1993            | ?                         | ?                       |                         |        |
| C23     | 1993            | Arenys de Munt            | Cal Cornei              |                         |        |
| C24     | 1993            | La Roca del Vallès        | Josep Bramana. Cal Bord |                         |        |

Taula 4.1.II. (cont.)

| Entrada | Any entrada | Lloc origen colecta      | Productor                | Origen remot Conegut | Altres       |
|---------|-------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------|
| C25     | 1993        | Tordera                  | Can Gay                  |                      |              |
| C26     | 1993        | La Batllòria             | Can Barneda              |                      |              |
| C27     | 1993        | La Roca del Vallès       | Josep Estapé. Can Patau  |                      |              |
| C28     | 1993        | Sentmenat                | Can Castellet de la Riba |                      |              |
| C29     | 1993        | Viladecavalls            | Cal Martinet             |                      |              |
| C30     | 1993        | Arenys de Munt           | Can Negret               |                      |              |
| C31     | 1993        | Sant Medir (Girona)      | Can Pere                 |                      |              |
| C32     | 1993        | La Roca del Vallès       | Esteve Grau              |                      |              |
| C33     | 1993        | Mercat Central Sabadell  | Cooperativa de Tordera   |                      |              |
| C34     | 1993        | Bescanó                  | Can Ventura              |                      |              |
| C35     | 1993        | Bordils (Girona)         | Can Batista              |                      |              |
| C36     | 1993        | Sabadell                 | Els Campos               | Bigues               |              |
| C37     | 1993        | Togores                  | Can Vilà                 |                      |              |
| C38     | 1993        | Vilobí d'Onyar           |                          |                      |              |
| C39     | 1993        | Sentmenat                | Joan Fruitós             |                      |              |
| C40     | 1993        | Sabadell                 | Sent Sovi                | Castellar del Vallès |              |
| C41     | 1993        | Polinyà                  | Can Gabarra              |                      |              |
| C42     | 1993        | Bescanó                  | ?                        |                      |              |
| C43     | 1993        | Molins de Rei            | Margarida Estrada        | Palau de Plegamans   |              |
| C44     | 1993        | Sabadell                 | Cal Alemany              | Parets del Vallès    |              |
| C45     | 1986        | Sta. Agnès de Malanyanes | Miquel                   | Breda                |              |
| C46     | 1986        | Sta. Agnès de Malanyanes | Marc                     | Arbúcies             |              |
| C47     | 1987        | Piera                    | Cal Viel                 |                      |              |
| C48     | 1987        | St. Cugat del Vallès     | Albert Cahís             |                      |              |
| C49     | 1987        | Lliçà de Munt            | Vicenç Dantí             |                      |              |
| C50     | 1987        | Montornès                | Cornet                   | Canet de Mar         |              |
| C51     | 1987        | Tordera                  | Barceló                  |                      |              |
| C52     | 1987        | Sta. Cristina d'Aro      | J. Jordà. Mas Bagué      |                      |              |
| C53     | 1987        | Arenys de Mar            | Framis                   |                      |              |
| C54     | 1987        | Arbúcies                 | Cal Sastre               |                      |              |
| C55     | 1987        | Argentona                | Oliveras                 |                      |              |
| C56     | 1987        | Arenys de Munt           | Roig                     |                      |              |
| C57     | 1987        | Arenys de Munt           | J. Salvà. Can Novas      |                      |              |
| C58     | 1987        | Caldes de Montbui        | D. Casabaixó             |                      |              |
| C59     | 1988        | Argentona                | L. Serra                 |                      |              |
| C60     | 1988        | Arenys de Munt           | A. Anglès                | Canyamàs             |              |
| C61     | 1988        | Monistrol de Montserrat  | Cal Montclar             | El Bages             |              |
| C63     | 1988        | Martorell                | El Castell               | El Baix Llobregat    |              |
| C64     | 1988        | Terrassa                 | Mercat                   | El Maresme           |              |
| C66     | 1993        | Dos Rius                 | Josep Jo                 |                      |              |
| C67     | 1993        | Cassà de la Selva        | Can Panís                |                      |              |
| C68     | 1993        | La Roca del Vallès       | Esteve Grau              |                      | Ganxet negre |
| C69     | 1986        | Vallbona d'Anoia         | Mercè Saumell            |                      |              |
| C70     | 1986        | Tordera                  | Xavier Bodyo             |                      |              |

Taula 4.1.1.I (cont.)

| Entrada | Any entrada | Lloc origen col·lecta              | Productor                  | Origen remot conegut | Altres          |
|---------|-------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------|
| C71     | 1986        | Sentmenat                          | Joan Sala                  |                      |                 |
| C72     | 1986        | Arenys de Munt                     |                            | Malgrat              |                 |
| C73     | 1986        | Navàs                              | Josep Catllà               |                      |                 |
| C74     | 1986        | Granollers                         | Guitet                     |                      |                 |
| C75     | 1986        | Caldes de Montbui                  | Josep Bernadés             |                      |                 |
| C76     | 1986        | Palau de Plegamans                 | Manyosa Caral              |                      |                 |
| C77     | 1986        | Sant Just                          | Can Llevallol              |                      |                 |
| C78     | 1987        | Riells del Montseny                | Diego Torras               |                      |                 |
| C79     | 1987        | Cabrera de Mar                     | Jaume Ginester. Can Orban  |                      |                 |
| C80     | 1987        | Palau de Plegamans                 | Campabadal                 |                      |                 |
| C81     | 1987        | Vilafranca del Penedès             | Antònia Rovira             |                      |                 |
| C82     | 1987        | Lliçà de Munt                      | Antoni Regales. Can Moncau |                      |                 |
| C83     | 1987        | Sentmenat                          | Cal Carnisser              |                      |                 |
| C84     | 1987        | Sabadell                           | Cal Alemany                |                      |                 |
| C85     | 1987        | Palma de Cervelló                  | Antoni Busquet             |                      |                 |
| C86     | 1987        | Riells del Fai                     | Feliu Madaula              |                      |                 |
| C87     | 1987        | Arenys de Mar                      | Joan Mora                  |                      |                 |
| C88     | 1987        | Blanes                             | Pica                       |                      |                 |
| C89     | 1987        | Palau de Plegamans                 | Duran                      |                      |                 |
| C90     | 1987        | Caldes de Montbui                  | Can Camp de Pedrós         |                      |                 |
| C91     | 1988        | Sta. M <sup>a</sup> de Martorelles | Enric Navarro. Can Girona  |                      |                 |
| C92     | 1988        | La Roca del Vallès                 | Fortí. Can Groc            |                      |                 |
| C93     | 1988        | El Masnou                          | Jordi Jordana              |                      |                 |
| C94     | 1988        | St. Cugat del Vallès               | Ramon Montull              |                      |                 |
| C95     | 1988        | Molins de Rei.                     | Jaume Rius                 |                      | Des del 1918    |
| C96     | 1988        | Marganell                          | Can Pujolet                |                      |                 |
| C97     | 1993        | La Roca del Vallès                 | Esteve Grau                |                      | Pot ser híbrida |

A simple vista s'observà que hi havia força variabilitat a nivell de gra tant dins com entre entrades (figura 4.1.1.I.).

De les entrades C1, C5-C7, C19, C22, C30 C44, C47, C60, C64, C67, C68, C71, C72, C74, C75, C81, C83, C87 i C93 no es disposava de suficient quantitat de llavor per a realitzar proves d'assaig de camp, per el que es determinà procedir a la seva multiplicació ja que conservaven prou capacitat de germinació.

De les entrades C52, C54, C57, C59, C66, C69, C70, C76-C80, C84-C86, C88-C92 i C94-C97 es disposava de poca llavor i resultaren ser inviàbles, per el que es consideraren entrades perdudes del banc de llavors de l'ESAB.



El banc de llavors, doncs, quedà constituït per un total de 69 entrades amb llavor viable, de les que es disposava de prou llavor de 48 entrades per a realitzar un assaig agronòmic durant 1993 i calia multiplicar 21 entrades.

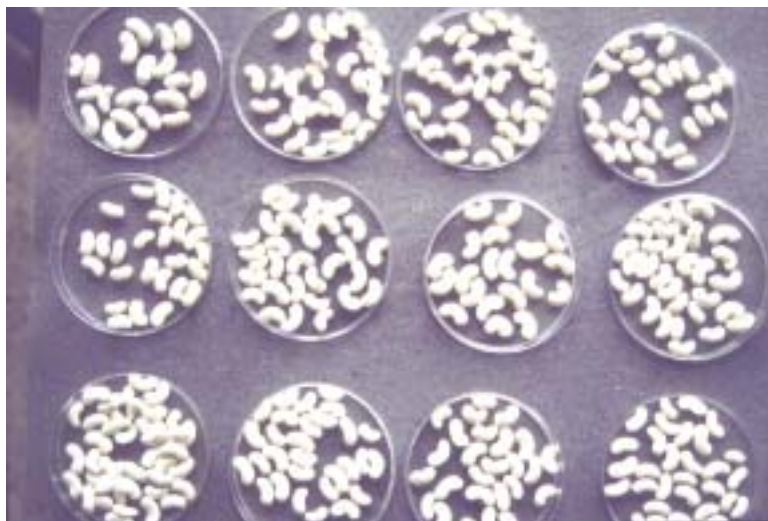


Figura 4.1.1.I. Mostres aleatòries de llavors de diverses entrades de germoplasma Ganxet. S'observa la variabilitat existent dins i entre entrada.

#### 4.1.2. Avaluació morfoagronòmica d'entrades

El material a assajar va quedar constituït per 48 entrades. Les entrades 17, per problemes de nascència, i 49, perquè resultà ser nana, van haver de ser eliminades durant l'assaig de camp.

Totes les entrades presentaren plantes de creixement indeterminat enfiladís (tipus IV), entrenusos llargs, fulles i beines verd fosc i flors blanques. La floració es donà al voltant de 45 dies després de la sembra i les tavelles maduraren uns 60 dies després de la floració.

Es van detectar diferències significatives entre entrades per a tots els caràcters avaluats excepte per al percentatge de llavors afectades per *Colletotrichum lindemuthianum* (taula 4.1.2.I.). Per a la resta de caràcters, a excepció del grau de ganxo, foren significatius els efectes localitat i bloc, però per a cap, la interacció entre entrada i localitat. Per a la precocitat, només es va avaluar l'efecte genotip al ser estudiada només a la localitat 1.

El grau de ganxo va resultar ser un caràcter poc sensible a la influència ambiental comparat amb els altres caràcters, components de la producció. Les diferències entre entrades eren considerables per aquest caràcter (taula 4.1.2.II.). Cinc entrades presentaven un grau de ganxo inferior o igual a 1 (escala 0 a 3, figura 3.1.2.2.I.), equivalent al testimoni White Kidney.

Taula 4.1.2.I. Resultats de l'anàlisi de la variància (valors F) per als caràcters morfoagronòmics de 46 entrades de germoplasma Ganxet.

|                                                        | Font de variació |               |         |       |
|--------------------------------------------------------|------------------|---------------|---------|-------|
|                                                        | Entrada (g)      | Localitat (l) | Bloc    | g x l |
| <b>Precocitat a maduració<sup>1</sup></b>              | 2,54***          | †             | 8,36*** | †     |
| <b>Nombre de tavelles<sup>2</sup></b>                  | 1,64***          | 11,5***       | 10,8*** | 1,13  |
| <b>Longitud de tavella (cm)</b>                        | 2,33**           | 4,33*         | 7,7***  | 0,54  |
| <b>Nombre de llavors per tavella</b>                   | 5,95***          | 56,3***       | 5,6***  | 0,93  |
| <b>Grau de Ganxo<sup>3</sup></b>                       | 37,06***         | 2,8           | 0,67    | 1,08  |
| <b>Pes de 100 llavors (g)</b>                          | 11,46***         | 8,7***        | 2,5*    | 1,14  |
| <b>Incidència de <i>Colletotrichum</i><sup>4</sup></b> | 1,34             | 1,43          | 3,9***  | 0,82  |
| <b>Producció (kg/parcel·la)<sup>5</sup></b>            | 3,93***          | 612,8***      | 3,7***  | 0,83  |

1 Precocitat a maduració relativa d'acord a l'escala: 1=molt primerenca 10=molt tardana.

2 Nombre de tavelles en un transecte lineal d'un metre a 0,8 cm d'alçada.

3 Grau de ganxo d'acord a l'escala: 0=sense ganxo 3=ganxo màxim.

4 Percentatge de llavors afectades per *Colletotrichum lindemuthianum*.

5 La parcel·la incloïa 30 plantes a una densitat de 64.000 plantes/ha.

\*  $p \leq 0,05$

\*\*  $p \leq 0,01$

\*\*\*  $p \leq 0,001$

† caràcter avaluat només a una localitat

Es van trobar importants diferències per tots els caràcters a excepció de longitud de tavella, per el que la variabilitat estimada a partir del coeficient de variació no arribà al 5% (taula 4.1.2.III.).

La producció resultà associada a moltes llavors per beina, petites i amb poc grau de ganxo (taula 4.1.2.IV.) així com amb una menor incidència del fong *Colletotrichum lindemuthianum*.

Taula 4.1.2.II. Valors mitjans per als caràcters morfoagronòmics de 46 entrades de germoplasma Ganxet considerant les dues localitats excepte per al caràcter precocitat que es va controlar únicament a la localitat 1. Les entrades estan ordenades per producció decreixent. Per cada caràcter s'indica la mínima diferència significativa (MDS  $p \leq 0,05$ ).

| Entrada | Precocitat a maduració <sup>1</sup> | Nombre de tavelles <sup>2</sup> | Longitud de tavel·la (cm) | Nombre de llavors per tavel·la | Grau de Ganxo <sup>3</sup> | Pes de 100 llavors (g) | Incidència de <i>Colletotrichum</i> <sup>4</sup> | Producció (kg/parcel·la) <sup>5</sup> |
|---------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 31      | 3,0                                 | 26,6                            | 14,3                      | 5,6                            | 0,7                        | 37,3                   | 2,9                                              | 1,754                                 |
| 12      | 6,7                                 | 21,0                            | 15,0                      | 5,7                            | 0,9                        | 40,3                   | 7,2                                              | 1,649                                 |
| 29      | 5,2                                 | 21,3                            | 13,6                      | 5,1                            | 0,8                        | 41,5                   | 5,4                                              | 1,562                                 |
| 42      | 7,3                                 | 19,4                            | 15,1                      | 5,1                            | 1,5                        | 42,3                   | 14,3                                             | 1,556                                 |
| 23      | 7,2                                 | 23,8                            | 14,6                      | 5,1                            | 1,7                        | 43,3                   | 3,1                                              | 1,527                                 |
| 28      | 6,5                                 | 22,5                            | 15,5                      | 5,8                            | 1,3                        | 45,3                   | 2,0                                              | 1,517                                 |
| 25      | 7,0                                 | 19,8                            | 15,4                      | 5,0                            | 1,9                        | 42,4                   | 6,9                                              | 1,513                                 |
| 21      | 7,5                                 | 22,1                            | 15,0                      | 5,1                            | 1,0                        | 44,0                   | 5,2                                              | 1,499                                 |
| 61      | 2,0                                 | 20,9                            | 15,5                      | 5,6                            | 1,2                        | 40,0                   | 3,3                                              | 1,497                                 |
| 9       | 5,0                                 | 18,4                            | 15,2                      | 5,2                            | 1,1                        | 40,1                   | 4,5                                              | 1,493                                 |
| 41      | 6,2                                 | 20,0                            | 15,1                      | 5,4                            | 1,3                        | 42,4                   | 15,1                                             | 1,491                                 |
| 38      | 5,7                                 | 19,8                            | 14,3                      | 5,1                            | 0,9                        | 39,0                   | 1,8                                              | 1,482                                 |
| 26      | 7,0                                 | 18,6                            | 14,8                      | 5,7                            | 1,1                        | 42,8                   | 2,7                                              | 1,472                                 |
| 53      | 6,2                                 | 20,1                            | 15,2                      | 5,8                            | 1,5                        | 38,8                   | 8,4                                              | 1,472                                 |
| 32      | 6,0                                 | 17,8                            | 14,5                      | 4,0                            | 2,5                        | 46,8                   | 3,9                                              | 1,468                                 |
| 13      | 7,5                                 | 20,4                            | 15,6                      | 4,7                            | 1,8                        | 45,6                   | 12,7                                             | 1,449                                 |
| 48      | 7,7                                 | 20,9                            | 15,2                      | 4,9                            | 1,3                        | 44,6                   | 11,8                                             | 1,445                                 |
| 34      | 7,5                                 | 22,5                            | 14,6                      | 5,3                            | 1,1                        | 41,3                   | 10,7                                             | 1,441                                 |
| 43      | 4,0                                 | 22,9                            | 15,0                      | 5,2                            | 1,7                        | 44,3                   | 7,2                                              | 1,441                                 |
| 20      | 6,5                                 | 19,7                            | 15,1                      | 5,2                            | 2,1                        | 43,6                   | 1,8                                              | 1,436                                 |
| 51      | 7,5                                 | 18,4                            | 13,9                      | 4,2                            | 1,3                        | 48,1                   | 3,5                                              | 1,436                                 |
| 10      | 6,7                                 | 18,6                            | 17,0                      | 5,6                            | 1,5                        | 45,8                   | 7,8                                              | 1,423                                 |
| 14      | 7,2                                 | 20,0                            | 14,9                      | 4,0                            | 1,3                        | 56,8                   | 12,5                                             | 1,422                                 |
| 8       | 6,7                                 | 19,8                            | 15,6                      | 5,4                            | 1,6                        | 43,9                   | 7,9                                              | 1,408                                 |
| 24      | 6,2                                 | 22,3                            | 14,3                      | 3,7                            | 2,4                        | 51,3                   | 5,0                                              | 1,399                                 |
| 58      | 5,3                                 | 23,0                            | 14,6                      | 4,2                            | 2,0                        | 45,0                   | 12,1                                             | 1,396                                 |
| 56      | 6,7                                 | 27,0                            | 14,3                      | 4,3                            | 1,2                        | 46,2                   | 5,1                                              | 1,384                                 |
| 37      | 7,2                                 | 17,6                            | 13,9                      | 5,0                            | 1,6                        | 46,1                   | 5,5                                              | 1,377                                 |
| 2       | 7,0                                 | 18,8                            | 14,1                      | 3,9                            | 1,5                        | 61,9                   | 15,3                                             | 1,364                                 |
| 15      | 6,7                                 | 23,4                            | 16,6                      | 5,4                            | 1,5                        | 40,6                   | 17,0                                             | 1,362                                 |
| 33      | 6,2                                 | 18,5                            | 14,5                      | 4,0                            | 2,2                        | 46,9                   | 7,6                                              | 1,343                                 |
| 35      | 7,2                                 | 20,4                            | 15,4                      | 5,0                            | 2,0                        | 46,0                   | 8,6                                              | 1,342                                 |
| 39      | 7,5                                 | 21,0                            | 15,2                      | 4,9                            | 1,6                        | 42,1                   | 4,7                                              | 1,338                                 |
| 16      | 7,0                                 | 20,5                            | 15,3                      | 5,1                            | 1,1                        | 41,0                   | 16,5                                             | 1,336                                 |
| 27      | 7,5                                 | 22,3                            | 16,0                      | 4,3                            | 2,3                        | 50,7                   | 9,3                                              | 1,333                                 |
| 3       | 5,0                                 | 16,5                            | 14,7                      | 3,9                            | 2,8                        | 47,1                   | 6,4                                              | 1,320                                 |

Taula 4.1.2.II. (cont.)

|     |     |      |      |     |     |      |      |       |
|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|-------|
| 18  | 6,7 | 24,5 | 14,8 | 4,1 | 2,1 | 47,7 | 10,0 | 1,319 |
| 11  | 8,0 | 16,5 | 15,3 | 4,9 | 1,7 | 44,3 | 13,3 | 1,301 |
| 4   | 6,5 | 20,6 | 14,5 | 3,7 | 2,7 | 46,6 | 10,3 | 1,280 |
| 36  | 6,5 | 22,4 | 14,2 | 4,1 | 2,7 | 47,5 | 7,7  | 1,273 |
| 55  | 6,0 | 25,5 | 14,6 | 3,8 | 2,7 | 46,7 | 5,9  | 1,237 |
| 45  | 6,5 | 22,3 | 13,9 | 3,9 | 2,6 | 49,4 | 13,9 | 1,195 |
| 40  | 5,5 | 18,1 | 14,0 | 3,9 | 2,8 | 47,6 | 9,1  | 1,187 |
| 46  | 6,2 | 23,5 | 14,5 | 4,4 | 2,8 | 46,1 | 6,5  | 1,168 |
| 50  | 6,2 | 19,3 | 14,4 | 3,7 | 2,7 | 48,3 | 9,4  | 1,161 |
| 63  | 6,0 | 16,3 | 15,1 | 4,4 | 1,7 | 45,7 | 14,6 | 1,090 |
| MDS | 1,7 | 5,2  | 1,2  | 0,7 | 0,3 | 3,7  | NS†  | 0,181 |

1 Precocitat a maduració relativa d'acord a l'escala: 1=molt primerenca 10=molt tardana.

2 Nombre de tavelles en un transecte lineal d'un metre a 0.8 cm d'alçada.

3 Grau de ganxo d'acord a l'escala: 0=sense ganxo 3=ganxo màxim.

4 Percentatge de llavors afectades per *Colletotrichum lindemuthianum*.

5 La parcel·la inclou 30 plantes a una densitat de 64.000 plantes/ha.

†NS No significatiu

Taula 4.1.2.III. Variabilitat en els caràcters morfoagronòmics avaluats en 46 entrades de germoplasma Ganxet. Per cada caràcter s'indica la mitjana, valor màxim i mínim, coeficient de variació (%) i mínima diferència significativa (MDS  $p \leq 0,05$ ).

| Caràcter                                               | Mitjana | Màxim | Mínim | CV(%) | MDS   |
|--------------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Precocitat a maduració<sup>1</sup></b>              | 6,5     | 7,0   | 2,0   | 28,1  | 1,7   |
| <b>Nombre de tavelles<sup>2</sup></b>                  | 20,8    | 27,0  | 16,3  | 11,9  | 5,2   |
| <b>Longitud de tavel·la (cm)</b>                       | 14,9    | 17,0  | 13,6  | 4,5   | 1,2   |
| <b>Nombre de llavors per tavel·la</b>                  | 4,7     | 5,8   | 3,7   | 13,9  | 0,7   |
| <b>Grau de Ganxo<sup>3</sup></b>                       | 1,7     | 2,8   | 0,7   | 35,9  | 0,3   |
| <b>Pes de 100 llavors (g)</b>                          | 45,1    | 61,9  | 37,3  | 9,7   | 3,7   |
| <b>Incidència de <i>Colletotrichum</i><sup>4</sup></b> | 8,3     | 17,0  | 1,8   | 53,2  | NS†   |
| <b>Producció (kg/parcel·la)<sup>5</sup></b>            | 1,390   | 1,754 | 1,090 | 9,1   | 0,181 |

1 Precocitat a maduració relativa d'acord a l'escala: 1=molt primerenca 10=molt tardana.

2 Nombre de tavelles en un transecte lineal d'un metre a 0,8 cm d'alçada.

3 Grau de ganxo d'acord a l'escala: 0=sense ganxo 3=ganxo màxim.

4 Percentatge de llavors afectades per *Colletotrichum lindemuthianum*.

5 La parcel·la inclou 30 plantes a una densitat de 64.000 plantes/ha.

†NS No significatiu

No es va trobar, però, correlació entre la producció i nombre de tavelles, longitud de la tavella o precocitat a maduració. El pes de 100 llavors resultà negativament correlacionat amb el nombre de llavors per tavella però en canvi, la longitud de la tavella no estava correlacionada amb el pes de 100 llavors.

Taula 4.1.2.IV. Coeficients de correlació de Pearson (r) de les variables morfoagronòmiques estudiades per a 46 entrades de germoplasma Ganxet. Les correlacions significatives ( $p \leq 0,05$ ) es destaquen ombrejades.

|                                     | Nombre de beines | Pes de 100 llavors | Grau de ganxo  | Precocitat a maduració | Longitud de la tavella | Nombre de llavors per tavella | Incidència de <i>Colletotrichum</i> |
|-------------------------------------|------------------|--------------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Pes de 100 Llavors                  | -0,13            |                    |                |                        |                        |                               |                                     |
| Grau de ganxo                       | -0,04            | <b>0,44 *</b>      |                |                        |                        |                               |                                     |
| Precocitat a maduració              | 0,18             | -0,18              | 0,09           |                        |                        |                               |                                     |
| Longitud de tavella                 | -0,06            | -0,22              | -0,16          | -0,28                  |                        |                               |                                     |
| Nombre de llavors per tavella       | 0,03             | <b>-0,72 *</b>     | <b>-0,74 *</b> | -0,03                  | <b>0,49 *</b>          |                               |                                     |
| Incidència de <i>Colletotrichum</i> | -0,10            | 0,22               | 0,03           | -0,13                  | 0,14                   | -0,21                         |                                     |
| Producció                           | -0,15            | <b>-0,47 *</b>     | <b>-0,68 *</b> | 0,11                   | 0,11                   | <b>0,66 *</b>                 | <b>-0,35 *</b>                      |

\*  $p \leq 0,05$

En general, totes les correlacions significatives entre caràcters diferents al grau de ganxo concordaven amb la revisió de Singh (1991). Les correlacions negatives entre el nombre de llavors per tavella, nombre de tavelles per planta i pes de 100 llavors trobades per Ranalli *et al.* (1991) van aparèixer només entre el nombre de llavors per tavella i pes de 100 llavors. Les altres dues correlacions no van ser significatives.

Les entrades més ganxudes, doncs, resultaven caracteritzades per una menor producció deguda a tavelles amb poques llavors i aquestes d'una mida mitjana (taula 4.1.2.III.).

L'anàlisi multivariant mostrà que el primer eix canònic explicava un 67% de la variació total; els dos primers eixos, el 84% i els tres primers eixos, un 88% de la variació total.

Els caràcters més correlacionats amb el primer eix foren el grau de ganxo (0,97); nombre de llavors per tavella (-0,60); producció (-0,45) i el pes de 100 llavors (0,41). Amb el segon eix els caràcters més correlacionats foren el pes de 100 llavors (0,82) i el nombre de llavors per tavella (-0,27). Amb el tercer eix, foren la longitud de la tavella (0,84); percentatge de llavors afectades per *Colletotrichum lindemuthianum* (0,37) i producció (-0,31).

L'anàlisi d'agrupació i el dendrograma subsegüent (figura 4.1.2.I.) van permetre distingir quatre grups principals (figura 4.1.2.II.), amb una distància mínima entre centroids dels grups de 0,5. L'examen dels components dels grups i els principals caràcters discriminants permetia assenyalar les característiques de les entrades incloses dins dels grups:

- Grup 1 amb les entrades 2 i 14. Caracteritzat per un grau de ganxo mig-baix (1,3-1,5), poques llavors per tavella (3,9-4,0), llavors grans (pes de 100 llavors de 56,8-61,9 g) i producció mitjana (1,364-1,422 kg/parcel·la).
- Grup 2 amb les entrades 3, 4, 55, 40, 36, 46, 45, 50, 32, 18, 33, 24 i 27. Caracteritzat per un grau de ganxo elevat-molt elevat (2,1-2,8), poques llavors per tavella (3,7-4,4), llavors de mida mitjana (pes de 100 llavors de 46,1-51,3) i producció mitjana-baixa (1,161-1,468 kg/parcel·la).
- Grup 3 amb les entrades 8, 39, 43, 23, 42, 53, 11, 13, 63, 20, 25, 35, 58, 10, 15, 9, 34, 61, 21, 26, 16, 28, 41, 48, 37, 51 i 56. Tot i aquest grup incloïa moltes entrades i resultava abastar rangs amplis, es caracteritzaria per un grau de ganxo mig (1,0-2,1), força llavors per tavella (4,2-5,8) i llavors de mida petita (pes de 100 llavors de 38,8-48,1). La producció resultà molt variada (1,090-1,556 kg/parcel·la) no sent determinant del grup. Dins d'aquest grup, però, s'apreciarien l'existència de dos subgrups en funció del grau de ganxo principalment, per a les entrades amb menor grau (1,0-1,6) i les de mig grau (1,4-2,1).
- Grup 4 amb les entrades 12, 38, 29 i 31. Caracteritzat per un grau de ganxo baix-molt baix (0,7-0,9), moltes llavors per tavella (5,1-5,9), llavors de mida petita (pes de 100 llavors de 37,3-41,5) i producció elevada (1,482-1,754 kg/parcel·la).

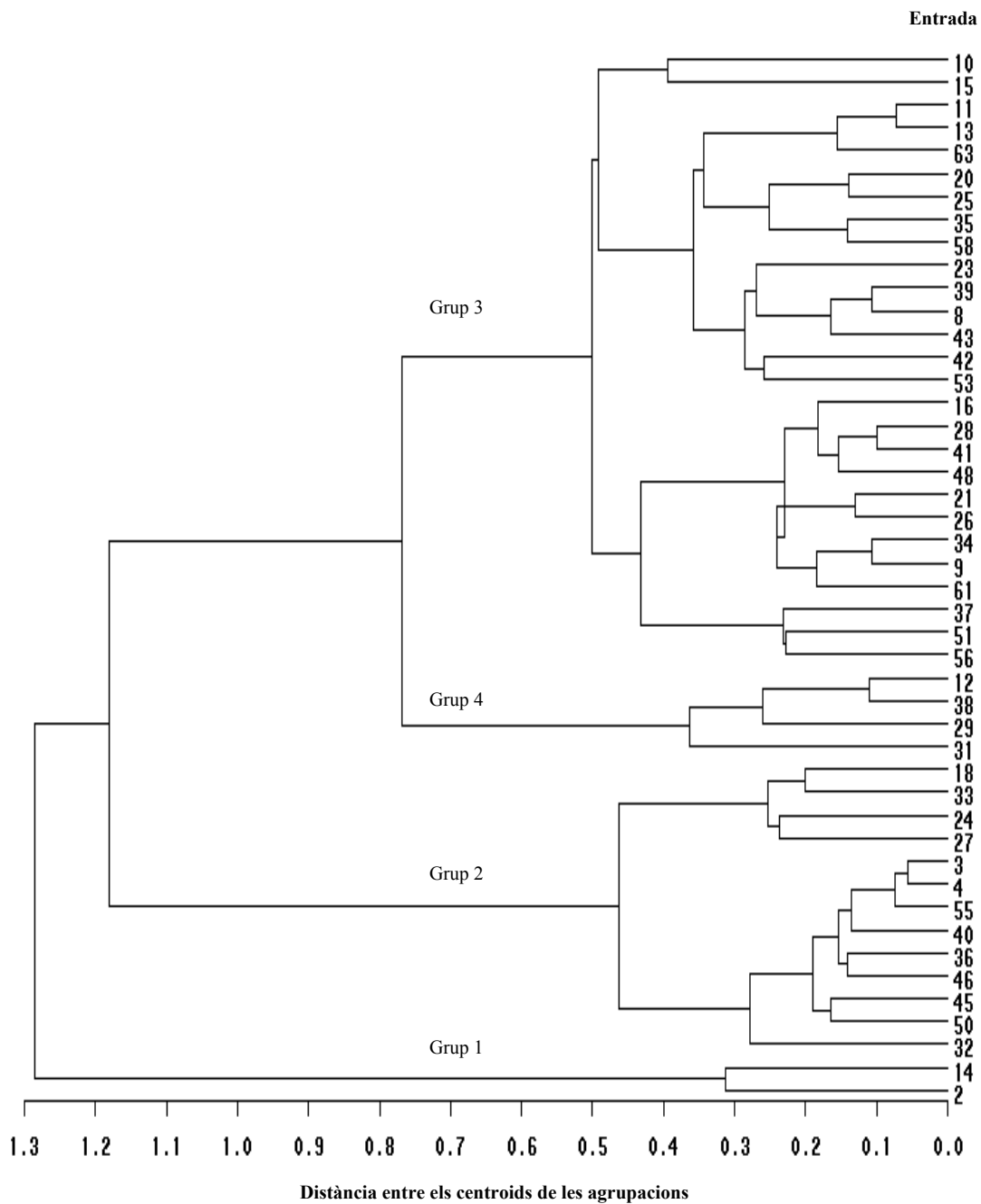


Figura 4.1.2.I. Dendrograma resultat de l'anàlisi d'agrupació amb les distàncies entre centroids de les diferents entrades. S'indiquen els quatre grups identificats.

Dins del grup 2, es situarien les poblacions amb trets característics Ganxet més acusats, amb llavors ganxudes (2,1 a 2,8), aplanades (caràcter no quantificat), amb poques llavors per tavella (entre 3,7 i 4,4) i llavors de mida mitjana (pes de 100 llavors entre 46,1 i 51,3g). Aquests materials eren poc productius (1,161-1,468 kg/parcel·la). Les

entrades 55, 45, 40, 46 i 50 no superaven significativament la producció de l'entrada menys productiva i que no pertanyia a aquest grup. Les entrades 36, 4, 18, 3, 27, 24 presentaven produccions considerables mitjanes dins del germoplasma Ganxet avaluat. Només l'entrada 32 es trobaria a prop de les produccions elevades amb 1,468 kg/parcel·la.

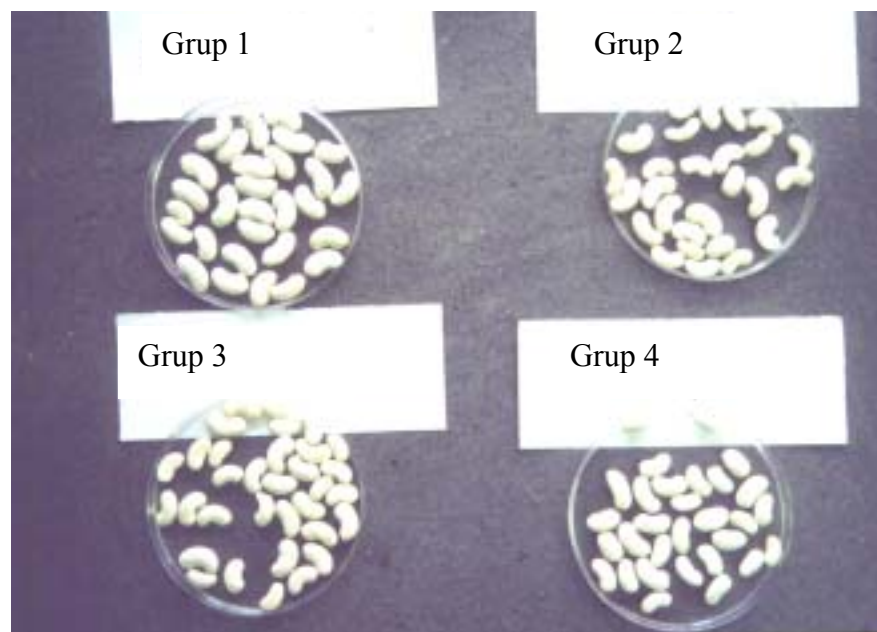


Figura 4.1.2.II. Mostres aleatòries de llavors d'entrades dels quatre grups principals de germoplasma Ganxet.

#### 4.1.3. Anàlisi físico-química de la llavor

La caracterització físico-química de la llavor es va realitzar per a 12 entrades representatives de la variabilitat existent dins del germoplasma Ganxet. Es van escollir les entrades indicades a la taula 4.1.3.I. atenent a l'anàlisi multivariant realitzat a partir dels trets morfoagronòmics i per tal de representar els grups principals de diversitat trobats (figura 4.1.2.II.). Es van elegir, dins de cada grup, entrades que presentessin baixa variabilitat en la morfologia de les llavors. Les entrades 12 i 21, amb un grau de ganxo igual o inferior a 1 i similar al del testimoni White Kidney, es van incloure també (apartat 4.1.2.). Es va comprovar, després de l'elecció, que les localitats de procedència de les entrades escollides abastaven tot el territori on la mongeta Ganxet té la seva màxima producció i consum (figura 1.6.1.I.).



Taula 4.1.3.I. Entrades escollides per a representar el ventall de diversitat del germoplasma Ganxet. Grup en el què es situà d'acord a caràcters morfoagronòmics, lloc de col·lecta i comarca a la que pertany.

| Entrada | Grup | Lloc de col·lecta    | Comarca           |
|---------|------|----------------------|-------------------|
| 2       | 1    | La Roca del Vallès   | Vallès Oriental   |
| 18      | 2    | Maçanet de la Selva  | La Selva          |
| 27      | 2    | La Roca del Vallès   | Vallès Oriental   |
| 32      | 2    | La Roca del Vallès   | Vallès Oriental   |
| 40      | 2    | Castellar del Vallès | Vallès Occidental |
| 10      | 3    | Castellar del Vallès | Vallès Occidental |
| 16      | 3    | Palau de Plegamans   | Vallès Oriental   |
| 23      | 3    | Arenys d'Amunt       | Maresme           |
| 21      | 3    | Arbúcies             | La Selva          |
| 37      | 3    | Togores              | Vallès Occidental |
| 53      | 3    | Arenys de Mar        | Maresme           |
| 12      | 4    | Les Franqueses       | Vallès Oriental   |

Per els paràmetres físico-químics de la llavor (taula 4.1.3.II.), només es van trobar diferències significatives entre entrades per el percentatge de proteïna i de cendres, mentre que l'efecte localitat fou significatiu per als caràcters percentatge de proteïna, percentatge de cendres i percentatge de fibra alimentària.

Les entrades amb més percentatge de proteïna resultaven presentar també un major grau de ganxo (taula 4.1.3.III.), és a dir, corresponien a les formes més tradicionals del tipus varietal Ganxet (correlació entre ambdós caràcters de 0,68).

Les entrades més ganxudes tenien menors percentatges de greix (correlació -0,75). Tant l'absorció d'aigua com la proporció d'episperma presentaren diferències significatives entre entrades (taula 4.1.3.II.). Cap dels dos caràcters presentà significació per a l'efecte localitat.

Es va observar correlació positiva (taula 4.1.3.III.) entre el grau de ganxo i la proporció d'episperma. En resum, les poblacions més ganxudes eren les que tenien més proteïna, menys greix i major proporció d'episperma.

Els caràcters físico-químics estudiats mostraren variabilitat entre entrades (taula 4.1.3.IV.).

Taula 4.1.3.II. Mitjanes i MDS ( $p \leq 0,05$ ) dels paràmetres físico-químics expressats en percentatge sobre matèria seca i corresponents a 12 entrades de germoplasma Ganxet escollides com a representatives de la variabilitat morfoagronòmica. S'afegeix com a referència el caràcter grau de ganxo.

| Entrada | Proteïna | Greix | Fibra alimentària | Sacarosa | Maltosa | Cendres | Episperma <sup>1</sup> | Absorció d'aigua <sup>2</sup> | Ganxo <sup>3</sup> |
|---------|----------|-------|-------------------|----------|---------|---------|------------------------|-------------------------------|--------------------|
| 40      | 27,63    | 1,48  | 27,60             | 0,80     | 0,25    | 3,79    | 8,90                   | 47,76                         | 2,8                |
| 32      | 26,05    | 1,77  | 29,40             | 0,75     | 0,25    | 3,87    | 8,60                   | 48,12                         | 2,5                |
| 18      | 26,02    | 1,54  | 25,30             | 0,85     | 0,30    | 3,83    | 8,39                   | 46,23                         | 2,1                |
| 27      | 25,94    | 1,60  | 27,60             | 0,75     | 0,35    | 3,85    | 8,50                   | 46,87                         | 2,3                |
| 21      | 25,34    | 2,05  | 27,40             | 0,75     | 0,25    | 3,93    | 7,75                   | 44,07                         | 1,0                |
| 10      | 25,97    | 2,10  | 26,40             | 0,85     | 0,25    | 4,00    | 7,45                   | 47,57                         | 1,5                |
| 2       | 25,76    | 2,03  | 28,40             | 0,75     | 0,25    | 3,75    | 7,60                   | 45,70                         | 1,5                |
| 16      | 25,51    | 1,79  | 28,40             | 0,75     | 0,25    | 3,88    | 8,39                   | 47,75                         | 1,1                |
| 37      | 25,10    | 2,05  | 26,30             | 0,65     | 0,45    | 4,03    | 8,27                   | 42,73                         | 1,6                |
| 23      | 24,48    | 1,99  | 27,90             | 0,65     | 0,40    | 3,88    | 8,17                   | 45,98                         | 1,7                |
| 12      | 23,27    | 2,03  | 26,70             | 0,75     | 0,30    | 3,84    | 8,22                   | 44,75                         | 0,9                |
| 53      | 23,26    | 1,82  | 27,25             | 0,85     | 0,35    | 4,03    | 8,33                   | 45,77                         | 1,5                |
| MDS     | 1,07     | NS†   | NS†               | NS†      | NS†     | 1,25    | 0,30                   | 2,57                          | 0,3                |

1 En percentatge, pes sec de la pell separada després de 6 hores de remull respecte al pes sec total de la llavor.

2 Aigua absorbida després de 12 hores de remull en percentatge respecte al pes inicial de les llavors.

3 Grau de ganxo d'acord a l'escala: 0=sense ganxo 3=ganxo màxim.

†NS No significatiu

Taula 4.1.3.III. Coeficients de correlació de Pearson ( $r$ ) de les variables físico-químiques més importants i grau de ganxo de 12 entrades de germoplasma Ganxet. Les correlacions significatives ( $p \leq 0,05$ ) es destaquen ombrejades.

|                     | Ganxo   | % Proteïna | % Greix | % Fibra alimentària | % Cendres | % Episperma |
|---------------------|---------|------------|---------|---------------------|-----------|-------------|
| % Proteïna          | 0,68 *  |            |         |                     |           |             |
| % Greix             | -0,75 * | 0,52       |         |                     |           |             |
| % Fibra alimentària | 0,16    | 0,14       | -0,01   |                     |           |             |
| % Cendres           | -0,32   | 0,35       | 0,45    | 0,34                |           |             |
| % Episperma         | 0,63 *  | 0,21       | -0,79 * | 0,16                | -0,30     |             |
| % Aigua Absorbida   | 0,52    | 0,50       | 0,54    | 0,43                | -0,28     | 0,29        |

\*  $p \leq 0,05$

Les entrades Ganxet avaluades presentaren un percentatge de proteïna (25,4%) superior, significativament ( $p \leq 0,05$ ), al testimoni White Kidney (21,2%) analitzat. Aquest testimoni presentava una composició nutricional en línia amb els valors indicats

per la FAO i el Department of Health, Education and Welfare d'Estats Units (FAO-HEW, 1968) i les Taules Nutricionals i Composició d'Aliments de la Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFL, 1989) per la mongeta. Les entrades Ganxet avaluades, en contrast, presentaven significatius alts nivells de proteïna i tendència a baix contingut en greix i superior proporció de pell (episperma).

Taula 4.1.3.IV. Variabilitat en els caràcters físico-químics més importants de la llavor de 12 entrades representatives de la variabilitat existent entre entrades Ganxet. Per cada caràcter s'indica la mitjana, valor màxim i mínim, coeficient de variació (%) i mínima diferència significativa (MDS  $p \leq 0,05$ ).

| Caràcter            | Mitjana | Màxim | Mínim | CV (%) | White Kidney <sup>1</sup> | MDS |
|---------------------|---------|-------|-------|--------|---------------------------|-----|
| % Proteïna          | 25,4    | 27,6  | 23,3  | 4,6    | 21,2                      | 1,6 |
| % Greix             | 1,85    | 2,10  | 1,48  | 11,4   | 4,77                      | NS† |
| % Fibra alimentària | 27,4    | 29,4  | 25,3  | 3,8    | -                         | NS† |
| % Episperma         | 8,2     | 8,9   | 7,4   | 5,2    | 7,4                       | 0,5 |

<sup>1</sup> Testimoni White Kidney

†NS No significatiu

## 4.2. SELECCIÓ INDIVIDUAL DINS I ENTRE ENTRADES

### 4.2.1. Criteris de selecció dins i entre entrades

De les entrades avaluades l'any 1993, es rebutjaren cinc entrades, 12, 21, 29, 31 i 38 ja que presentaven en conjunt un valor mitjà de grau de ganxo igual o inferior a 1 (taula 4.1.2.II.). Per a la resta d'entrades del banc amb llavor viable, es comprovà en quines es disposava d'un mínim de 14 llavors ganxudes seleccionables, indiferentment de si eren majoritàries dins de l'entrada. Es disposà finalment de 42 entrades. En els casos en què hi havia força llavors ganxudes, es seleccionaren 7 llavors grans i 7 llavors petites, sempre a l'atzar per a igualtat de característiques

Les entrades seleccionades varen ser: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 30, 32, 33, 36, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 47, 53, 55, 58, 60, 64, 67, 68, 71, 72, 74, 75, 81, 83, 87 i 93. El productor i la localitat d'origen de les entrades s'indica a la taula 4.1.1.I., en la que les entrades apareixen amb la denominació completa CN, on N correspon al nombre de les entrades.

#### 4.2.2. Selecció i obtenció de línies pures

Després de ser sembrades i aclarides, per cada una de les 42 entrades es constituí una subpoblació formada per 7 plantes. Es presentaren problemes de germinació, paràsits dels sòl i condicions climàtiques desfavorables que afectaren força plantes. L'estiu fou calorós i sec, amb temperatures més altres de les normals i precipitació escassa, arribant-se als 43°C el juliol i 37°C a l'agost. A partir de mitjans de setembre s'invertí la climatologia apareixent temperatures inferiors a les normals i intensos aiguats (DARP, 1989-1999). Per a mantenir la densitat de sembra fou necessari replantar a finals de juliol plantes als espais buits, però s'hagueren d'eliminar les entrades 13, 17, 32, 83 i 93 perquè no es disposava d'almenys dues plantes efectives.

L'anàlisi de la variància trobà diferències significatives entre entrades per tots els caràcters morfoagronòmics menys per producció i pes de 100 llavors. Per als caràcters amb diferències significatives (longitud del peduncle de la tavella, longitud de la tavella, llavors dolentes per tavella, llavors per tavella i grau de ganxo), l'efecte planta dins d'entrada fou significatiu en tots excepte per longitud del peduncle de la tavella. Per el grau de ganxo, a més, fou significatiu l'efecte avaluador si bé no la interacció entrada per avaluador.

L'existència de suficient variabilitat per el caràcter grau de ganxo dins de la majoria d'entrades, va permetre seleccionar dins d'entrada les plantes que presentaven un grau de ganxo no significativament diferent a la planta més ganxada de l'entrada. S'eliminà del procés de selecció l'entrada 68 perquè presentava llavor negra i menys ganxada. Per a les entrades en què l'anàlisi de la variància no trobà diferències significatives entre plantes, no es realitzà selecció (taula 4.2.2.I.).

D'un total de 172 plantes avaluades, se'n van descartar 29 i seleccionar 143.

L'anàlisi multivariant mostrà que el primer eix canònic explicava només un 36,5 % de la variació total; els dos primers eixos, el 54,3% i els tres primers eixos, un 71,6% de la variació total. Els caràcters més correlacionats amb el primer eix foren el nombre de llavors bones per tavella (-0,64); nombre de llavors per tavella (-0,63); nombre de llavors dolentes per tavella (0,55); longitud de la tavella (-0,51) i pes de 100 llavors (0,44). Amb el segon eix els caràcters més correlacionats foren el grau de ganxo (0,90)

i producció (-0,25). Amb el tercer eix, foren la producció (0,41); longitud del peduncle de la tavel·la (0,33) i grau de ganxo (0,25).

L'anàlisi d'agrupació obtingut per el mètode Ward's Minimum Variance (figura 4.2.2.I.) i per el mètode Average Linkage (figura 4.2.2.II.) i els dendrogrames subsegüents, tallant a una distància de 0,750 i 0,028 respectivament, van permetre distingir 11 grups principals. A la taula 4.2.2.II. s'indiquen les entrades per cada grup d'acord a la utilització conjunta dels dos mètodes.

Dins del grup 3, les entrades 3 i 6 i dins del grup 5, les entrades 40, 72 i 75 formaven un grup clarament diferenciable per el mètode de Ward's Minimum Variance.

Els grups 8 i 9 formaven un sol grup segons el mètode de Ward's Minimum Variance.

Les entrades 19 i 67 quedaven clarament segregades de la resta per el mètode Average Linkage, mentre que per el Ward's Minimum Variance, s'apropen en cada cas a altres entrades.

D'aquests 11 grups, els grups 8, 9, 10 i 11 incloïen entrades amb un grau de ganxo significativament inferior a l'entrada més ganxada (entrada 4 amb un grau de ganxo de 29,6) per el que es decidiren eliminar. Dels sets grups seleccionats, només el grup 5 incloïa una entrada, l'entrada 33, amb un grau de ganxo significativament inferior a l'entrada més ganxada.

Els resultats permetien identificar 7 grups amb valors molt elevats de grau de ganxo (27,3-29,6) i que diferien entre si per altres caràcters morfoagronòmics.

Dins d'aquests grups (1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7, taula 4.2.2.II.) es decidí seleccionar una planta representativa de cada un, i generar per autofecundació poblacions altament homogènies, considerables línies pures. Si bé qualsevol planta dins de qualsevol entrada de cada grup hauria estat un bon representant, es van escollir les plantes de les que es disposava de més llavors, almenys 300 llavors provinents d'autofecundació, per a poder realitzar l'assaig agronòmic l'any següent sense haver de multiplicar (taula 4.2.2.III.)

Taula 4.2.2.I. Resultats de la selecció de plantes dins d'entrada per el caràcter grau de ganxo. S'indica el valor de  $F$  de l'anàlisi de la variància realitzat per cada entrada i per el factor planta (les mesures dels quatre avaluadors serviren com a dades experimentals unitàries).

| <b>Entrada</b> | <b><math>F</math> (<math>p \leq 0,05</math>)</b> | <b>Nre. plantes<br/>avaluades</b> | <b>Nre. plantes<br/>eliminades</b> | <b>Nre. plantes<br/>seleccionades</b> |
|----------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1              | 3,30                                             | 6                                 | 2                                  | 4                                     |
| 3              | 21,98                                            | 6                                 | 3                                  | 3                                     |
| 4              | -                                                | 6                                 | 0                                  | 6                                     |
| 5              | 9,96                                             | 4                                 | 1                                  | 3                                     |
| 6              | -                                                | 5                                 | 0                                  | 5                                     |
| 7              | -                                                | 4                                 | 0                                  | 4                                     |
| 11             | 6,71                                             | 5                                 | 1                                  | 4                                     |
| 19             | -                                                | 4                                 | 0                                  | 4                                     |
| 20             | -                                                | 4                                 | 0                                  | 4                                     |
| 22             | 4,59                                             | 5                                 | 1                                  | 4                                     |
| 23             | 10,59                                            | 7                                 | 3                                  | 4                                     |
| 24             | 7,96                                             | 6                                 | 3                                  | 3                                     |
| 25             | 3,60                                             | 5                                 | 2                                  | 3                                     |
| 27             | -                                                | 6                                 | 0                                  | 6                                     |
| 30             | 12,00                                            | 4                                 | 1                                  | 3                                     |
| 33             | -                                                | 6                                 | 0                                  | 6                                     |
| 36             | 7,91                                             | 5                                 | 1                                  | 4                                     |
| 39             | -                                                | 3                                 | 0                                  | 3                                     |
| 40             | -                                                | 4                                 | 0                                  | 4                                     |
| 41             | -                                                | 4                                 | 0                                  | 4                                     |
| 44             | -                                                | 2                                 | 0                                  | 2                                     |
| 45             | -                                                | 3                                 | 1                                  | 2                                     |
| 46             | -                                                | 3                                 | 0                                  | 3                                     |
| 47             | 14,87                                            | 7                                 | 2                                  | 5                                     |
| 53             | -                                                | 5                                 | 0                                  | 5                                     |
| 55             | -                                                | 5                                 | 2                                  | 3                                     |
| 58             | -                                                | 2                                 | 0                                  | 2                                     |
| 60             | -                                                | 5                                 | 0                                  | 5                                     |
| 64             | 3,60                                             | 5                                 | 1                                  | 4                                     |
| 67             | 5,17                                             | 5                                 | 1                                  | 4                                     |
| 71             | 7,65                                             | 4                                 | 1                                  | 3                                     |
| 72             | -                                                | 5                                 | 0                                  | 5                                     |
| 74             | -                                                | 6                                 | 0                                  | 6                                     |
| 75             | -                                                | 5                                 | 0                                  | 5                                     |
| 81             | 5,14                                             | 6                                 | 2                                  | 4                                     |
| 87             | 3,67                                             | 5                                 | 1                                  | 4                                     |

Taula 4.2.2.II. Grups i entrades determinats per les agrupacions obtingudes combinant el mètode Average Linkage tallant a una distància de 0,028 i Ward's Minimum Variance, tallant a una distància de 0,750, ordenats per grau de ganxo. Per cada grup s'indiquen les entrades i els valors dels caràcters morfoagronòmics en què es trobaren diferències significatives entre entrades, així com la mínima diferència significativa (MDS  $p \leq 0,05$ ).

| Grup | Entrada | Longitud del peduncle de la tavella | Longitud de tavella (cm) | Nombre de llavors per tavella | Nombre de llavors dolentes per tavella <sup>1</sup> | Grau de Ganxo <sup>2</sup> |
|------|---------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|
| 1    | 19      | 10,7                                | 15,1                     | 3,5                           | 0,77                                                | 29,4                       |
| 2    | 64      | 9,5                                 | 13,9                     | 3,0                           | 0,85                                                | 29,4                       |
|      | 81      | 8,9                                 | 13,1                     | 2,9                           | 0,85                                                | 29,1                       |
|      | 20      | 9,8                                 | 14,8                     | 3,3                           | 0,81                                                | 28,4                       |
| 3    | 47      | 9,3                                 | 13,2                     | 2,8                           | 0,77                                                | 29,0                       |
|      | 23      | 9,3                                 | 13,6                     | 3,1                           | 0,75                                                | 28,7                       |
|      | 53      | 8,7                                 | 13,4                     | 2,9                           | 0,80                                                | 28,5                       |
|      | 74      | 9,3                                 | 13,3                     | 2,8                           | 0,81                                                | 28,5                       |
|      | 30      | 8,8                                 | 12,6                     | 2,6                           | 0,76                                                | 28,3                       |
|      | 6       | 10,1                                | 14,1                     | 3,1                           | 0,74                                                | 28,2                       |
|      | 3       | 11,1                                | 14,8                     | 3,5                           | 0,71                                                | 27,9                       |
| 4    | 36      | 10,3                                | 13,5                     | 2,7                           | 0,80                                                | 28,7                       |
|      | 44      | 10,6                                | 13,0                     | 2,5                           | 0,79                                                | 28,1                       |
|      | 1       | 10,4                                | 13,4                     | 2,8                           | 0,82                                                | 27,8                       |
| 5    | 4       | 8,8                                 | 14,0                     | 3,2                           | 0,79                                                | 29,6                       |
|      | 40      | 9,9                                 | 14,0                     | 3,4                           | 0,82                                                | 29,1                       |
|      | 60      | 7,8                                 | 13,9                     | 2,9                           | 0,80                                                | 28,5                       |
|      | 39      | 9,4                                 | 14,4                     | 3,3                           | 0,76                                                | 28,3                       |
|      | 25      | 8,8                                 | 14,3                     | 3,4                           | 0,80                                                | 28,3                       |
|      | 27      | 8,3                                 | 13,9                     | 3,1                           | 0,81                                                | 28,0                       |
|      | 87      | 8,5                                 | 13,8                     | 3,1                           | 0,79                                                | 27,8                       |
|      | 72      | 9,6                                 | 14,1                     | 3,5                           | 0,78                                                | 27,5                       |
|      | 75      | 9,8                                 | 13,6                     | 3,0                           | 0,83                                                | 27,7                       |
|      | 33      | 9,1                                 | 14,0                     | 3,3                           | 0,79                                                | 26,9                       |
| 6    | 24      | 11,4                                | 12,4                     | 2,2                           | 0,86                                                | 27,9                       |
|      | 5       | 9,6                                 | 12,4                     | 2,4                           | 0,82                                                | 27,5                       |
| 7    | 67      | 10,3                                | 12,4                     | 2,2                           | 0,93                                                | 27,3                       |
| 8    | 71      | 8,3                                 | 14,5                     | 3,7                           | 0,78                                                | 26,6                       |
| 9    | 22      | 7,2                                 | 12,4                     | 2,8                           | 0,83                                                | 25,6                       |
| 10   | 11      | 8,7                                 | 14,4                     | 3,3                           | 0,75                                                | 26,6                       |
|      | 58      | 10,2                                | 14,5                     | 3,4                           | 0,75                                                | 26,2                       |
|      | 55      | 9,3                                 | 13,8                     | 3,1                           | 0,79                                                | 25,8                       |
|      | 7       | 9,7                                 | 13,6                     | 3,1                           | 0,79                                                | 25,3                       |
|      | 41      | 8,8                                 | 14,3                     | 3,7                           | 0,75                                                | 24,1                       |
| 11   | 45      | 10,3                                | 13,8                     | 3,2                           | 0,75                                                | 25,6                       |
|      | 46      | 10,6                                | 13,8                     | 3,3                           | 0,81                                                | 24,2                       |
|      | MDS     | 1,9                                 | 0,75                     | 0,5                           | 0,05                                                | 2,18                       |

<sup>1</sup> Nombre de llavors dolentes per tavella (nlld) normalitzat amb la transformació  $\sqrt{((nlld/nll) + 0,5)}$  on nll és el nombre total de llavors per tavella.

<sup>2</sup> Grau de ganxo de la llavor, avaluat en una escala de 0 a 30, on el valor 0 s'associà a nul grau de ganxo. Cada planta va ser avaluada per quatre observadors independents, admetent-se valors ajustats a fraccions de 5.

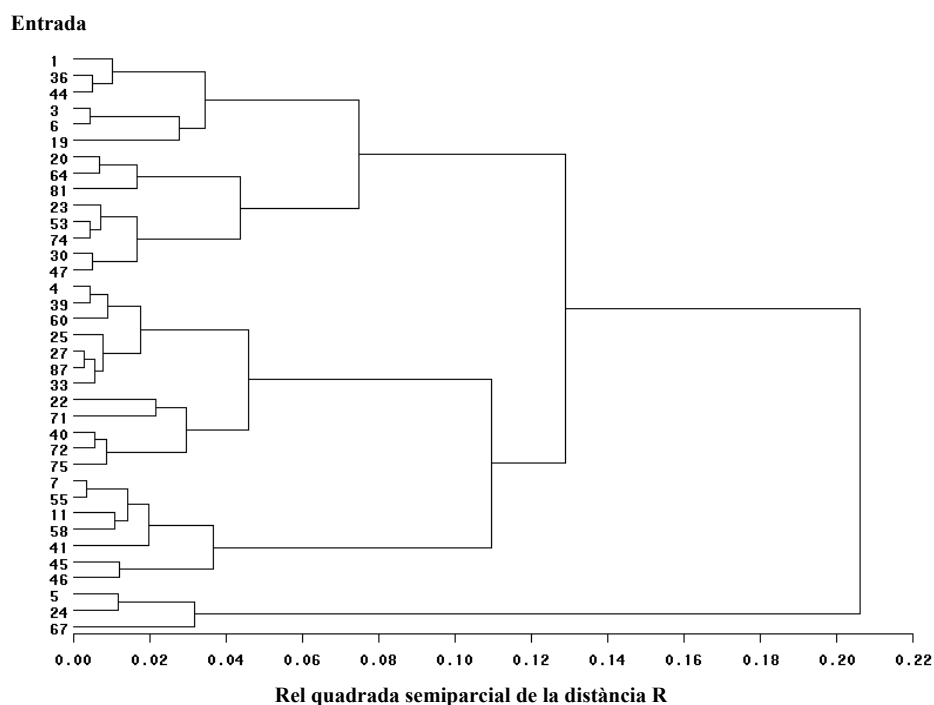


Figura 4.2.2.I. Dendrograma resultat de l'anàlisi d'agrupació per el mètode Ward's Minimum Variance amb les distàncies entre agrupacions de les diferents entrades Ganxet. Es tallà a una distància de 0,03.

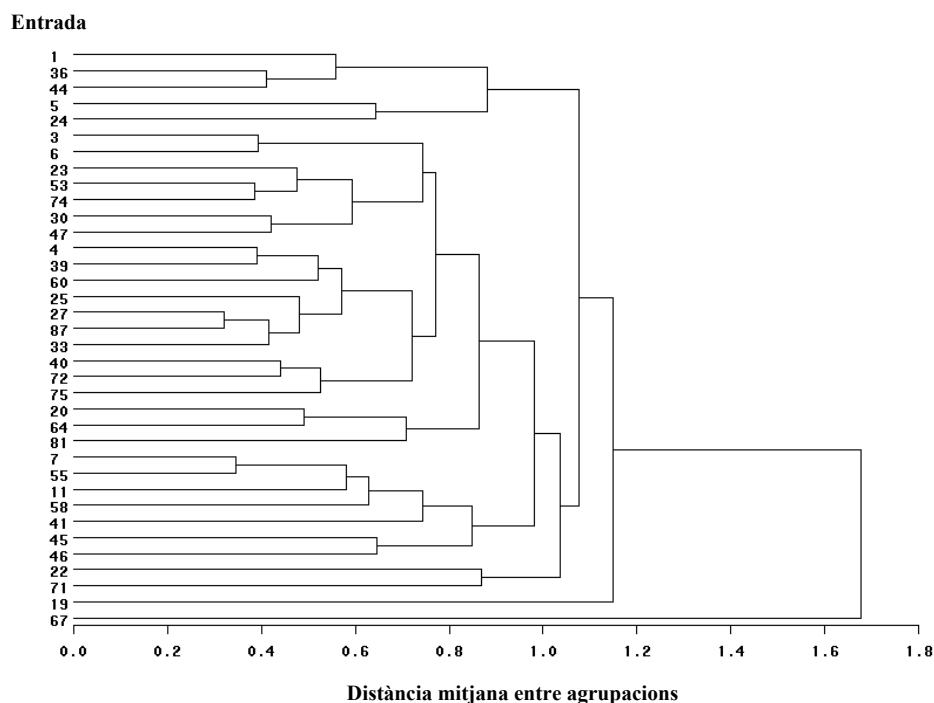


Figura 4.2.2.II. Dendrograma resultat de l'anàlisi d'agrupació per el mètode Average Linkage amb les distàncies entre agrupacions de les diferents entrades Ganxet. Es tallà a una distància de 0,75.



Taula 4.2.2.III. Plantes seleccionades per cada grup. Per cada planta s'indica el grup i l'entrada de l'assaig de 1994, la població d'origen (entrada del banc de llavors), subministrador de la llavor originària i zona coneguda d'origen.

| Nre. planta | Grup | Entrada | Origen | Subministrador                | Localitat d'origen        | Comarca         |
|-------------|------|---------|--------|-------------------------------|---------------------------|-----------------|
| 102         | 1    | 19      | C19    | Josep Viladecans              | Fogars de Tordera         | La Selva        |
| 246         | 2    | 64      | C64    | Mercat de Terrassa            | -                         | Maresme         |
| 95          | 3    | 23      | C23    | Cal Cornei                    | Arenys de Munt            | Maresme         |
| 211         | 4    | 44      | C44    | Botiga Cal Alemany (Sabadell) | Parets del Vallès         | Vallès Oriental |
| 185         | 5    | 27      | C27    | Josep Estapé (Cal Patau)      | La Roca del Vallès        | Vallès Oriental |
| 277         | 6    | 5       | C5     | Jaume Mirabell                | Les Franqueses del Vallès | Vallès Oriental |
| 226         | 7    | 67      | C67    | Can Panís                     | Cassà de la Selva         | Gironès         |

### 4.3. CARACTERITZACIÓ DE LÍNIES PURES GANXET

Conservades per autofecundació, les 7 línies pures es van contrastar amb testimonis d'elevada reputació gastronòmica (White Kidney, Navy, Tolosa i Faba) en un assaig de camp l'any 1995 i mitjançant anàlisis físico-químiques i sensorials de la llavor.

A partir d'aquestes dades es pretenia elegir una o dues línies pures prototípiques per a protegir i comercialitzar amb especial èmfasi. A la figura 4.3.I. s'observen mostres de llavors de cada línia pura assajada.

#### 4.3.1. Avaluació morfoagronòmica de línies pures

Les línies pures avaluades presentaven els trets morfològics característics del tipus varietal Ganxet: hàbit de creixement indeterminat enfiladís de tipus IV, entrenusos llargs, fulles i tavelles verd fosc i flors blanques.



Figura 4.3.I. Mostres de llavors de set línies pures Ganxet participants en l'assaig final. De dalt a baix i d'esquerra a dreta: L19, L44, L64, L67, L5, L27 i L23.

Es van trobar diferències significatives entre línies pures només per als caràcters precocitat a maduració, nombre de llavors per tavella, grau de ganxo i valor comercial (taula 4.3.1.I.), indicant l'existència de poca variabilitat entre elles.

Els caràcters avaluats, només per a les set línies Ganxet, mostraren una important influència ambiental. Dels 14 caràcters, l'efecte localitat fou significatiu per a 9 (longitud de tavella, llavors per tavella, longitud del peduncle de la tavella, grau de ganxo, valor comercial, sensibilitat a *Alternaria*, incidència de *Colletotrichum*, *Sclerotinia* i Virus del Mosaic Comú de la Mongeta). Per a cap dels caràcters, però, s'observà significació per la interacció genotip per ambient.

Fins i tot considerant que tots els materials resultaven força ganxuts (en referència a la caracterització de germoplasma Ganxet de l'apartat 4.1.2.) destacaren les línies L19, L64 i L67 amb valors propers al màxim valor trobat a la varietat i en menor grau la línia L27. Les tres línies L19, L64 i L67 resultaven ser també les més primerenques.

No es van trobar diferències significatives en relació a la susceptibilitat a malalties, així com per el que fa a producció, per el que l'únic caràcter indicatiu per a una possible selecció era el valor comercial de les llavors, en què els millors valors es trobaren a les línies L23, L67 i L19.

Taula 4.3.1.I. Valors mitjans per a caràcters morfoagronòmics de les línies pures Ganxet seleccionades. Per cada caràcter s'indica la mínima diferència significativa (MDS  $p \leq 0,05$ ).

|                                                         | L64   | L67   | L23   | L27   | L19   | L44   | L5    | MDS  |
|---------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Precocitat a maduració<sup>1</sup></b>               | 1,83  | 2,00  | 2,10  | 2,50  | 1,33  | 2,17  | 2,50  | 0,75 |
| <b>Longitud peduncle tavella (cm)</b>                   | 12,78 | 12,55 | 11,68 | 12,60 | 12,54 | 11,98 | 12,24 | NS†  |
| <b>Longitud de tavella (cm)</b>                         | 15,2  | 15,1  | 15,7  | 14,9  | 15,0  | 14,7  | 14,8  | NS†  |
| <b>Nombre de llavors per tavella</b>                    | 4,04  | 4,38  | 4,59  | 4,22  | 4,17  | 4,48  | 3,97  | 0,38 |
| <b>Grau de Ganxo<sup>2</sup></b>                        | 2,78  | 2,75  | 2,31  | 2,42  | 2,89  | 2,28  | 2,08  | 0,16 |
| <b>Pes de 100 llavors (g)</b>                           | 50,3  | 52,3  | 50,6  | 50,7  | 51,7  | 50,3  | 51,0  | NS†  |
| <b>Producció (kg/parcel·la)<sup>3</sup></b>             | 1,000 | 0,973 | 1,004 | 1,015 | 0,923 | 1,055 | 0,964 | NS†  |
| <b>Sensibilitat a <i>Alternaria</i></b>                 | 1,42  | 0,75  | 1,17  | 1,17  | 1,25  | 1,00  | 0,92  | NS†  |
| <b>Incidència d'<i>Uromyces</i></b>                     | 0,25  | 0,38  | 0,58  | 0,33  | 0,17  | 0,75  | 0,33  | NS†  |
| <b>Incidència de <i>Colletotrichum</i></b>              | 0,50  | 0,38  | 0,42  | 0,75  | 0,33  | 0,67  | 0,17  | NS†  |
| <b>Incidència de <i>Sclerotinia</i></b>                 | 0,17  | 0,00  | 0,33  | 0,50  | 0,50  | 0,00  | 0,17  | NS†  |
| <b>Incidència de Virus de Mosaic Comú de la Mongeta</b> | 0,17  | 0,25  | 0,17  | 0,17  | 0,33  | 0,33  | 0,17  | NS†  |
| <b>% llavors dolentes</b>                               | 3,04  | 2,93  | 1,66  | 2,58  | 3,34  | 2,98  | 3,95  | NS†  |
| <b>Valor comercial<sup>4</sup></b>                      | 2,28  | 2,46  | 2,58  | 2,19  | 2,44  | 2,14  | 2,31  | 0,22 |

1 Precocitat a maduració relativa d'acord a l'escala: 1=molt primerenca 3=molt tardana.

2 Grau de ganxo d'acord a l'escala: 0=sense ganxo 3=ganxo màxim.

3 La parcel·la inclou 16 plantes a una densitat de 64.000 plantes/ha.

4 Valor comercial basat en la uniformitat, color, etc. de les llavors d'acord a l'escala: 1=baix valor 3=alt valor.

†NS Nos significatiu

### 4.3.2. Anàlisi fisico-química de la llavor de línies pures

Per tots els caràcters fisico-químics estudiats es van obtenir diferències significatives ( $p \leq 0,05$ ) entre genotips a excepció de cendres, sucres estaquiosa i fructosa i àcids succínic, fumàric i cítric.

Dels 19 caràcters fisico-químics estudiants, 11 van mostrar un important efecte localitat; 9, efecte bloc i 8 interacció significativa entre genotip i localitat (taula 4.3.2.I.).

Les set línies pures seleccionades presentaven de terme mitjà més proteïna bruta que els testimonis. Les línies L19, L44 i L5, però, presentaven valors no significativament diferents a Navy (taula 4.3.2.II.).

Tolosa presentà uns percentatges de proteïna bruta i soluble significativament inferiors a tots els materials avaluats. També destacà per una digestibilitat de proteïna inferior a tots els testimonis i la mitjana Ganxet. En aquest sentit, només destacava la línia L64 per el mateix motiu. La digestibilitat de proteïna trobada a Ganxet i els testimonis White Kidney, Navy i Faba resultava especialment alt comparat amb els valors compilats per Barampama i Simard (1993).

Les línies pures Ganxet presentaven de mitjana menys fibra dietètica total que els testimonis (taula 4.3.2.II.). Només L44 i L5 tenien valors no significativament diferents als testimonis Navy i Faba, però Tolosa i White Kidney superaren totes les línies pures Ganxet.

També la fibra dietètica insoluble resultà inferior, de mitjana, en Ganxet respecte els testimonis, i el valor superior en Tolosa fou significatiu però en aquest cas sobre tota la resta de materials. Només L44 i L5, de nou, resultaven no significativament inferiors al testimoni Navy.

En contrapartida, la fibra dietètica soluble resultava ser molt baixa en Tolosa. El material Ganxet, es movia entre els testimonis Navy i White Kidney, però de mitjana, Ganxet superà tots els testimonis excepte Navy. Com a conseqüència, la proporció de fibra dietètica soluble respecte a la fibra dietètica total dels testimonis, va ser inferior a

la mitjana de les línies Ganxet. Totes les línies Ganxet superaren els testimonis Faba, White Kidney i Tolosa.

Taula 4.3.2.I. Significació dels valors de  $F$  per els factors de variació de l'ANOVA dels paràmetres fisico-químics avaluats per set línies pures Ganxet i testimonis Navy, White Kidney, Faba i Tolosa.

|                               | <b>Genotip</b> | <b>Localitat</b> | <b>Bloc</b> | <b>Genotip x localitat</b> |
|-------------------------------|----------------|------------------|-------------|----------------------------|
| Proteïna bruta                | 0,0001         | 0,0001           | 0,0001      | NS†                        |
| Proteïna soluble              | 0,0001         | 0,0002           | 0,0001      | NS†                        |
| Digestibilitat de proteïna    | 0,001          | 0,01             | NS†         | 0,002                      |
| Fibra dietètica (FD)          | 0,0001         | 0,0001           | 0,0001      | 0,0001                     |
| Fibra dietètica insoluble     | 0,0001         | 0,0001           | 0,0001      | 0,0001                     |
| Fibra dietètica soluble (FDS) | 0,0001         | 0,0001           | 0,001       | 0,0001                     |
| FDS/FD                        | 0,0001         | NS†              | 0,0001      | NS†                        |
| Sacarosa                      | 0,0001         | 0,0009           | NS†         | 0,0043                     |
| Glucosa                       | 0,0001         | 0,0001           | 0,01        | 0,01                       |
| Midó                          | 0,0001         | NS†              | NS†         | NS†                        |
| Rafinosa                      | 0,0001         | NS†              | NS†         | 0,0003                     |
| Estaquiosa                    | NS†            | NS†              | 0,006       | 0,007                      |
| Fructosa                      | NS†            | NS†              | NS†         | NS†                        |
| Àcid succínic                 | NS†            | NS†              | NS†         | NS†                        |
| Àcid fumàric                  | NS†            | NS†              | NS†         | NS†                        |
| Àcid cítric                   | NS†            | NS†              | 0,03        | NS†                        |
| Àcid màlic                    | 0,0002         | 0,005            | NS†         | NS†                        |
| Cendres                       | NS†            | 0,009            | NS†         | NS†                        |
| % Episperma                   | 0,0001         | 0,0007           | NS†         | NS†                        |

†NS No significatiu

Les línies pures Ganxet tenien més sacarosa (2,114%) que els testimonis Navy i White Kidney, però Faba i Tolosa presentaven nivells superiors a tots els materials assajats. Només la línia L64 s'allunyà significativament amb 1,122% únicament.

Tots els testimonis tenien menys glucosa que la mitjana de les línies pures Ganxet (0,074%) i fins i tot que la línia pura amb menor contingut (la L44 amb 0,067%).

Taula 4.3.2.II. Valors mitjans dels paràmetres fisico-químics de la llavor, expressats en percentatge sobre pes sec, de línies pures Ganxet (L64, L67, L23, L27, L19, L44, L5) i de testimonis (Navy, White Kidney, Faba i Tolosa). La mitjana de les línies Ganxet s'indica sota la denominació *Ganxet*. Per cada caràcter s'indica la mínima diferència significativa (MDS  $p \leq 0,05$ ).

|                               | L64   | L67   | L23   | L27   | L19   | L44   | L5    | Ganxet | Navy  | White Kidney | Faba  | Tolosa | MDS   |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------------|-------|--------|-------|
| Proteïna Bruta                | 29,64 | 29,32 | 28,84 | 28,59 | 28,14 | 27,14 | 26,69 | 28,33  | 26,59 | 25,61        | 26,50 | 21,88  | 1,79  |
| Proteïna Soluble              | 24,68 | 25,57 | 25,62 | 25,00 | 24,61 | 23,73 | 23,70 | 24,70  | 23,17 | 22,73        | 23,36 | 18,09  | 1,87  |
| Digestibilitat de proteïna    | 81,33 | 87,34 | 88,97 | 87,29 | 87,65 | 87,61 | 88,93 | 87,01  | 87,24 | 88,70        | 88,09 | 82,32  | 3,52  |
| Fibra dietètica (FD)          | 21,77 | 22,06 | 22,36 | 22,34 | 22,78 | 23,41 | 23,32 | 22,57  | 23,55 | 23,71        | 23,19 | 24,59  | 0,23  |
| Fibra dietètica insoluble     | 11,69 | 11,63 | 12,22 | 12,32 | 12,56 | 13,02 | 12,98 | 12,34  | 13,10 | 13,66        | 13,35 | 15,61  | 0,13  |
| Fibra dietètica soluble (FDS) | 10,08 | 10,43 | 10,14 | 10,02 | 10,21 | 10,38 | 10,34 | 10,22  | 10,44 | 10,05        | 9,83  | 8,98   | 0,10  |
| FDS/FD                        | 46,2  | 47,2  | 45,2  | 44,7  | 44,7  | 44,2  | 44,2  | 45,2   | 44,2  | 42,3         | 42,3  | 36,4   | 0,2   |
| Sacarosa                      | 1,122 | 2,122 | 2,180 | 2,157 | 2,060 | 2,040 | 2,122 | 2,114  | 1,767 | 1,765        | 2,525 | 2,475  | 0,25  |
| Glucosa                       | 0,075 | 0,082 | 0,077 | 0,070 | 0,075 | 0,067 | 0,072 | 0,074  | 0,052 | 0,027        | 0,047 | 0,050  | 0,014 |
| Midó                          | 24,72 | 25,07 | 25,25 | 24,54 | 25,01 | 26,52 | 27,50 | 25,51  | 27,99 | 30,42        | 29,68 | 32,32  | 1,13  |

†NS No significatiu

Taula 4.3.2.II. (cont.)

|               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Rafinosa      | 0,252 | 0,260 | 0,213 | 0,275 | 0,247 | 0,260 | 0,240 | 0,249 | 0,402 | 0,195 | 0,227 | 0,117 | 0,053 |
| Estaquirosa   | 1,952 | 2,022 | 1,945 | 2,005 | 1,932 | 1,932 | 1,892 | 1,954 | 2,105 | 1,823 | 2,040 | 1,815 | NS†   |
| Fructosa      | 0,009 | 0,011 | 0,006 | 0,010 | 0,008 | 0,010 | 0,007 | 0,008 | 0,005 | 0,003 | 0,005 | 0,009 | NS†   |
| Àcid succínic | 0,012 | 0,012 | 0,010 | 0,010 | 0,018 | 0,012 | 0,020 | 0,013 | 0,009 | 0,006 | 0,022 | 0,007 | NS†   |
| Àcid fumàric  | 0,009 | 0,011 | 0,008 | 0,004 | 0,017 | 0,008 | 0,015 | 0,013 | 0,010 | 0,012 | 0,012 | 0,015 | NS†   |
| Àcid cítric   | 1,037 | 1,022 | 1,107 | 0,895 | 1,085 | 0,910 | 1,307 | 1,051 | 1,172 | 1,402 | 1,120 | 1,630 | NS†   |
| Àcid màlic    | 0,032 | 0,032 | 0,025 | 0,027 | 0,035 | 0,027 | 0,040 | 0,031 | 0,017 | 0,015 | 0,042 | 0,017 | 0,010 |
| Cendres       | 3,92  | 3,88  | 4,20  | 4,09  | 4,10  | 4,23  | 4,25  | 4,09  | 437   | 4,08  | 4,60  | 4,00  | NS†   |
| % Episperma   | 9,2   | 9,3   | 9,6   | 8,9   | 8,9   | 9,4   | 8,9   | 9,2   | 7,3   | 7,3   | 7,4   | 7,9   | 0,5   |

†NS No significatiu

Els quatre testimonis tenien una major proporció de midó que la mitjana de les línies Ganxet (25,51%) si bé Navy, amb el menor contingut dintre dels testimonis (27,99%) no es diferenciava significativament de la línia L5, la de major contingut (27,50%) dins del germoplasma seleccionat Ganxet.

Les mongetes Navy destacaren per un elevat contingut de rafinosa, superior a la resta de materials (0,402%). El material Ganxet presentà un valor de 0,249% similar al del testimoni Faba i superior a Tolosa i White Kidney. De fet, Tolosa tenia menys rafinosa que la línia Ganxet de menor contingut.

De tots els àcids orgànics analitzats, només per al àcid màlic es trobaren diferències significatives entre els materials avaluats. Ganxet, amb un contingut mitjà de 0,031% superà els testimonis excepte Faba, que destacà per el major contingut (0,042%) si bé no significativament superior a la línia Ganxet L19, amb major contingut (0,035%).

Els quatre testimonis presentaren una menor proporció d'episperma que el valor mitjà de les set línies pures Ganxet (9,2%), i fins i tot que les línies Ganxet L27, L19 i L5 amb una menor proporció (8,9%). Navy, White Kidney i Faba presentaven valors de 7,3-7,4% i Tolosa, significativament superiors als anteriors, de 7,9%.

El material Ganxet, doncs, representat per les set línies pures seleccionades presentava una quantitat superior de proteïna, menys fibra dietètica total i insoluble, més glucosa, menys midó i més proporció d'episperma que els testimonis. Junt amb Tolosa i Faba, de reputat prestigi gastronòmic, superava els altres testimonis comercials també en sacarosa.

Es va realitzar l'anàlisi multivariant eliminant els paràmetres derivats digestibilitat de proteïna i proporció FDS/FD, així com contingut de succínic i fructosa, per la manca de dades que afectava al nombre de graus de llibertat de l'error. El primer eix canònic explicava ja el 99,6 % de la variació total; els dos primers eixos, el 99,8% i els tres primers eixos, el 99,9% de la variació total. Els caràcters més correlacionats amb el primer eix foren fibra dietètica soluble (0,78); proteïna soluble (-0,52); fibra dietètica (0,48); midó (-0,44) i proteïna bruta (-0,43). Amb el segon eix, els caràcters més correlacionats foren fibra dietètica soluble (-0,89); fibra dietètica (-0,81); proteïna soluble (-0,81); proteïna bruta (0,79) i percentatge d'episperma (0,57).

L'anàlisi d'agrupació obtingut per el mètode Average Linkage (figura 4.3.3.I.) i el dendrograma subsegüent, agrupà totes les línies Ganxet amb el testimoni Navy. Les línies L64 i L67 formaven un grup més allunyat respecte les altres línies per un major contingut de proteïna i menor de fibra.

### **4.3.3. Anàlisi sensorial de línies pures**

No es van trobar diferències significatives per la textura entre les línies pures Ganxet, i només lleugeres diferències en la percepció de la pell, gust, aspecte i grau de ganxo de les mongetes una vegada cuinades (taula 4.3.3.I.).

La metodologia emprada, acordada per la manca d'un disseny d'anàlisi tècnica homologada, permeté només suggerir que hi ha un cert grau de variabilitat en la percepció sensorial dels materials avaluats. Tots ells resultaren en valor acumulatiu força similars, si bé L23 i L5 resultaven inferiors al millor material, L44.



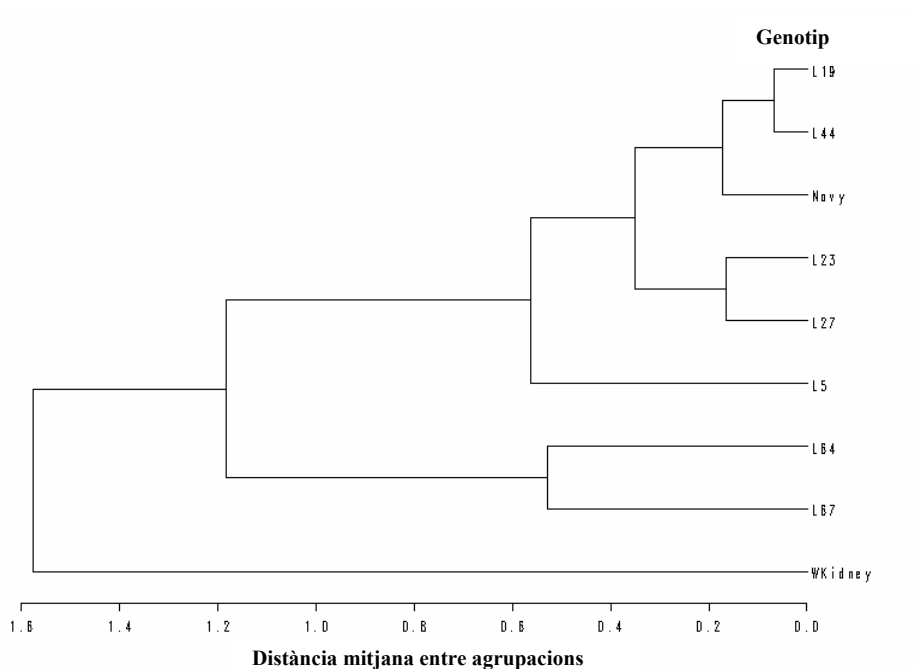


Figura 4.3.3.I. Dendrograma resultat de l’anàlisi d’agrupació per el mètode Average Linkage amb les distàncies entre agrupacions de les diferents línies Ganxet i testimonis comercials Navy i White Kidney (WKidney) per paràmetres físico-químics de la llavor.

Taula 4.3.3.I. Resultats de l’anàlisi sensorial i grau de ganxo en mongetes cuites de cada línia pura Ganxet (L64, L67, L23, L27, L19, L44, L5). Tots els atributs van ser avaluats d’acord a una escala de 0 a 3 (0=valor mínim, 3=valor màxim). Per cada atribut avaluat s’indica la mínima diferència significativa (MDS  $p \leq 0,05$ ) quan l’anàlisi de la variància trobà diferències significatives.

|                             | L64  | L67  | L23  | L27  | L19  | L44  | L5  | MDS |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| <b>Percepció de la pell</b> | 1,5  | 1,9  | 1,8  | 2,0  | 2,0  | 2,2  | 2,1 | 0,6 |
| <b>Textura</b>              | 1,8  | 2,2  | 2,0  | 2,0  | 2,1  | 2,2  | 2,1 | NS† |
| <b>Gust</b>                 | 1,9  | 2,2  | 2,2  | 2,4  | 2,2  | 2,4  | 2,1 | 0,3 |
| <b>Aspecte</b>              | 2,7  | 2,4  | 2,0  | 2,2  | 2,1  | 2,6  | 1,8 | 0,7 |
| <b>Grau de ganxo</b>        | 3    | 2,1  | 2,3  | 2,4  | 2,6  | 2,0  | 1,6 | 0,7 |
| <b>Acumulat</b>             | 10,9 | 10,8 | 10,3 | 11,0 | 11,0 | 11,4 | 9,7 | 1,0 |

†NS No significatiu

#### 4.3.4. Anàlisi PCR-RAPD

##### 4.3.4.1. Quantitat i qualitat del DNA extret

La qualitat del DNA extret mitjançant dades d'absorbència indicà un alt grau de puresa amb tendència a contaminació de RNA però no de proteïnes ( $A_{260} = 1,648 \pm 0,349$ ,  $A_{280} = 0,825 \pm 0,160$ ,  $A_{260}/A_{280} = 1,998 \pm 0,024$ ), considerant-se acceptable per a realitzar PCR-RAPD sense interferències notables de RNA (Boiteux *et al.*, 1999).

La quantificació de DNA extret per mostra, mitjançant gels d'agarosa, reportà valors entre 20 i 125 ng/ $\mu$ l ( $86,32 \pm 26,29$  ng/ $\mu$ l). Les mostres de DNA es diluïren amb TE 1x fins a una concentració de 20 ng/ $\mu$ l i s'escolliren les plantes amb les dues extraccions millors (L5, planta 3; L19, planta 1; L23, planta 3; L27, planta 3; L44, planta 3; L64, planta 2; L67, planta 1; Navy, planta 1; Planchada, planta 1; White Kidney, planta 1). Per la població cultivada C15, davant la possibilitat de no tractar-se probablement d'una línia pura, es realitzà una barreja de DNA de les tres plantes.

##### 4.3.4.2. Anàlisi de bandes PCR-RAPD

Dels 42 iniciadors utilitzats, només OPL04 no generà productes d'amplificació intensos i reproduïbles.

Per al conjunt de materials avaluats (taula 4.3.4.2.I.), del total de 41 iniciadors, 35 resultaren polimòrfics (85,37%). S'avaluaren bandes en un rang de pesos de 19 a 2848 pb, si bé per sota de 100 bp la mida fou una estimació del programa Band Analysis, ja que no es disposava de bandes patró. Del total de 288 bandes avaluades, 183 eren polimòrfiques (63,54%). S'obtingueren entre 1 i 17 bandes per iniciador, amb una mitjana de 7,02 bandes. D'aquestes, el nombre de bandes polimòrfiques per iniciador variava entre 0 i 17, resultant una mitjana de 4,46 bandes polimòrfiques per iniciador. El percentatge mig de bandes polimòrfiques per iniciador era del 54,21%.

Els resultats considerant només les set línies pures Ganxet mostraven en conjunt una menor detecció de polimorfisme. Del total de 41 iniciadors (taula 4.3.4.2.I.), 16 resultaren polimòrfics (39,02%). S'avaluaren bandes en un rang de pesos de 40 a 2848 pb, si bé de nou cal indicar que per sota de 100 bp la mida es tractava només d'una estimació aproximativa. Del total de 199 bandes avaluades, 32 eren polimòrfiques

(16,08%). S'obtingueren entre 1 i 10 bandes per iniciador, amb una mitjana de 4,85 bandes. D'aquestes, el nombre de bandes polimòrfiques per iniciador variava entre 0 i 10, resultant una mitjana de 0,78 bandes polimòrfiques per iniciador. El percentatge mitjà de bandes polimòrfiques per iniciador era del 14,30%.

Taula 4.3.4.2.I. Resultats de l'anàlisi PCR-RAPD per a tots els materials assajats i dins d'aquests només les set línies pures Ganxet.

|                                                         | Tots els materials | Línies pures Ganxet |
|---------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Nre. Iniciadors</b>                                  | 41                 | 41                  |
| <b>Nre. iniciadors polimòrfics</b>                      | 35                 | 16                  |
| <b>% iniciadors polimòrfics</b>                         | 85,37              | 39,02               |
| <b>Nre. Bandes</b>                                      | 288                | 199                 |
| <b>Nre. Bandes polimòrfiques</b>                        | 183                | 32                  |
| <b>% bandes polimòrfiques</b>                           | 63,54              | 16,08               |
| <b>Rang bandes avaluades (bp)</b>                       | 19 – 2848          | 40 – 2848           |
| <b>Nre. mitjà de bandes per iniciador</b>               | 7,02               | 4,85                |
| <b>Nre. mitjà de bandes polimòrfiques per iniciador</b> | 4,46               | 0,73                |
| <b>% bandes polimòrfiques mitjà per iniciador</b>       | 54,21              | 14,30               |

A partir de les dues rèpliques realitzades de forma independent per a cada planta, s'estimà l'error estàndard de les distàncies genètiques com a  $ES \simeq 0,0156 (1 - J)$  on J correspon a la distància genètica de Jaccard (Jaccard, 1908) en cada cas.

L'anàlisi d'agrupació (figura 4.3.4.2.I.) reportà una distància genètica de Jaccard mínima nul·la entre les línies L5 i L23 ( $0,02 \pm 0,03$ ) i una distància màxima entre línies pures Ganxet de  $0,10 \pm 0,03$ .

Les línies pures Ganxet més diferents de la resta resultaven ser L64 i L67. Observant l'agrupació a una distància de 0,30, apareixen tres grup: a) Grup 1 amb el cultivar comercial White Kidney, d'origen andí b) Grup 2, amb l'entrada Ganxet C15 i el cultivar Planchada, d'origen mesoamericà i c) Grup 3, amb totes les línies pures Ganxet i el cultivar Navy, d'origen mesoamericà. Tots els materials d'origen mesoamericà s'agruparen a una distància de  $0,36 \pm 0,02$ .

L'entrada C15, amb característiques allunyades de les formes Ganxet considerades comercialment prototípiques (grau de ganxo 1,5 en comparació als valors de 2,5-3 de les línies seleccionades L19, L23, L5, L27, L44, L64 i L67) s'agrupà a una distància

genètica de  $0,24 \pm 0,02$  amb Planchada, d'origen mesoamericà. Les línies pures seleccionades Ganxet s'agrupaven a una distància de  $0,26 \pm 0,02$  amb el cultivar Navy, també d'origen mesoamericà.

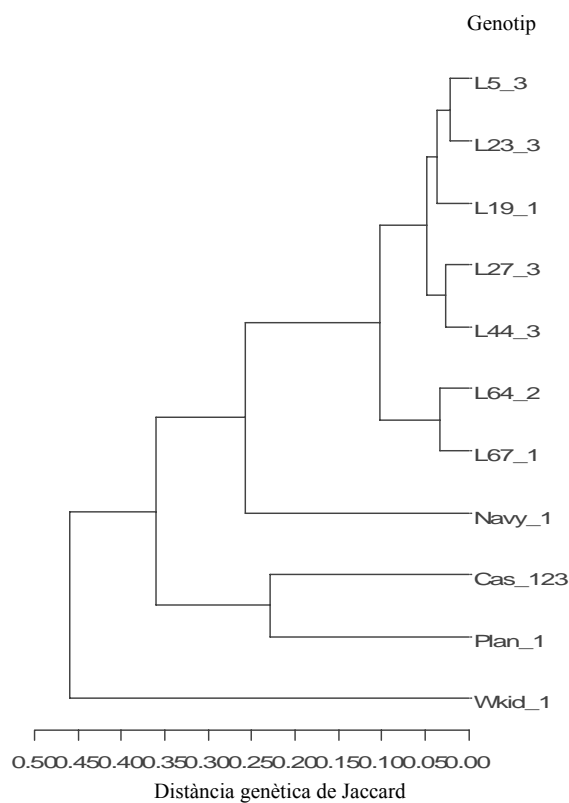


Figura 4.3.4.2.I. Dendrograma obtingut amb les línies pures Ganxet avaluades (L19, L23, L5, L27, L44, L64 i L67); la població cultivada Ganxet C15 (Cas) obtinguda a partir d'una barreja de DNA de tres plantes; testimonis mesoamericans Planchada (Plan) i Navy i testimoni andí White Kidney (WKid).



## 5. DISCUSSIÓ

### 5.1. COL·LECTA DE GERMOPLASMA GANXET I AVALUACIÓ D'ENTRADES

Tant l'apreciació a simple vista de les entrades durant el seu registre com l'assaig agronòmic confirmà que dins de les entrades hi havia variabilitat, resultat previsible en poblacions autògames no millorades genèticament (Johannsen, 1903).

En general el germoplasma cultivat i comercialitzat sota la denominació Ganxet desenvolupa plantes de creixement indeterminat enfiladís de tipus IV, entrenusos llargs, fulles i beines verd fosc i flors blanques. Presenta una no menyspreable susceptibilitat a l'antracnosi (*Colletotrichum lindemuthianum*) per a la que no s'observen diferències significatives entre entrades (percentatge de plantes afectades entre 1,8 i 17,0%). Per a la resta de caràcters existeix suficient variabilitat per a proposar un procés de selecció, afavorit per l'absència d'interacció entre entrada i localitat. La important significació dels efectes localitat i bloc per al nombre de tavelles, nombre de llavors per tavel·la i producció ja és un resultat previsible en materials no millorats. Potser només resulta destacable el significatiu efecte localitat, encara que no tant bloc, en el caràcter pes de 100 llavors, en contrast amb el que s'esperaria d'acord a resultats com els de Checa i Blair (2003).

En concordança amb assaigs precedents realitzats (Baldi, 1995; Baldi, 1997) s'aprecià la tendència a l'associació d'una millor valoració comercial Ganxet amb una menor producció. L'anàlisi multivariant considerant tots els caràcters morfoagronòmics estudiats permet diferenciar quatre grups principals que abasten des de la forma més típica Ganxet d'acord a l'apreciació de productors i consumidors habituals fins a formes frontereres amb el germoplasma Ganxet.

Dels resultats obtinguts es podia pensar en l'existència d'una població ancestral ganxuda però poc productiva que va patir (i probablement continua patint) la introgressió d'altres materials més productius però poc ganxuts. Els productors i consumidors més tradicionals de la mongeta Ganxet la reconeixen per la forma de llavor principalment, amb un grau de ganxo elevat a molt elevat, poques llavors per tavel·la i llavors de mida mitjana aplanades. La informació aportada per productors, planteraires i comercials, que van subministrar les entrades Ganxet avaluades, i els

resultats obtinguts van permetre observar que un grau de ganxo de l'ordre de 1,5 (com el de l'entrada C15 del banc de germoplasma, que correspon a la població cultivada de la finca Can Casamada) resulta ser el límit per tal que aquests usuaris identifiquin inequívocament el material com a mongeta Ganxet. En base a aquest criteri, que reflecteix raons històriques i socials, i quantificat d'acord a la metodologia utilitzada, les entrades amb un grau de ganxo inferior a 1,5 s'haurien de considerar fora del tipus varietal Ganxet, probablement degut a introgressions (taula 5.1.I.). Les entrades cultivades actualment amb un grau de ganxo igual o superior a 1,5 aportarien les característiques del germoplasma Ganxet que acotaria les del tipus varietal. A partir de la variabilitat aportada per encreuaments amb altres materials, els agricultors haurien seleccionat plantes més productives, en contra de les més ganxudes, el que explicaria, en part, l'actual barreja de formes i mides. Si s'acota el tipus varietal d'acord a aquest criteri, s'observa que la variabilitat per als caràcters morfoagronòmics i fins i tot fisico-químics de la llavor no es veu afectada (taula 5.1.I.), a excepció d'una reducció significativa de la producció màxima.

L'elevada heterogeneïtat d'algunes mostres, faria pensar inclús en barreges prevenda de materials ganxuts amb no ganxuts, en benefici del preu de venda que obté la mongeta Ganxet. Aquesta dinàmica és habitual en varietats tradicionals, apareixent variabilitat tant per l'entrada deliberada de materials no emparentats (i que sovint es poden identificar individualment) com per el posterior encreuament d'aquests materials aliens o per pol·linització amb altres que incrementen la diversitat genètica en la varietat original. El paper dels agricultors, seleccionant tant per eliminar llavors amb símptomes de malalties a l'hora de sembrar com eliminant plantes allunyades dels tipus varietals desitjats, resulta també important quan les introgressions aporten caràcters favorables com major producció. Aquests hàbits expliquen la prevalença de barreges en els cultivars locals de petits agricultors que es guarden i/o intercanvien la llavor (Adams i Martin, 1987; Vieira, 1987; Alvarez *et al.* 1998).

El caràcter grau de ganxo, força insensible a l'ambient, podria tenir una herència senzilla, si bé no s'ha estudiat ni trobat cap gen mendelià que reguli aquesta característica (Bassett, 1993). D'acord als resultats, a més, sembla haver-hi una estreta relació entre la forma ganxada i la forma aplanada o semibuida de la llavor.

La introgressió d'altres materials en el germoplasma Ganxet explicaria l'aparició d'entrades amb mongetes grans com les del grup 1 (figura 4.1.2.I.), que encara

conserven un determinat grau de ganxo, o les del grup 4, de llavor petita quasi no ganxada però molt productives. El grup 3 admet múltiples subdivisions ja que presenta nombroses formes de transició.

Taula 5.1.I. Valors màxims i mínims de característiques morfoagronòmiques i fisico-químiques de la llavor d'entrades cultivades i comercialitzades sota la denominació Ganxet. Dins d'aquestes, s'indiquen les de les entrades amb un grau de ganxo igual o superior a 1,5 i les entrades actuals que més s'aproparien a la tipologia Ganxet ancestral (entrades 3, 4, 55, 40, 36, 46, 45, 50 i 32 que s'agrupaven d'acord a l'anàlisi canònica per l'efecte entrada d'acord a caràcters morfoagronòmics).

|                                       | Germoplasma cultivat sota la denominació Ganxet |                                     |                                                       |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                       | Total entrades                                  | Entrades (grau de ganxo $\geq$ 1,5) | Entrades més properes a la tipologia Ganxet ancestral |
| Precocitat a maduració <sup>1</sup>   | 2-7                                             | 2-6                                 | 3,5-5                                                 |
| Nombre de tavelles <sup>2</sup>       | 16,3-27,0                                       | 16,3-25,5                           | 16,5-25,5                                             |
| Longitud de tavel·la (cm)             | 13,6-17,0                                       | 13,9-17,0                           | 13,9-14,7                                             |
| Nombre de llavors per tavel·la        | 3,7-5,8                                         | 3,7-5,8                             | 3,7-4,4                                               |
| Grau de Ganxo <sup>3</sup>            | 0,7-2,8                                         | 1,5-2,8                             | 2,6-2,8                                               |
| Pes de 100 llavors (g)                | 37,3-61,9                                       | 38,8-61,9                           | 46,1-49,4                                             |
| Producció (kg/parcel·la) <sup>4</sup> | 1,090-1,754                                     | 1,090-1,556                         | 1,161-1,468                                           |
| % Proteïna                            | 23,26-27,63                                     | 23,26-27,63                         | 27,63†                                                |
| % Greix                               | 1,48-2,10                                       | 1,48-2,10                           | 1,48†                                                 |
| % Episperma                           | 7,45-8,90                                       | 7,45-8,90                           | 8,90†                                                 |
| Absorció d'aigua <sup>5</sup>         | 42,73-48,12                                     | 42,73-48,12                         | 47,76†                                                |

1 Precocitat a maduració relativa d'acord a l'escala: 1=molt primerenca 10=molt tardana.

2 Nombre de tavelles en un transecte lineal d'un metre a 0.8 cm d'alçada.

3 Grau de ganxo d'acord a l'escala: 0=sense ganxo 3=ganxo màxim.

4 La parcel·la incloïa 30 plantes a una densitat de 64.000 plantes/ha.

5 Aigua absorbida després de 12 h de remull en percentatge respecte el pes inicial de les llavors

† Valors de l'entrada 40, única avaluada del grup

Dins del grup 2, com ja s'ha presentat a l'apartat 4.1.2., es situarien les entrades amb trets característics Ganxet més acusats. Les entrades actuals que més s'aproparien a la tipologia Ganxet ancestral serien les entrades 3, 4, 55, 40, 36, 46, 45, 50 i 32, que constitueixen un subgrup dins del grup 2 (figura 4.1.2.I., taula 4.1.2.II. i taula 5.1.I.). Es tracta de materials força homogenis, amb llavors fortament ganxudes (valors entre 2,6 i 2,8), aplanades, poques llavors per tavel·la (entre 3,7 i 4,4) i llavors de mida mitjana (pes de 100 llavors entre 46,1 i 49,4 g). Totes aquestes entrades resulten poc productives i no significativament diferents entre elles (1,161-1,468 kg/parcel·la).



L'anàlisi físico-química permet indicar que probablement són també les entrades amb més percentatge de proteïna. Destacava significativament l'entrada 40, única entrada avaluada d'aquest subgrup, amb un 27,63% front al testimoni White Kidney, amb només un 21,2%, i la mitjana de totes les entrades Ganxet avaluades, de 25,4%. Els nivells de proteïna trobats per White Kidney són equiparables als referenciats històricament per a aquest material, del 20,3 % (FAO, 1953), i tots els materials Ganxet es troben dins de l'ampli rang del 18% al 31% trobat a l'espècie (Mutschler i Bliss, 1981). Les correlacions entre caràcters físico-químics i grau de ganxo, situa l'entrada 40 com el material amb menys greix (1,48% front al 4,77% del testimoni White Kidney i la mitjana de les entrades avaluades de 1,85%) i major proporció d'episperma (8,9% front al 7,4% del testimoni White Kidney i la mitjana de les entrades avaluades de 8,2%).

Comparant els valors mitjans de composició química per a mongetes indicats per FAO-HEW (1968) i Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFL, 1989) el germoplasma Ganxet, especialment les formes més típiques, es caracteritzaria per una major proporció de proteïna i una menor proporció de greix. Nivells de greix baixos (2,1%) foren reportats en l'avaluació de mongetes de la històrica composició de la FAO (1953), salvant les distàncies analítiques, però també inferiors (1,2%) (FAO-HEW, 1972). No es pot considerar, doncs, que la mongeta Ganxet en conjunt destaquï de forma extrema per un baix nivell de greix (1,85%) en contrast als continguts de l'espècie que aporta la literatura, però cal situar-la en la franja baixa (Barampama i Simard, 1995; Santalla *et al.*, 1995b; Santalla *et al.*, 1999; Sammán *et al.*, 1999).

El percentatge d'aigua absorbida es mou en un rang molt estret, entre 42,73% i 48,72%. Aquest paràmetre està relacionat amb el temps de cocció i percepció de la textura en ser consumida la mongeta (Quenzer *et al.*, 1978; Shellie i Hosfield, 1991) havent-se trobat correlació de  $r=-0,66$  amb el temps de cocció i ve determinat per la impermeabilitat de la pell, tot i que altres factors participen en la duresa de la mongeta a la cocció (Jacinto *et al.*, 2002). La varietat Bayo Victoria avaluada per Jacinto *et al.* (2002) i que és de cocció lenta absorbia només entre un 10-17% d'aigua front a la varietat Bayo Mecentral, suau de cocció, i que arribava a absorbir quasi el 100% d'aigua respecte el pes sec inicial de la llavor. Santalla *et al.* (1995b) també trobaren en varietats de creixement determinat valors d'absorció molt variables, entre 10% i 244% i Escribano *et al.* (1997) entre 34 i 147% en poblacions de Galícia. Per a mongeta blanca tipus Faba Granja, cultivada al nord-oest d'Espanya, l'absorció d'aigua es trobà entre el 98% i el

118% (Santalla *et al.*, 1999). González *et al.* (2002) avaluaren mongetes de molt variades classes comercials incloent la Ganxet i només en destacaren els elevats percentatges, superiors al 127%, de Great Northern i Canellini cultivades a Pontevedra i Brown mottled, Manteca i Canela cultivades a Lleó. Tot i que la variabilitat del caràcter té una base genètica, sembla presentar una heretabilitat moderada i pot estar correlacionat positivament amb el contingut de fibra i greix de les llavors. Escribano *et al.* (1997) van estimar una heretabilitat de 0,56, el què no en facilita la millora.

La proporció d'episperma és superior en les entrades Ganxet (8,2%) a la del testimoni White Kidney (7,4%), però es situa dins els marges trobats en varietats tradicionals no millorades, on valors entre 6,35% i 12,16 % han estat assenyalats (Escribano *et al.*, 1997; Santalla *et al.*, 2001a). De fet, González *et al.* (2002) avaluaren una entrada de mongeta Ganxet però només destacaren d'entre els resultats els materials Cranberry i Marrow com les que posseïen una menor proporció, inferior a un 6,6%, per el que d'acord als resultats publicats la mongeta Ganxet no destacaria per la seva elevada proporció d'episperma entre totes les classes comercials de mongeta existent.

És de destacar la concordança en alguns valors obtinguts en l'assaig de les entrades Ganxet amb els trobats per Escribano *et al.*, 1994 en una avaluació de poblacions de mongeta del nord-oest d'Espanya. Aquelles varietats rendien 48 g per planta i presentaven una mitjana de 4,68 llavors per tavella si bé amb valors de 49,2 g de pes de 100 llavors. El nombre de llavors per tavella de les entrades Ganxet avaluades és de mitjana de 4,7 (entre 3,7 i 5,8) i la producció es mou entre 36,3 i 58,5 g/planta, amb una mitjana de 46,6 g/planta. González *et al.* (2002) avaluaren una entrada Ganxet i no rendí com les classes comercials millors, que superaren els 45 g/planta cultivades a Pontevedra o els 60g/planta cultivades a Lleó. Aquest resultat es pot explicar senzillament per les característiques de l'entrada avaluada (PHA-0593 de la col·lecció de llavors de la Misión Biológica de Galicia, cultivar de la casa comercial Semillas Batlle) però també per l'efecte ambiental que afecta la producció incloent el maneig del cultiu.

Sense oblidar la probable influència d'aquests factors sobre els valors trobats, aquests mateixos autors situaren a l'entrada Ganxet dins del grup de classes comercials intermitges per el pes de 100 llavors. Les entrades Ganxet presenten pesos molt variables, entre 37,3 i 61,9 g amb una mitjana de 45,1 g. Santalla *et al.* (2002) considera les entrades Ganxet PHA-0593 i PHA-0623, de la col·lecció de llavors de la

Misión Biológica de Galicia (CSIC), com a llavor de tipus mitjà (25-40g/100 llavors) si bé la primera entrada havia estat caracteritzada prèviament per Santalla *et al.* (2001b) amb un pes de 45 g/100 llavors. Aquests valors allunyen les entrades estudiades per aquests autors de les característiques del grup considerat més proper a la tipologia Ganxet ancestral (taula 5.1.I.), amb un pes de 100 llavors entre 46,1 i 49,4 g/100 llavors, però les situa en el rang de variació de totes les entrades Ganxet.

Amb l'històric treball de Puerta (1961), en què es caracteritzà una entrada suposadament Ganxet procedent de la província de Tarragona, només es troben certes concordances generals, com que es tracta d'una varietat tardana, d'hàbit de creixement indeterminat, entrenusos llargs, fulles verd fosc, flor blanca i llavor ronyonada i semibuida. Les tavelles no arriben als 18 cm indicats i el nombre de llavors per tavel·la resulta inferior a les 5-8 llavors descrites per Puerta (1961).

La situació dels materials comercialitzats sota la denominació Ganxet, es presenta com un ventall quasi continu de formes heterogènies, presumiblement resultat de l'encreuament de la forma Ganxet amb altres germoplasmes. Això no afavoreix la seva protecció i promoció, ja que pot dur a engany al consumidor i que aquest rebutgi en conjunt el consum de la varietat si no aprecia elements de qualitat contrastables i constants.

Davant aquest panorama i al tractar-se d'un material fàcilment identificable, es pot apostar per les formes més ganxudes, assumint que entrades amb un grau de ganxo inferior a 1,5 no representen el germoplasma presumptament Ganxet que definiria el tipus varietal. Les entrades representatives del germoplasma Ganxet presenten objectivament elevada proporció de proteïna. Dins d'aquestes formes més ganxudes s'ha comprovat que hi ha variabilitat suficient per tots els caràcters avaluats (taula 5.1.I.), així com absència de correlació significativa entre alguns components de la producció (nombre de tavelles amb longitud de tavel·la i pes de 100 llavors, nombre de llavors per tavel·la i pes de 100 llavors; longitud de tavel·la amb nombre de llavors per tavel·la). Això permet pensar en un programa de selecció dins i entre entrades amb la finalitat de rescatar línies prototípiques del tipus varietal Ganxet, per el seu caràcter ganxut com a element distintiu, assumint que existeix una correlació negativa significativa entre aquest tret de la llavor i la producció.

## 5.2. SELECCIÓ INDIVIDUAL DINS I ENTRE ENTRADES

La selecció d'entrades d'acord únicament a la disponibilitat de suficients llavors ganxudes, va permetre restringir la variabilitat existent en eliminar part de les suposades introgressions que afecten a la tipologia comercialment acceptada com a Ganxet, lligades al caràcter de llavor no ganxada. S'assumí, però, que es mantenia el ventall de variabilitat per a la resta de caràcters morfoagronòmics i físico-químics detectat en el germoplasma Ganxet (apartats 4.1.2 i 4.1.3.).

Malgrat les restriccions establertes, el caràcter grau de ganxo presentà encara diferències significatives entre entrades de forma que dels 11 grups trobats per els dos mètodes d'agrupació, els grups 8, 9, 10 i 11 podien eliminar-se en incloure entrades amb un grau de ganxo significativament inferior a l'entrada més ganxada (entrada 4 amb un grau de ganxo de 29,6 sobre 30). Degut a la selecció realitzada per a constituir les entrades avaluades a partir de llavors molt ganxudes, es va observar, però, que ja no apareixien graus de ganxo inferiors a 24 en cap cas. Tot i que es desconeix l'herència d'aquest caràcter, la resposta a la selecció de 14 llavors realitzada sobre les entrades del banc de llavors, cal ser considerada força eficient, considerant que en l'assaig precedent s'havia identificat el grup 2, considerat com el més representatiu de la mongeta Ganxet, amb graus de ganxo entre 2,1 i 2,8 (que equivaldria a 21 i 28 en l'escala de 1994) i dins d'aquest, un subgrup amb graus de ganxo de 2,6 i 2,8 (taula 5.1.I.). Aquest caràcter, que sembla poc afectat per l'ambient, atenent a la inexistència d'efectes bloc i localitat a l'assaig de 1993, probablement tingui una elevada heretabilitat. Podria tenir una genètica similar als caràcters relacionats amb les dimensions de les llavors, per els que heretabilitats en sentit ampli superior a 0,7 han estat trobats per Escribano *et al.* (1994) en concordança amb altres autors.

Dels 7 grups seleccionats, qualsevol planta de qualsevol entrada hauria estat un bon representant del tipus varietal Ganxet (grau de ganxo entre 27,3 i 29,6 i amb l'ideotipus Ganxet per a la resta de caràcters morfoagronòmics avaluats). La decisió pragmàtica de seleccionar directament les set primeres plantes amb més llavor disponible per autofecundació, que pertanyessin als set grups seleccionats, va ser una forma directa no significativa de seleccionar les plantes que havien obtingut millors produccions en un any agronòmicament desfavorable degut a la sequera dels mesos d'estiu i el fred de la tardor (apartat 4.2.2.; DARP 1989-1999).

### 5.3. CARACTERITZACIÓ DE LÍNIES PURES GANXET

#### 5.3.1. Aproximació morfoagronòmica

Les línies pures Ganxet avaluades (L64, L67, L23, L27, L19, L44 i L5) presentaven l'ideotipus del tipus varietal Ganxet. Tot i haver poca variabilitat, podien destacar-se diferències com l'elevat grau de ganxo de les línies L19, L64 i L67 fins i tot contrastades amb el ventall de variabilitat presentat a l'apartat 4.1.2. i taula 5.3.1.I. Les tres línies L19, L64 i L67 resultaven ser també les més primerenques, tot i que no es considera que aquesta correspondència obeeixi a efectes pleiotròpics ja que no es va detectar correlació entre el caràcter Ganxo i la precocitat a maduració en l'estudi del germoplasma Ganxet.

Donat que no es van trobar diferències significatives en relació a la susceptibilitat a malalties ni producció, el caràcter indicatiu per a una possible selecció resultava ser el valor comercial de les llavors, en què els millors valors es trobaren a les línies L23, L67 i L19.

Taula 5.3.1.I. Característiques de 46 entrades de mongeta Ganxet i, dins d'aquestes, les 13 entrades del grup 2 de l'anàlisi canònic de característiques Ganxet més acusades. Al costat, característiques de set línies pures prototípiques i, dins d'aquestes, la línia L67. Per cada caràcter s'indica la mínima diferència significativa (MDS  $p \leq 0,05$ ) quan l'anàlisi de la variància trobà diferències significatives.

|                          | Any 1993    |       |       |     | Any 1995    |       |       |         | L67  |          |       |      |         |
|--------------------------|-------------|-------|-------|-----|-------------|-------|-------|---------|------|----------|-------|------|---------|
|                          | 46 entrades |       |       |     | 13 entrades |       |       |         |      | 7 línies |       |      |         |
|                          | Mitjana     | Màxim | Mínim | MDS | Mitjana     | Màxim | Mínim | Mitjana |      | Màxim    | Mínim | MDS  | Mitjana |
| Producció (g/planta)     | 46,6        | 58,5  | 36,3  | 6,0 | 42,8        | 48,9  | 38,7  | 61,9    | 65,9 | 57,7     | NS†   | 60,8 |         |
| Llavors per tavella      | 4,7         | 5,8   | 3,7   | 0,7 | 4,0         | 4,4   | 3,7   | 4,3     | 4,6  | 4,0      | 0,4   | 4,4  |         |
| Pes de 100 llavors (g)   | 45,1        | 61,9  | 37,3  | 3,7 | 47,9        | 51,3  | 46,1  | 51      | 52,3 | 50,3     | NS†   | 52,3 |         |
| Grau de ganxo (0 a 3)    | 1,73        | 2,8   | 0,7   | 0,3 | 2,6         | 2,8   | 2,1   | 2,5     | 2,9  | 2,1      | 0,2   | 2,7  |         |
| Longitud de tavella (cm) | 14,9        | 17,0  | 13,6  | 1,2 | 14,5        | 16,0  | 13,9  | 15,1    | 15,7 | 14,7     | NS†   | 15,1 |         |

†NS No significatiu

La selecció realitzada sobre el germoplasma Ganxet sembla haver desplaçat els valors d'algunes variables com la longitud de tavella cap als valors mitjans del germoplasma Ganxet, lleugerament per sota el nombre de llavors per tavella i per sobre, el grau de

ganxo i el pes de 100 llavors. La producció mitjana obtinguda en el conjunt de línies pures fou elevada, aproximant-se a valors de 4.000 kg/ha front al rendiment màxim de 3.200 kg/ha trobat en l'assaig d'entrades de germoplasma (apartat 4.1.2.), però en aquest caràcter l'efecte any no permet contrastar netament els resultats. D'acord a les dades del DARP (1989-1999) els mesos de juliol, agost i setembre de 1993 van ser més freds de lo habitual i més plujosos, patint la radiació solar notables i sobtats canvis a conseqüència de la nebulositat, mentre que l'octubre aportà dies excepcionalment calorosos. En canvi, els mesos d'estiu i tardor de 1995 resultaren dintre dels paràmetres normals, el que podria explicar els rendiments (White, 1985).

### 5.3.2. Aproximació físico-química

El material Ganxet, representat per les set línies pures prototípiques, presenta nivells de proteïna bruta alts (28,33%) en comparació als testimonis avaluats (25,61% de White Kidney i 26,59% de Navy, no significativament diferents) però també respecte els valors publicats per un ampli rang de materials (FAO-HEW, 1968; DFL, 1989; Vázquez i Cardenas, 1992. Les línies pures amb més proteïna, L64, L7, L23 i L27, superaren el 28,5%. El testimoni Navy presentava valors equiparables als trobats per Kereliuk i Kozub (1995) qui trobaren continguts de proteïna del 25,3% en aquesta varietat.

Fueyo *et al.* (1990) van trobar nivells de proteïna entre 24-26% a diferents poblacions de Faba i Santalla *et al.* (1995a; 2001a), entre 22-28% en mongetes del nord-oest d'Espanya. Un nivell de proteïna de 26,5% al cultivar Faba analitzat es situaria en el rang alt d'aquest valors. Qualsevol discussió, però, dels valors es veu afectada per les nombroses referències disponibles sobre l'efecte de l'ambient en els valors de paràmetres químics com la proteïna i altres valors nutricionals en lleguminoses (Bressani i Elías, 1980).

La classe Ganxet, representada per el conjunt de set línies pures prototípiques, resulta tenir menys fibra dietètica total (22,57% front al 23,55% de Navy i 23,71% de White Kidney) i fibra dietètica insoluble (12,34% front al 13,10% de Navy i 13,66% de White Kidney). En conseqüència, la proporció de fibra dietètica soluble respecte la total (45,2%) dispara les diferències respecte Navy (44,2%) i especialment White Kidney. Els resultats obtinguts són comparables als d'altres estudis, en què les mongetes tipus Kidney presenten valors de fibra dietètica total elevats, superiors a les mongetes de

Lima i altres varietats com Great Northern, Navy, Pink o Pinto (Marlett, 1992; Li i Cardoso, 1993; Li, 1995) així com menor proporció de fibra dietètica soluble que Great Northern (Mongeau i Brassard, 1994). Els valors obtinguts resulten ser alts en contrast amb els continguts de fibra dietètica soluble trobats en un estudi de mongetes negres Mexicanes (3,5%) (Rosado *et al.*, 1993) o d'una varietat de Burundi (7,17%) (Barampama i Simard, 1995) i fibra dietètica total (20,3%)(Rosado *et al.*, 1993) o 17,7% per aquest caràcter en mongeta Navy (Kereliuk i Kozub, 1995).

Ganxet, representada per les set línies pures prototípiques, destacaria per l'alt contingut de sacarosa (2,114%) i glucosa (0,074%) front als testimonis Navy i White Kidney en el primer caràcter (1,76%) i també front a Tolosa i Faba en el segon (0,050% i 0,047% respectivament per a aquests darrers testimonis). Aquests continguts podrien explicar el gust apreciat a la mongeta Ganxet, de toc dolç. Els nivells de sacarosa trobats s'inclouen en l'ampli rang entre 1,5 i 3,2 % assenyalats en la literatura (Barampama i Simard, 1993; McPhee *et al.*, 2002) en llavor de mongeta. Burbano *et al.* (1999) i Muzquiz *et al.* (1999), en un ampli estudi amb varietats cultivades a Espanya, van trobar per la varietat Andecha tipus Faba valors de 2,2% de sacarosa, front al 2,5% trobats en el present treball i 2,12% en Tolosana.

En contrast, el contingut de midó baix de les línies prototípiques Ganxet (25,51%) contrasta amb els elevats valors d'altres varietats espanyoles com Faba (29,68%) i Tolosa (32,32%). Escribano *et al.* (1997) i Santalla *et al.* (1995a, 1999) van trobar continguts de midó molt variables en testimonis i poblacions al nord-oest de la península ibèrica (29,80-46,44%); Barampama i Simard (1995) de fins el 47% en una varietat de Burundi o entre 35,1% i 46,8% en línies endogàmiques mexicanes (Jacinto *et al.*, 2002). En mongetes Navy cultivades a Canadà, Kereliuk i Kozub (1995) van trobar continguts entre 33,7% i 40,4%, valors superiors als obtinguts en aquest treball. El material prototípic Ganxet, doncs, sembla caracteritzar-se per un baix nivell de midó (25,51%).

Els oligosacàrids de la família de la rafinosa (RFO), rafinosa, estaquiosa, verbascosa, i ajugosa, han estat identificats com una de les més importants causes de la flatulència (Murphy *et al.*, 1972; Salunkhe *et al.*, 1985; Radajewski *et al.*, 1992) encara que altres factors també són importants (Wagner *et al.*, 1977; Olson *et al.*, 1982). Reddy *et al.* (1984) no van trobar diferències en la concentració de sucres de la família de la rafinosa entre Red Kidney, Navy i Pinto. Ganxet presentà un valor de 0,249%, inferior

al testimoni Navy (0,402%), similar al del testimoni Faba però superior a Tolosa i White Kidney. El resultat obtingut en Faba, es pot considerar equiparable a l'obtingut per altres autors (Burbano *et al.*, 1999; Muzquiz *et al.*, 1999) qui també troben baixos nivells de rafinosa a la varietat Tolosana. De fet, el cultivar Tolosa tenia menys rafinosa que la línia prototípica Ganxet de menor contingut. Aquest resultat no permet sustentar la suposada fama de baixa flatulència de la mongeta Ganxet, en base al contingut d'aquests oligosacàrids, encara que hi puguin participar altres paràmetres. En qualsevol cas, Ganxet no destacaria especialment per valors elevats de rafinosa, situats d'acord a la literatura entre el 0,1 i el 0,5 % així com per el que fa a l'estaquirosa, on no es detectaren diferències significatives i els valors es trobaren a la franja mitjana-baixa del rang trobat en llavors de mongeta i que varia de 1,8 a 3,8% (Barampama i Simard, 1993; McPhee *et al.*, 2002).

D'entre els àcids orgànics analitzats, només per l'àcid màlic es trobaren diferències significatives entre materials. La mongeta Ganxet, representada per les set línies pures prototípiques, es trobaria en el rang alt (0,031%) si bé entre valors de referència com Faba (0,042%) i White Kidney (0,015%).

Semblaria clar que existeixen diferències en la composició química de les mongetes prototípiques Ganxet i la dels testimonis, destacant que tot i que White Kidney presenta una forma ganxada però poc pronunciada és clarament diferent a la mongeta Ganxet. Aquesta es trobaria més propera per el que fa a la composició química a Navy, tal com mostra l'agrupació derivada de l'anàlisi multivariant (figura 4.3.3.I.).

Les varietats més reputades des d'un punt de vista gastronòmic (Ganxet, Faba, Tolosa) destacarien només per una major proporció de sacarosa, que les faria més dolces. El nivell elevat de proteïna i baix de midó de la mongeta Ganxet, diferent a la resta, podria explicar una textura més mantegosa de l'endosperma, junt a l'elevat contingut de glucosa i baix contingut en fibra.

Segons Kereliuk i Kozub (1995) en un complet estudi de la composició química de la mongeta Navy cultivada a dos localitats amb condicions climàtiques diferenciades, l'acumulació progressiva de midó en el gra redueix la proporció de sucres i proteïna. El contingut de fibres no es veu afectat per aquesta dinàmica fisiològica. El tipus varietal Ganxet representat per les línies, presenta nivells baixos de midó i efectivament, en contrapartida, nivells superiors de sucres (sacarosa i especialment glucosa) i proteïna



que els testimonis. No s'ha trobat cap referència sobre la relació que podria existir amb la forma de la llavor, i donat que el germoplasma Ganxet destaca per una llavor ganxada, aplanada i semibuida, no es podria descartar la hipòtesi que la mongeta Ganxet presenti una fase de maduració fisiològica del gra limitada per factors endògens, que afecta la proporció d'aquests paràmetres químics. El caràcter grau de ganxo, com ja s'ha comentat, podria tenir una herència senzilla, i podria estar afectant pleiotròpicament altres característiques com la forma aplanada o semibuida de la llavor i la composició química d'aquesta.

S'ha determinat que les mongetes silvestres presenten més proporció de proteïna i menys greix i carbohidrats que les mongetes cultivades (Sotelo *et al.*, 1995). L'efecte de la millora de cultivars de mongeta sembla generar igualment un increment en l'acumulació de midó i reducció proporcional de proteïnes, ja que alts nivells de proteïna es correlacionen amb menor producció (Shellie-Dessert i Bliss, 1991) i existeix correlació negativa entre acumulació de midó i proteïna així com també entre midó i sucres (Escribano *et al.*, 1997). Així, la mongeta Ganxet seria un exemple de varietat tradicional no sotmesa a selecció i millora per producció.

La proporció d'episperma de les línies pures prototípiques Ganxet (9,2%) resultà similar a l'obtingut per a totes les entrades de germoplasma Ganxet avaluades prèviament (taula 4.1.3.II.), no destacant l'efecte de la selecció sobre aquest paràmetre. Una de les causes de l'acceptació popular de la mongeta Ganxet és la seva baixa percepció de la pell juntament amb la seva mantegositat. Això contrasta amb el fet de que la mongeta Ganxet prototípica, representada per les set línies seleccionades, té un contingut de pell del 9,2 %, valor superior al d'altres mongetes com Tolosa (7,9%), Faba (7,4%), Navy (7,3%) o White Kidney (7,3%). Els quatre testimonis presentaren una menor proporció d'episperma que fins i tot les línies Ganxet L27, L19 i L5 amb una menor proporció (8,9%). La quantitat superior de pell de la mongeta Ganxet podria ésser una simple conseqüència de la forma ronyonada, però de ser així, també White Kidney presentaria valors elevats o Navy, degut a la seva mida petita que afecta la proporció superfície/volum, i no és el cas.

Semblaria doncs, que la mongeta Ganxet prototípica es caracteritzaria per ser més pelluda que cap altra mongeta avaluada. Aquests valors prenen significació en contrast amb els trobats per varietats de nord-oest d'Espanya, en què s'inclouïa Faba (Santalla *et al.*, 1999), on predominaren valors propers al 8% o en poblacions gallegues on la

mitjana fou de 8,18% (Escribano *et al.*, 1997). Però el rang és certament ampli, entre 6,35% i 12,16 % (Escribano *et al.*, 1997; Santalla *et al.*, 2001a). En mongetes negres s'han trobat valor alts de proporció d'episperma (9%) que situarien a la mongeta Ganxet en el rang alt però no excepcional (Carlderón *et al.*, 1992). Escribano *et al.* (1997) van estimar una heretabilitat per el caràcter de  $0,46 \pm 0,12$  en poblacions gallegues.

L'explicació de l'aparent contradicció entre la baixa percepció de la pell i l'elevada proporció d'aquesta en la mongeta Ganxet podria trobar-se en l'estructura i/o composició de l'episperma. La duresa de la pell en les mongetes és deguda principalment a la seva composició i estructura. La pell de la mongeta està constituïda per cèl·lules esclereides que es caracteritzen per unes parets gruixudes i que estan composades bàsicament per fibra. A més, aquestes cèl·lules tenen una paret secundària endurida mitjançant un procés de lignificació (McDougall *et al.*, 1993). Si suposem que la duresa de la pell és la principal responsable de la seva percepció al ser menjada, tant la composició química com els factors que influeixen en la desestructuració durant el remull i cocció influiran en la percepció de la pell.

La composició de la fibra de la pell és diferent de la de les parets cel·lulars del parènquima dels cotilèdons (McDougall *et al.*, 1993; McDougall *et al.*, 1996) si bé a la varietat White Kidney s'ha trobat una correlació de 0,905 entre el contingut de fibra total de la llavor sencera i el percentatge de pell (Reichert *et al.*, 1984). Tots els components de les parets es combinen físicament i química de forma que encara que n'hi hagi de solubles, es formen combinacions que actuen de barreres per la solubilització (Eastwood, 1992).

La pectina es considera la principal responsable de la separació cel·lular, ja que es troba en la làmina mitja i depenent de la seva major o menor solubilització, les cèl·lules es separen més o menys. Això és important ja que la separació cel·lular durant el remull i la cocció provoca l'estovament dels teixits (Sefa-Dedh i Stanley, 1979; Wang *et al.*, 1988). El grau de solubilització de la pectina està fortament influït per el contingut de Ca i Mg, ja que la pectina pot interaccionar amb aquests cations augmentant la seva insolubilització (Quenzer *et al.*, 1978; Aguirre-Terrazas *et al.*, 1992; Vidal Valverde *et al.*, 1992).

Les hemicel·luloses solubles, juntament amb la fracció amorfa de la cel·lulosa (hidratable durant el procés de cocció), són també elements importants en la textura final per la seva capacitat d'absorció d'aigua i per tant de desestructuració de la pell.

Darrers estudis (Casañas *et al.*, 2002) indiquen que l'episperma de la mongeta Ganxet presenta una estructura rica en glucoproteïnes que facilitaria l'elevada pèrdua per solubilització de pectines, hemicel·lulosa i cel·lulosa durant la cocció. La gran quantitat de pectines presents en l'espai intercel·lular podria afavorir la desestructuració de l'esclerènquima. La suma d'aquests dos efectes seria responsable de la baixa percepció de la pell.

### 5.3.3. Aproximació sensorial

L'anàlisi sensorial realitzat sobre les línies pures prototípiques Ganxet no aporta resultats concloents per a discriminar les línies amb més valor organolèptic, sinó que exclusivament permet apreciar que entre elles existeix un lleuger grau de variabilitat. Totes les línies resultaren, en valors acumulatius, força similars i només L23 i L5 resultaven inferiors al millor material, L44.

### 5.3.4. Aproximació molecular

El polimorfisme trobat per al conjunt de materials avaluats i dins d'aquests entre les set línies pures prototípiques Ganxet estudiades mitjançant l'anàlisi PCR-RAPD es pot resumir en els sis valors indicats a la taula 5.3.4.I.

Taula 5.3.4.I. Polimorfisme expressat en percentatge d'iniciadors polimòrfics, percentatge de bandes polimòrfiques i percentatge mitjà de bandes polimòrfiques per iniciador, trobats per al total de materials avaluats incloent testimonis de grups gènics diferents (White Kidney, Navy i Planchada) i per a les set línies pures prototípiques Ganxet.

|                                            | Tots els materials | Línies pures Ganxet |
|--------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| % Iniciadors polimòrfics                   | 85,37              | 39,02               |
| % Bandes polimòrfiques                     | 63,54              | 16,08               |
| % Bandes polimòrfiques mitjà per iniciador | 54,21              | 14,30               |

En concordança amb altres autors, el 85,4% d'iniciadors polimòrfics trobat és habitual quan s'avaluen materials d'orígens diferents, com ara el 83,4% d'iniciadors polimòrfics trobats per Haley *et al.* (1994) o superiors, gairebé o igual al 100%, com els trobats per

Vasconcelos *et al.* (1996) i Beebe *et al.* (1995) i probablement molts altres autors que ja no indiquen aquest valor. Caldria, però, fer esment al molt allunyat resultat de Galván *et al.* (2001) en què només un 25% dels iniciadors utilitzats eren polimòrfics, probablement per una selecció poc afortunada d'aquests ja que dels 16 utilitzats, només 11 iniciadors donaven bandes reproduïbles i d'aquests només 4 aportaven bandes polimòrfiques.

En canvi, dins de grup gènic (Andí o Mesoamericà), el polimorfisme es pot reduir al voltant del 61 % (Haley *et al.*, 1994), independentment del grup. Concretament, amb varietats locals mexicanes, Jacinto *et al.* (2003) obtenien un 66,6% d'iniciadors polimòrfics. Amb cultivars de les races Durango i Mesoamèrica, dins de grup gènic, Miklas i Kelly (1992) van obtenir un 34% i 40% d'iniciadors polimòrfics. Per a comparacions entre materials més estretament relacionats les referències bibliogràfiques són escasses. Per a cultivars dins d'una classe comercial, Haley *et al.* (1994) van trobar un polimorfisme del 39,2% al 53,6% d'iniciadors en funció dels materials (cultivars Navy i de mongeta verda, respectivament). És en aquest rang de valors on es situa el polimorfisme trobat entre les línies Ganxet avaluades (39%), clarament superior al trobat per Miklas i Kelly (1992) en un assaig en què específicament cercaven acotar la capacitat de detecció de polimorfismes de la metodologia PCR-RAPD amb cultivars molt estretament emparentats. Dins de la classe comercial Navy, avaluant només els cultivars Sanilac i Seafarer van trobar un valor de només el 12% d'iniciadors polimòrfics. El resultat indica que entre les línies prototípiques Ganxet avaluades hi ha una variabilitat equivalent a la que es troba en materials dins de classe comercial.

El polimorfisme trobat valorat com a percentatge de bandes polimòrfiques resulta elevat en estudis realitzats amb varietats de mongeta d'origens diferents, com el 90% de Briand *et al.* (1998), 86,4% de Beebe *et al.* (1995) o el 88,8% de Maciel *et al.* (2001) encara que pot reduir-se fins al 65,6% de Métais *et al.* (2001) per a cultivars comercials d'origens diferents o el 52,2% de Vasconcelos *et al.* (1996) tot i treballar amb 28 cultivars de mongeta de diferents orígens de domesticació. Amb varietats de mongeta espanyoles aquest polimorfisme arribava al 93,5% (Martín *et al.*, 2002). Amb cultivars comercials, de més estreta base genètica, dels dos grups gènics, Métais *et al.* 2000 van trobar un 66,6% de bandes polimòrfiques. Entre aquests referents, a la banda baixa es situa el valor trobat en l'anàlisi amb els materials Ganxet i testimonis Navy, White Kidney i Planchada (63,5%).

Treballant amb deu cultivars de mongeta verda per els que els mateixos autors esperaven menys polimorfismes, Skroch i Nienhuis (1995b) van obtenir un polimorfisme del 41,4% i Jacinto *et al.* (2003), tot i seleccionar els iniciadors, obtenien un 38,8% de bandes polimòrfiques estudiant 30 poblacions mexicanes de gra negre de plans del centre i sud de Mèxic. Entre les línies pures prototípiques Ganxet s'assoleix només un 16,1% de bandes polimòrfiques, valor que les situaria molt pròximes genèticament. No s'han trobat valors en cap dels treballs en què s'avaluen materials tant estretament emparentats com aquestes línies per a referenciar el valor trobat més adientment.

El nombre de bandes avaluades per cada iniciador depèn en gran mesura de l'ajustament del mètode PCR-RAPD en el laboratori i de la sensibilitat amb la que es treballi per avaluar les bandes com a marcadors efectius, de manera que és difícil intentar comparar els resultats obtinguts amb els d'altres autors en valor absolut. Però a nivell de percentatge de bandes polimòrfiques per iniciador es poden donar valors molt elevats, d'un 98% com en el cas de Maciel *et al.* (2001) per a estudis amb materials d'origens diversos, un 50% per a varietats dins de grup gènic i probablement emparentades (Jacinto *et al.*, 2003) o un 41,4% per a cultivars més propers (Skroch i Nienhuis, 1995b). En els materials sota estudi, s'ha trobat només un 54,2% de bandes polimòrfiques per iniciador, el què és pot considerar baix tenint en compte la presència d'un testimoni d'origen andí com és White Kidney junt amb la resta de materials mesoamericans, però més remarcable és el baix percentatge (14,3%) trobat per a les línies pures prototípiques Ganxet.

Tots els valors considerats en conjunt indiquen una molt estreta base genètica de les set línies pures prototípiques Ganxet seleccionades. Presenten entre elles alts nivells de similitud, en concordança amb les escasses diferències trobades per a caràcter morfoagronòmics (apartat 4.3.1).

Les relacions filogenètiques entre les línies obtingudes a partir dels marcadors RAPD no es poden comparar directament amb les obtingudes per caràcters morfoagronòmics, degut a les escasses diferències trobades entre les línies l'any 1995 (apartat 4.3.1.) que no permeteren realitzar anàlisi multivariant. Tampoc és possible una comparació directa en referència a l'origen de les línies, degut a la no coincident agrupació de les entrades de les que deriven les línies obtinguda l'any 1994 per els mètodes d'agrupació Average Linkage i Ward's Minimum Variance (apartat 4.2.2.), i la no avaluació de les

entrades de les que deriven L19, L67, L64 i L5 l'any 1993 (apartat 4.1.2.). Segons aquests antecedents, només és deduïble que L67 destacaria de la resta de línies prototípiques. L'agrupació d'acord a paràmetres físico-químics de la llavor en canvi, aporta coincidències amb l'agrupació obtinguda d'acord a la caracterització de patrons RAPD. L67 i L64, similars entre elles (distància genètica de  $0,328 \pm 0,02$ ) resulten les més diferenciades de la resta (figura 4.3.3.I. i figura 4.3.4.2.I.).

Aquests resultats fan pensar que el procés de selecció dins i entre poblacions inicials cultivades sota la denominació Ganxet ha aconseguit extreure materials força similars amb la tipologia Ganxet comercialment acceptada i més acusada, descartant les introgressions no Ganxet que es troben en les entrades d'origen, no lligades a elevat grau de ganxo. La selecció ha reportat línies pures prototípiques Ganxet estretament emparentades, que presenten un comportament agronòmic força homogeni i només per característiques químiques de la llavor i mitjançant RAPD es poden desmarcar L64 i L67 respecte la resta. Tot plegat fa pensar que efectivament hi va haver un nucli fundador de base genètica estreta que ha patit introgressions.

La literatura ha discutit abastament que les agrupacions obtingudes a partir de marcadors RAPD semblen ser més independents que les obtingudes a partir de caràcters morfoagronòmics o isoenzimàtics en les plantes cultivades ja que aquests estan influenciats per l'home i sotmesos a selecció (Lanner-Herrera *et al.*, 1996; Johns *et al.*, 1997; Alvarez *et al.*, 1998; Cattan-Toupance *et al.*, 1998). Eichenberger *et al.* (2000) per exemple, van obtenir per a cultivars de mongeta suïssos unes agrupacions consistents amb els orígens genètics mitjançant marcadors RAPD, però no amb caràcters morfoagronòmics. Els RAPD es troben localitzats a àmplies zones del genoma i no estan tant limitats a canvis com en regions codificadores (Johns *et al.*, 1997) i segons Cattan-Toupance *et al.*, 1998, els marcadors moleculars donen informació sobre la història i la biologia de les poblacions, no sempre reflexada als caràcters agronòmics tenint en compte, a més, que en autògames hi ha fortes correlacions entre trets morfoagronòmics. A efectes de selecció i promoció d'una o poques línies prototípiques Ganxet, la caracterització mitjançant RAPD no modifica els criteris contemplats i solament reforça el coneixement que L64 i L67, destacades per el seu nivell nutricional i organolèptic, són diferents de la resta de línies, tot i que agronòmicament no en destaquen.

#### 5.4. SELECCIÓ D'UNA LÍNIA PURA GANXET REPRESENTATIVA

Els resultats, a partir de caràcters morfoagronòmics, paràmetres físico-químics que caracteritzen nutritivament les llavors, aspectes sensorials relacionats amb l'apreciació comercial (taula 5.4.I.) i marcadors RAPD mostren l'existència de considerable variabilitat entre les set línies pures prototípiques Ganxet. En conseqüència, es decidí l'elecció d'una línia pura per posar-la a disposició dels productors i facilitar la promoció i protecció del tipus varietal Ganxet com a classe comercial definida. Aquesta línia seria també un punt de partida adient per a posterior processos de millora.

Taula 5.4.I. Característiques morfoagronòmiques, nutricionals i organolèptiques del germoplasma Ganxet representat per set línies pures prototípiques. Dins d'aquestes, la línia L67 considerada la més interessant per la seva promoció i conservació. Els valors dels paràmetres físico-químics s'expressen en percentatge i els atributs sensorials, d'acord a una escala de 0 a 3 (0=valor mínim, 3=valor màxim). Per tots els caràcters les diferències eren significatives ( $p \leq 0,05$ ).

|                                     | 7 línies Ganxet |       |       | Navy  | White<br>Kidney | Faba  | Tolosa | MDS  |
|-------------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--------|------|
|                                     | Màxim           | Mínim | L67   |       |                 |       |        |      |
| Precocitat a maduració <sup>1</sup> | 2,50            | 1,33  | 2,00  | -     | -               | -     | -      | 0,75 |
| Nombre de llavors per<br>tavella    | 4,59            | 3,97  | 4,38  | -     | -               | -     | -      | 0,38 |
| Grau de Ganxo <sup>2</sup>          | 2,89            | 2,08  | 2,75  | -     | -               | -     | -      | 0,16 |
| Valor comercial <sup>3</sup>        | 2,58            | 2,14  | 2,46  | -     | -               | -     | -      | 0,22 |
| Proteïna<br>Bruta                   | 29,64           | 27,14 | 29,32 | 26,59 | 25,61           | 26,50 | 21,88  | 1,79 |
| Proteïna<br>Soluble                 | 25,62           | 23,73 | 25,57 | 23,17 | 22,73           | 23,36 | 18,09  | 1,87 |
| Digestibilitat<br>de proteïna       | 88,97           | 81,33 | 87,34 | 87,24 | 88,70           | 88,09 | 82,32  | 3,52 |
| Fibra dietètica (FD)                | 23,41           | 21,77 | 22,06 | 23,55 | 23,71           | 23,19 | 24,59  | 0,23 |

Taula 5.4.I. (cont.)

|                               |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fibra dietètica insoluble     | 13,02 | 11,63 | 11,63 | 13,10 | 13,66 | 13,35 | 15,61 | 0,13  |
| Fibra dietètica soluble (FDS) | 10,43 | 10,38 | 10,43 | 10,44 | 10,05 | 9,83  | 8,98  | 0,10  |
| FDS/FD                        | 47,2  | 44,2  | 47,2  | 44,2  | 42,3  | 42,3  | 36,4  | 0,2   |
| Sacarosa                      | 2,180 | 1,122 | 2,122 | 1,767 | 1,765 | 2,525 | 2,475 | 0,25  |
| Glucosa                       | 0,082 | 0,067 | 0,082 | 0,052 | 0,027 | 0,047 | 0,050 | 0,014 |
| Midó                          | 27,50 | 24,72 | 25,07 | 27,99 | 30,42 | 29,68 | 32,32 | 1,13  |
| Rafinosa                      | 0,275 | 0,213 | 0,260 | 0,402 | 0,195 | 0,227 | 0,117 | 0,053 |
| Àcid màlic                    | 0,040 | 0,025 | 0,032 | 0,017 | 0,015 | 0,042 | 0,017 | 0,010 |
| % Episperma                   | 9,6   | 8,9   | 9,3   | 7,3   | 7,3   | 7,4   | 7,9   | 0,5   |
| Percepció de la pell          | 2,2   | 1,5   | 1,9   | -     | -     | -     | -     | 0,6   |
| Gust                          | 2,4   | 1,9   | 2,2   | -     | -     | -     | -     | 0,3   |
| Aspecte                       | 2,7   | 1,8   | 2,4   | -     | -     | -     | -     | 0,7   |
| Grau de ganxo <sup>4</sup>    | 3,0   | 1,6   | 2,1   | -     | -     | -     | -     | 0,7   |
| Acumulat                      | 11,4  | 9,7   | 10,8  | -     | -     | -     | -     | 1,0   |

1 Precocitat a maduració relativa d'acord a l'escala: 1=molt primerenca 3=molt tardana.

2 Grau de ganxo d'acord a l'escala: 0=sense ganxo 3=ganxo màxim.

3 Valor comercial basat en la uniformitat, color, etc. de les llavors d'acord a l'escala: 1=baix valor 3=alt valor.

4 Grau de ganxo apreciable una vegada cuites les mongetes d'acord a l'escala: 0=sense ganxo 3=ganxo màxim.



Dels caràcters morfoagronòmics per a les línies pures prototípiques Ganxet avaluades caldria apreciar positivament l'elevat grau de ganxo de les línies L19, L64 i L67 així com l'elevat valor comercial de L23, L67 i L19.

Si es valoren positivament continguts alts en proteïna soluble (L67 i L23); fibra dietètica soluble (L67, L44 i L5); sacarosa (totes menys L64); glucosa (totes menys L44) i àcid màlic (L5, L19, L67 i L64) i nivells baixos de fibra dietètica insoluble (L67 i L64); midó (totes menys L5 i L44); rafinosa (totes menys L27) i proporció de pell (totes), resulta destacable la línia L67, seguida per L64, L19 i L23.

Sospesant el baix valor obtingut per L23 en l'anàlisi sensorial, tot i reconeixent el seu alt valor comercial, i la resta de caràcters, la línia L67 sembla ser la més adequada per la seva promoció i conservació. Aquesta línia L67 té els trets morfològics característics del tipus varietal Ganxet, una producció acceptable, baixa percepció de la pell i textura fina i mantegosa al ser consumida, alt nivell de proteïna bruta (29%) i glucosa (0.08%), baix nivell de fibra dietètica total (22%) i midó (25%), i un grau de ganxo de 2,75.

De fet, l'any 1996 es va fer la primera multiplicació controlada de la línia L67 a través de la Cooperativa Agrícola de Sabadell i Comarca. Es va utilitzar per sembrar el 1997, posant-se a disposició dels agricultors a finals de 1997 i principis de 1998. L'Oficina Comarcal del Vallès Occidental, del DARP, va realitzar una campanya informativa per a animar als productors a utilitzar aquesta llavor seleccionada i oferir així als consumidors un producte d'alta qualitat, homogeni i estable. Des de llavors, la cultiven tots els productors que la sol·liciten, si bé no de forma generalitzada, ja que els productors principals es mostren reticents a abandonar el seu material tradicional de sembra.

Per al registre de la línia L67 s'ha decidit la denominació Montcau, atenent a raons històriques associades a les experiències de millora desenvolupades durant el segle XX als camps experimentals de la Diputació de Barcelona, amb qui històricament ha estat vinculada l'ESAB. Amb la derogació de la Denominació Comarcal amb la que es reconeixia la mongeta Ganxet com a aliment típic i tradicional de les comarques catalanes queda pendent trobar la fórmula que permeti diferenciar aquest producte i promocionar-lo eficaçment.

El primer pas ja ha estat la proposta de reconeixement de la mongeta Ganxet com a classe comercial. L'any 1998 va néixer, desenvolupat sota el Programa FAIR europeu (FAIR5-PL97-3463), el projecte PHASELIEU (Anònim, 2001) amb la voluntat de coordinar la recerca en *Phaseolus* i elaborar un model d'estratègia integrat per millorar la producció d'aquest gènere a Europa per consum humà. La publicació de resultats d'aquesta tesi ha ajudat segurament a la proposta de reconeixement de la mongeta Ganxet com una nova classe comercial de mongeta europea (Santalla *et al.*, 2001b), dins de la tipologia de llavor blanca sota el nom de Hook, sinònim de Ganxet. D'acord als resultats obtinguts, la classe comercial Ganxet (Hook) podria definir-se, obeint a raons pragmàtiques ja que molts productors es resisteixen a canviar el seu material de sembra, d'acord a les característiques de les entrades de germoplasma Ganxet que són inequívocament reconeixibles com a Ganxet per productors i consumidors tradicionals d'aquesta mongeta. Com s'ha discutit a l'apartat 5.1., serien les característiques de les entrades actualment cultivades sota la denominació Ganxet que presenten graus de ganxo iguals o superiors a 1,5 o més restringidament les 13 entrades agrupades d'acord a l'anàlisi canònic amb característiques més acusades (taula 5.3.1.I.). Però davant l'evident existència d'introgessions que va patir el suposat nucli fundador de la varietat, podria definir-se la classe comercial Ganxet d'acord a les característiques de les set línies pures prototípiques, si es desitja acotar més estretament el material comercialitzable sota la denominació Ganxet.

## 5.5. ORIGEN DE LA MONGETA GANXET

L'anàlisi dels marcadors RAPD permet observar que l'entrada C15, pertanyent al tipus que comercialment es reconeix com a Ganxet, difereix manifestament del germoplasma prototípic representat per les set línies pures seleccionades. Aquesta població C15 presenta més similituds amb el cultivar Planchada (s'agrupà a una distància genètica de  $0,23 \pm 0,02$ ), que amb les línies prototípiques Ganxet. Això sembla indicar que C15, com probablement moltes de les entrades originàries de la col·lecció de l'ESAB, presenta introgessió d'altres varietats de mongeta no Ganxet, probablement tipus Great Northern, de la raça mesoamericana Durango (D), d'acord als resultats obtinguts. Es podria pensar, però, que, com algunes varietats enfiladisses (hàbit de creixement de tipus IV) del grup gènic Mesoamericà, la situació del germoplasma Ganxet a nivell de raça és difícil d'establir, i encara cal decidir si es tracta de materials d'una raça

diferenciada o poden ser una subdivisió de la raça Durango amb aquest atípic hàbit de creixement, tal com proposen Beebe *et al.* (2000).

La similitud trobada entre C15 i Planchada no sorprèn, però, ja que, de fet, especulant sobre el material candidat a introgressar el germoplasma Ganxet, és el cultivar comercial avaluat amb condicions més favorables, tant genètiques com històriques. Planchada es cultiva a Catalunya des de fa temps, és d'origen mesoamericà (raça Durango) i com s'ha vist, igual que Ganxet, és de gra blanc, creixement indeterminat i a més, la llavor és aplanada. Tot plegat fa pensar que el presumible resultat d'un encreuament entre materials tipus Great Northern com Planchada i germoplasma Ganxet resultaria no radicalment diferent a Ganxet, podent persistir en la població de sembra sense ser rebutjat.

El germoplasma prototípic Ganxet, representat per el conjunt de línies seleccionades, presenta més similitud amb el cultivar Navy (distància genètica de  $0,26 \pm 0,02$ ), pertanyent al grup gènic Mesoamericà (figura 4.3.4.2.I.). La proximitat entre les línies pures prototípiques Ganxet i el cultivar Navy coincideix amb els resultats obtinguts a partir de paràmetres físico-químics de la llavor (figura 4.3.3.I., taula 5.5.I.).

El cultivar Navy analitzat representa la raça Mesoamèrica (M) en aquest assaig. La raça M es caracteritza per llavor relativament petita a molt petita, hàbit de creixement indeterminat de tipus II, III i IV (encara que també de tipus I) i adaptació a plans calorosos mexicans de baixa altitud (Singh *et al.*, 1991a; Voysest, 2000; Santalla *et al.*, 2001b). La similitud trobada entre les línies pures prototípiques Ganxet i aquest cultivar permeten suposar un origen mesoamericà, probablement de la raça Mesoamèrica, de la mongeta Ganxet ancestral que va ser portada a Catalunya.

Segons Alvarez *et al.* (1998), Rodiño *et al.* (2001) o Martín *et al.*, (2002), la majoria dels cultivars de mongeta a la península ibèrica són d'origen andí a l'igual que succeeix a tota Europa, ja que els primers cultivars provenien del sud dels Andes i posteriorment van arribar probablement en onades successives nous cultivars a través de comerciants i mariners principalment de les zones andines (Debouck i Smartt, 1995; Zeven, 1997). La mongeta Ganxet sembla ser un dels casos menys freqüent de material mesoamericà, arribat més recentment mercès a algun emigrant indià a algun port del Maresme, potser a l'important port de Mataró, i probablement al segle XIX, expandint-se el seu cultiu des d'aquesta comarca (figura 1.6.I.). A manca de major informació sobre aquesta

varietat, però donat que les referències gràfiques i escrites no es remunten a abans de 1918, potser va arribar des d'alguna zona del Carib, quan encara Catalunya hi mantenia estrets lligams comercials per el que es tractaria d'un material d'origen mesoamericà com la majoria de varietats de la zona (Gepts i Bliss, 1986) si bé a la vista dels resultats, la majoria dels actuals cultivars locals presenten introgressió d'altres materials.

Taula 5.5.I. Grups determinats a partir de paràmetres físico-químics de la llavor i a partir de marcadors RAPD de línies prototípiques Ganxet i cultivars comercials.

| Grups d'acord a paràmetres físico-químics de la llavor per el mètode Average Linkage tallant a una distància normalitzada de 1,2. | Grups d'acord a marcadors RAPD per el mètode Average Linkage a una distància genètica de Jaccard de 0,3. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L5                                                                                                                                | L5                                                                                                       |
| L23                                                                                                                               | L23                                                                                                      |
| L19                                                                                                                               | L19                                                                                                      |
| L27                                                                                                                               | L27                                                                                                      |
| L44                                                                                                                               | L44                                                                                                      |
| L64                                                                                                                               | L64                                                                                                      |
| L67                                                                                                                               | L67                                                                                                      |
| Navy                                                                                                                              | Navy                                                                                                     |
| †                                                                                                                                 | Planchada<br>Entrada Ganxet C15 (Cas)                                                                    |
| White Kidney                                                                                                                      | White Kidney                                                                                             |

† cultivars comercials no analitzats físico-químicament

De la raça Jalisco (J), caracteritzada per presentar llavor de mida mitjana, tipus de creixement de tipus IV i adaptació a altiplans humits mexicans, no es va incloure cap representant a l'assaig, ja que el cultiu de la raça Jalisco està molt restringit als altiplans mexicans (Singh, 1999). Segons característiques bàsiques de la llavor, principalment, el grup de millora genètica de llegums (MBG-CSIC) de Pontevedra, situà la mongeta Ganxet (entrades MBG-CSIC PHA-0593 i PHA-0623) dins d'aquesta raça (figura 5.4.I.) amb un pes de 100 llavors de 45 g (Santalla *et al.*, 2001b). Probablement es tingué en compte especialment la mida de la llavor de l'entrada PHA-0593, un cultivar tipus Ganxet comercialitzat per Semillas Batlle comprat l'any 1992, i el creixement indeterminat enfiladís de tipus IV, no tant característic de la raça Mesoamèrica (Singh

*et al.*, 1991a) per fer aquesta assignació. En qualsevol cas, aquesta assignació al grup gènic Mesoamericà coincideix amb els resultats obtinguts mitjançant marcadors RAPD, si bé no estudiats completament a nivell de raça ja que, com ja s'ha dit, l'assaig no incloïa cap representant de la raça Jalisco.

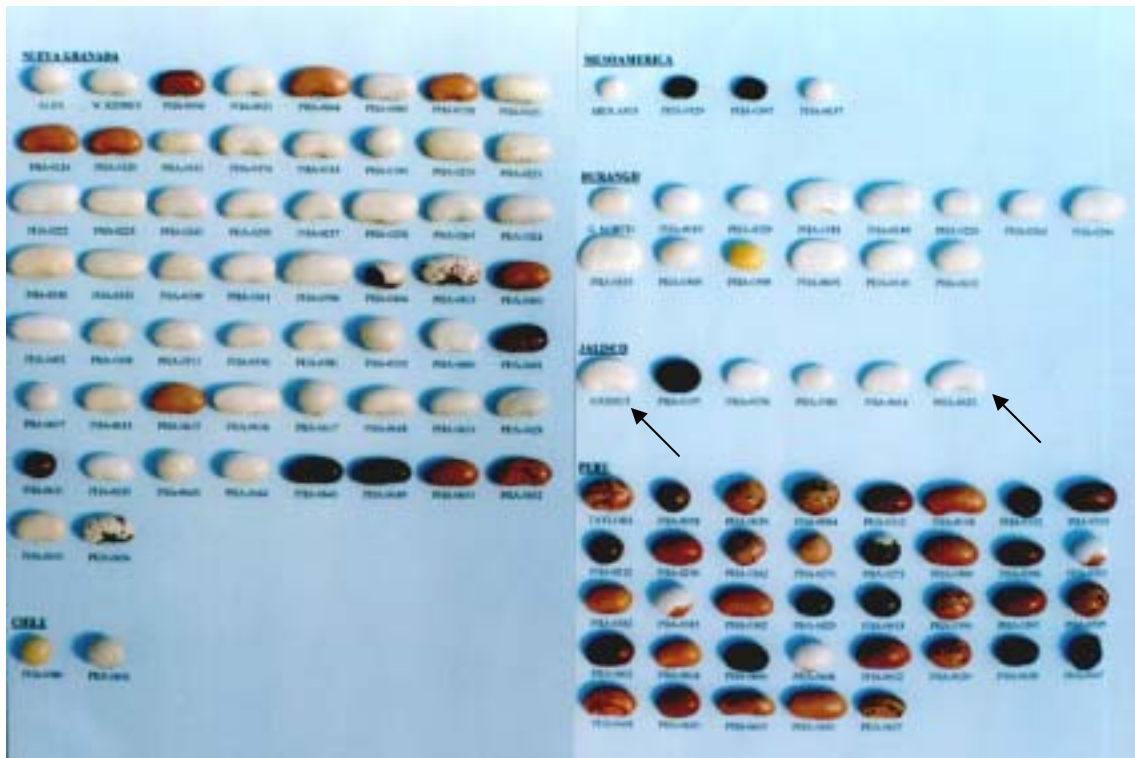


Figura 5.4.I. Entrades de mongeta del banc de llavors del grup de millora genètica de llegums (MBG-CSIC) de Pontevedra classificades d'acord a les sis races reconegudes. Les races Mesoamèrica, Durango i Jalisco pertanyen al grup gènic Mesoamericà i les races Nueva Granada, Chile i Perú, al grup gènic Andí. Les entrades Ganxet apareixen classificades dins de la raça Jalisco, indicades per una fletxa. Font: Ron i Santalla (consulta: 13/07/2003).

Els dos grups gènics Mesoamericà i Andí també difereixen en el tipus de proteïnes faseolines. Així, les varietats mesoamericanes donen faseolines de tipus S i B, mentre que les sud-americanes andines presenten faseolines de tipus T, C, H, i A. (Gepts *et al.*, 1986; Singh *et al.*, 1991c).

Casquero (1997) va avaluar tres mostres Ganxet, un cultivar comercial de l'empresa Fitó i dues mostres del banc de llavors de l'ESAB corresponents a entrades de productors escollits a l'atzar. Segons Casquero (1997), la mongeta Ganxet presenta

faseolina de tipus S, com quasi totes les mongetes cultivades del grup gènic Mesoamericà, que tenen la faseolina de tipus S i les seves variants.

El locus de la faseolina S està lligat al gen P que confereix color blanc (Basset, 1991) i sembla que factors de la mida de la llavor estan lligats a la família gènica de les faseolines (Nodari *et al.*, 1993; Koinange *et al.*, 1996) el que explicaria la prevalència de la faseolina S en el grup gènic Mesoamericà, caracteritzat globalment per una mida de llavor més petita que el grup Andí i major prevalència de la llavor blanca front a la negra i pinta.

També Santalla *et al.* (2002) obtingueren un patró mesoamericà de faseolina (tipus S i B) en dues entrades Ganxet de la col·lecció de llavors de la Misión Biológica de Galicia-CSIC (PHA-0593 i PHA-0623). La primera entrada, com ja s'ha dit, procedia de la casa comercial Semillas Batlle i la segona era una entrada escollida a l'atzar i enviada per l'ESAB. D'acord als aloenzims estudiats, Santalla *et al.* (2002) situaren aquestes entrades en dos grups constituïts per materials considerats formes intermèdies entre els dos grups gènics reconeguts en mongeta (figura 5.4.II.).



Figura 5.4.II. Grups de formes intermèdies de mongetes en funció d'aloenzims trobats per Santalla *et al.* (2002). A dalt, grup D i a baix, grup G. Les entrades Ganxet (Hook) indicades amb una fletxa són fàcilment reconeixibles per la seva forma ganxuda i foren considerades una mostra de formes intermèdies entre els dos grups gènics reconeguts en mongeta. Font: DOI 10.1007/s00122-001-0844-6ch110.html publicat en línia el 20 de febrer de 2002 per Theoretical and Applied Genetics, Springer-Verlag, 2002 (Santalla *et al.*, 2002).

Un grup, denominat D, amb entrades Favada, Guernikesa, Marrow, Ganxet (Hook), Great Northern i Small White presentava l'al·lel andí *Skdh*<sup>100</sup> i l'al·lel mesoamericà *Diap-1*<sup>95</sup>. L'altre grup, denominat G, amb entrades Canellini, White Kidney, Guernikesa, Red Pinto, Ganxet (Hook) i Large Great Northern presentava l'al·lel mesoamericà *Skdh*<sup>103</sup> i l'al·lel andí *Diap-1*<sup>100</sup>. Aquesta caracterització no necessàriament implica que el tipus varietal Ganxet definit després d'eliminar bona part de les introgressions sigui un material intermedi, ja que sembla demostrat que les poblacions cultivades Ganxet en general pateixen introgressió d'altres materials i inclús barreges mecàniques. S'hauria de veure on se situen les línies pures prototípiques Ganxet en una anàlisi del mateix tipus.

Així, d'acord als resultats obtinguts mitjançant paràmetres fisico-químics i marcadors RAPD i en concordança amb els treballs de Casquero (1997), Santalla *et al.* (2002) i la proposta del grup de millora genètica de llegums (MBG-CSIC) de Pontevedra, caldria situar la mongeta Ganxet dins del grup gènic Mesoamericà. La raça Mesoamèrica podria ser l'origen remot més probable del germoplasma Ganxet que fou portat a Catalunya fa uns cent anys, patint introgressions d'altres materials, com ara mesoamericans de la raça Durango.

## 6. CONCLUSIONS

1. S'ha constituït una col·lecció de germoplasma presumptament Ganxet amb 69 entrades amb llavor viable.

2. El germoplasma cultivat i comercialitzat actualment sota la denominació Ganxet presenta un ventall considerable de morfologies, amb llavors que van de lleugerament a molt ganxudes. Les entrades inequívocament reconeixibles com a Ganxet per productors i consumidors tradicionals presenten variabilitat equivalent al total d'entrades de germoplasma presumptament Ganxet avaluades, a excepció d'una producció màxima significativament inferior. Morfoagronòmicament les plantes són tardanes, amb hàbit de creixement indeterminat enfiladís de tipus IV, entrenusos llargs, fulles i tavelles verd fosc i flors blanques. Presenten tavelles de 13,9 a 17 cm de longitud amb 3,7 a 5,8 llavors per tavel·la i produccions de 36,3 a 51,9 g/planta. Les llavors són de mida mitjana-gran (38,8 a 61,9 g/100 llavors), aplanades i ronyonades (grau de ganxo entre 1,5 i 2,8 sobre 3) amb un 23,26% a 27,63% de proteïna, 1,48% a 2,10% de greix i 7,45% a 8,90% d'episperma. Les llavors absorbeixen entre un 42,73% a 48,12% d'aigua durant el remull.

3. Existeix suficient variabilitat per a realitzar un procés de selecció individual dins i entre entrades de la col·lecció de llavors. El caràcter grau de ganxo és força insensible a l'ambient i representa el tret característic de la varietat, per el que resulta ser el millor criteri de selecció.

4. Dels onze grups representatius de la variabilitat existent dins el germoplasma comercial presumptament Ganxet col·lectat, s'han seleccionat els set grups amb llavor més ganxada per a derivar línies pures per autofecundació. Les plantes precursors seleccionades dins de grup han estat les de major grau de ganxo i major quantitat de llavor obtinguda per autofecundació.

5. S'han seleccionat set línies pures prototípiques del tipus varietal Ganxet amb produccions acceptables, excel·lents característiques organolèptiques i nutricionals, i fàcilment identificables com a classe comercial. El nivell de polimorfisme entre les línies és equivalent al que es troba dins de classe comercial. Presenten tavelles de 14,7 a 15,7 cm de longitud amb 4 a 4,6 llavors per tavel·la i produccions de 57,7 a 65,9 g/planta. Les llavors són de mida gran (50,3 a 52,3 g/100 llavors), aplanades i



ronyonades (grau de ganxo entre 2,1 i 2,9 sobre 3) amb un 27,14% a 29,32% de proteïna, 21,77% a 23,41% de fibra dietètica, 0,067% a 0,082% de glucosa, 24,72% a 27,50% de midó i 8,9% a 9,6% d'episperma.

6. La línia pura seleccionada L67 ha estat posada a disposició dels agricultors i es troba en fase de registre sota el nom de Montcau. Té els trets morfològics característics del tipus varietal Ganxet, una producció acceptable, baixa percepció de la pell i textura fina i mantegosa al ser consumida, alt nivell de proteïna bruta (29,32%) i glucosa (0.082%), baix nivell de fibra dietètica total (22,06%) i midó (25,07%), i un grau de ganxo de 2,75 sobre 3.

7. S'han establert les limitacions agronòmiques i les característiques químiques del tipus varietal Ganxet. Donada la variabilitat detectada existeix una sòlida base de coneixement per a millorar el tipus varietal i definir la classe comercial.

8. S'ha trobat una elevada concordança dels resultats d'agrupació obtinguts mitjançant marcadors RAPD i paràmetres físico-químics de la llavor, destacant les línies pures L64 i L67 de la resta de línies prototípiques seleccionades, i observant-se que totes les línies pures prototípiques Ganxet són més pròximes al testimoni Navy que al testimoni White Kidney.

9. El germoplasma Ganxet, avaluat mitjançant marcadors RAPD i representat per la l'entrada C15 i les set línies prototípiques Ganxet seleccionades, s'agrupa amb testimonis del grup gènic Mesoamericà, restant allunyat de forma consistent del testimoni andí White Kidney, per el que el seu origen sembla ser mesoamericà i probablement de la raça Mesoamèrica.

10. Probablement la forma prototípica ancestral es caracteritzava per una llavor molt ganxada, elevada proporció de proteïna i pell i per ser poc productiva. A partir d'aquesta, hi ha hagut introgressió genètica en les poblacions cultivades, almenys, de la raça Durango.

## 7. REFERÈNCIES

AACC [American Association of Cereal Chemists] (1983) Approved methods of the AACC. 8<sup>a</sup> edició, The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

Adams, M.W. (1974) Plant architecture and physiological efficiency in the field bean. A CIAT, Potentials of field bean and other food legumes in Latin America, CIAT, Cali, Colombia, Series, Seminar 2E (1973):266-278.

Adams, M.W. i G.B. Martin (1987) Genetic structure of bean landraces in Malawi. A Gepts, P. (Ed.) Genetic Resources of *Phaseolus* Beans, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands, pg 355-374.

Aguirre-Terrazas, M.G.; A. Anzaldúa-Morales; A. Quintero; G. Gastéldum i J.V. Torres (1992) Influencias del remojo y de la cocción en la textura de alubias (*Phaseolus vulgaris*). Rev. Esp. Cien. Tec. Alim. 32:401-416.

Agulló, F. (1933) Llibre de la cuina catalana. Editorial Altafulla, Barcelona.

Alvarez, M.T.; L.E. Sáenz de Miera i M. Pérez de la Vega (1998) Genetic variation in common and runner bean of the Northern Meseta in Spain. Genet. Resour. Crop. Evol. 45:243-251.

Alzate-Marin, A.L.; G. Soares; S. Martins; T.J. de Paula; C. Sigueyuki; E. Gonçalves i M. Alves (1996) Use of RAPD-PCR to identify true hybrid plants from crosses between closely related progenitors. Rev. Bras. Genet. 19:621-623.

Amurrio, M; M. Santalla i A.M. de Ron (Eds.) (2001) Catalogue of Bean Genetic Resources. Fundación Pedro Barrié de la Maza/ PHASELIEU-FAIR-PL97-3463-MBG-CSIC.

Anderberg, M.R. (1973) Cluster analysis for applications. Academic Press Inc., New York, USA.

Anderson, J.W. (1985) Cholesterol-lowering effects of canned beans for hypercholesterolemic men. Clin. Res. 33:871.

Anònim (2001) The PHASELIEU project. A Amurrio, M; M. Santalla i A.M. de Ron (Eds.) Catalogue of Bean Genetic Resources. Fundación Pedro Barrié de la Maza/ PHASELIEU-FAIR-PL97-3463-MBG-CSIC, pg 11-12.

AOAC [Association of Official Analytical Chemists] (1990) Official Methods of Analysis of the AOAC. K. Helrich (Ed.), Association of Official Agricultural Chemists, Virginia, USA.

Asensio, C.; J.L. Montoya i J. Alonso (1990) Judías de Castilla y Leon. INIA-MAPA, Monografías INIA nº75, Madrid.

Baldi, M. (1997) La Mongeta Ganxet. Catalunya Rural i Agrària 31:35-38.

Baldi, M. (1995) Un exemple de recuperació de varietats tradicionals: la mongeta Ganxet. A Escola Agrària de Manresa (Ed.) Ponències del curs Llavors i Planters en Agricultura Ecològica, Manresa 3 febrer-8 març 1995, Manresa, ponència 12, pg 1-4.

Barampama, Z. i R.E. Simard (1995) Effects of soaking, cooking and fermentation on composition, in-vitro starch digestibility and nutritive value of common beans. Plant Foods Hum. Nutr. 48:349-365.

Barampama, Z. i R.E. Simard (1993) Nutrient composition, protein quality and aninutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Burundi. Food Chem. 47:159-167.

Basset, M.J. (1991) A revised linkage map of common bean. Hort-Science 26:834-836.

Bassett, M.J. (1993) List of genes – *Phaseolus vulgaris* L. [en línia]. A McClean, P.E. BeanGenes: A Phaseolus/Vigna Database, North Dakota State University, Fargo, ND, USA. <<http://beangenes.cws.ndsu.nodak.edu/genes/genlist3.htm>> [consulta: 13/03/2003].

Becerra Velásquez, V.L. i P. Gepts (1994) RFLP diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris*) in its centres of origin. Genome 37:256-263.

Beebe, S.E.; I. Ochoa; P. Skroch; J. Nienhuis i J. Tivang (1995) Genetic diversity among common bean breeding lines developed for Central America. *Crop Sci.* 35:1178-1183.

Beebe, S.; J. Rengifo; E. Gaitan; M.C. Duque i J. Tohme (2001) Diversity and origin of Andean landraces of common bean. *Crop Sci.* 41:854-862.

Beebe, S.; P.W. Skroch; J. Tohme; M.C. Duque; F. Pedraza i J. Nienhuis (2000) Structure of genetic diversity among common bean landraces of Middle American origin based on correspondence analysis of RAPD. *Crop Sci.* 40:264-273.

Beebe, S.; O. Toro; A.V. González; M.I. Chacón i D.G. Debouck (1997) Wild-weed-crop complexes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) in the Andes of Peru and Colombia, and their implications for conservation and breeding. *Genet. Res. Crop Evol.* 44:73-91.

Bio-Rad Laboratories (2002) Quantity One (Quantitation Software). User Guide for Version 4.4 Windows and Macintosh. The Discovery Series, Hercules, CA, USA.

Boiteux, L.S.; M.E.N. Fonseca i P.W. Simon (1999) Effects of plant tissue and DNA purification method on randomly amplified polymorphic DNA-based genetic fingerprinting analyses in carrot. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124:32-38.

Bonnin, I.; T. Huguet; M. Gherardi; J.M. Prospero i I. Olivieri (1996) High level of polymorphism and spatial structure in a selfing plant species, *Medicago truncatula* (Leguminosae), shown using RAPD markers. *Am. J. Bot.* 83:843-855.

Bressani, R. (1973) Legumes in human diets and how they might be improved. A Milner, M. (Ed.) Nutritional improvement of food legumes by breeding. Protein Advisory Group, United Nations, New York, USA.

Bressani, R. (1993) Grain quality of common beans. *Food Rev. Int.* 9:237-297.

Bressani, R. i L.G. Elías (1980) Nutritional value of legume crops for humans and animals. A Summerfield, R.J. i A.H. Bunting (Eds.). *Advances in legume science*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.

Briand, L.; A.E. Brown; J.M. Lenné i D.M. Teverson (1998) Random amplified polymorphic DNA variation within and among bean landrace mixtures (*Phaseolus vulgaris* L.) from Tanzania. *Euphytica* 102:371-377.

Brücher, H. (1988) The wild ancestor of *Phaseolus vulgaris* in South America. A Gepts, P. (Ed.) *Genetic Resources of Phaseolus Beans*, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands, pg 185-214.

Burbano, C.; M. Muzquiz; G. Ayet; C. Cuadrado i M.M. Pedrosa (1999) Evaluation of antinutritional factors of selected varieties of *Phaseolus vulgaris*. *J. Sci. Food Agric.* 79:1468-1472.

Carlderón, E.; L. Velásquez i R. Bressani (1992) Estudio comparativo de la composición química y valor nutritivo del piloy (*Phaseolus coccineus*) y del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Lationam. Nutr.* 42:64-71.

Casañas, F.; M. Pujolà; L. Bosch; E. Sánchez i F. Nuez (2002) Chemical basis for the low sensory perception of the Ganxet bean (*Phaseolus vulgaris*) seed coat. *J. Sci. Food Agric.* 82:1282-1286.

Casquero, P. (1997) Comportamiento agronómico, variabilidad genética y relaciones taxonómicas de las variedades de alubia (*Phaseolus vulgaris* L.) de la Península Ibérica. Tesis Doctoral, Universidade de Santiago de Compostela. Escola Politécnica Superior de Lugo, Departamento de Producción Vexetal, Santiago de Compostela.

Castellanos, J.Z.; H. Guzmán; A. Jiménez; C. Mejía; J. Muñoz; J.A. Acosta; G. Hoyos; E. López; D. Gonzales; R. Salinas; J. Gonzales; J.A. Muñoz; P. Fernández i B. Cáceres (1997) Preferential habits of consumers of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mexico. *Arch. Lationam. Nutr.* 47:163-167.

Cattan-Toupance, I.; Y. Michalakis i C. Neema (1998) Genetic structure of wild bean populations in their South-Andean centre of origin. *Theor. Appl. Genet.* 96:844-851.

CE [Comisión Europea] (1999) La Agenda 2000. Fortalecer y ampliar la Unión Europea [en línia]: Proyecto de folleto informativo de la Comisión, Programa Prioritario de Publicaciones 1999, X/D/5, Versión definitiva 31.8. A UE [Unión

Europea]. EUROPA, Portal de la Unió Europea. <[http://europa.eu.int/comm/agenda2000/public\\_es.pdf](http://europa.eu.int/comm/agenda2000/public_es.pdf)> [consulta: 06/06/2003].

CE [Comisión Europea] (2000a). Alimentos sanos para los ciudadanos europeos. La Unión Europea y la calidad de los alimentos. Serie: Europa en movimiento, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.

CE [Comisión Europea] (2000b) Biodiversity. A CE, Towards Sustainable Economic and Development Co-operation. Environmental Integration Manual: Good Practice in EIA/SEA, October 2000: version 1.0, pp 277-314. També disponible a <[http://europa.eu.int/comm/development/body/theme/environment/env\\_integ/env\\_integration/pdf/Biodiversity/BPGuide.pdf](http://europa.eu.int/comm/development/body/theme/environment/env_integ/env_integration/pdf/Biodiversity/BPGuide.pdf)>.

CE [Comisión Europea] (consulta: 17/06/2002) Denominación de Origen Protegida (DOP)/Indicación Geográfica Protegida (IGP). Frutas, verduras y cereales [en línia]. A UE [Unión Europea]. EUROPA, Portal de la Unió Europea, Agricultura, Política de calidad. <[http://europa.eu.int/comm/agriculture/qual/es/pgi\\_04es.htm](http://europa.eu.int/comm/agriculture/qual/es/pgi_04es.htm)>.

Chacón, S.M.I.; A.V. González; J.P. Gutiérrez; S.E. Beebe i D.G. Debouck (1996) Increased evidence for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) domesticated in Colombia. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 39:201-202.

Checa, O i M.W. Blair (2003) Trait correlations in climbing beans. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 46:15-16.

CIAT [Centro Internacional de Agricultura Tropical] (2001a) About beans [en línia]. CIAT, Cali, Colombia, 2001. <<http://www.ciat.cgiar.org/beans/aboutbeans.htm>> [consulta: 14/03/2003].

CIAT [Centro Internacional de Agricultura Tropical] (2001b) Bean World Statistics [en línia]. CIAT, Cali, Colombia, 2001. <<http://www.ciat.cgiar.org/beans/worldstat2.htm>> [consulta: 20/03/2003].

COAGSA [Cooperativa Agrària de Sabadell i Comarca] (1995) Mongeta Ganxet. [Fulletó informatiu] COAGSA, Sabadell.

CPPHT [Cooperative Pyrénéenne des Producteurs de Haricots Tarbais] (consulta: 19/06/2002) Le haricot Tarbais [en línia]. CPPHT, Tarbes, France. <<http://www.haricot-tarbais.com>>.

Cuadra, C. de la; I. Martín; L. de la Rosa; A. Rodríguez i F. Varela (2000). Trabajos actuales sobre *Phaseolus* desarrollados en el Centro de Recursos Fitogenéticos del INIA. A II Seminario de Judía en la Península Ibérica, Villaviciosa, Actas de la Asociación Española de Leguminosas Vol I: 45-57.

DARP [Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca] (1989-1999) Estadístiques agràries i pesqueres. Generalitat de Catalunya-DARP-Gavinet Tècnic, Barcelona.

DARP [Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca] (1992) Assaig de varietats. Mongeta Ganxet. DARP-Generalitat de Catalunya, Servei d'Extensió Agraria, Fulls d'informació, Barcelona.

Dawson, I.K.; K.J. Chalmers; R. Waugh i W. Powell (1993) Detection and analysis of genetic variation in *Hordeum spontaneum* populations from Israel using RAPD markers. Mol. Ecol. 3:151-159.

Debouck, D.G. (1989) Early beans (*Phaseolus vulgaris* L. and *P. lunatus* L.) domesticated for their aesthetic value? Ann. Rep. Bean Impr. Coop. 32:62-63.

Debouck, D.G. i J. Tohme (1988) Implicaciones que tienen los estudios sobre los orígenes del frijol común, *Phaseolus vulgaris* L., para los mejoradores de frijol. A Beebe, S. (Ed.) Temas actuales en mejoramiento genético del frijol común. Memorias del Taller Internacional de Mejoramiento Genético de Frijol, CIAT, Cali, Colombia, pg 1-14.

Debouck, D.G. i J. Smartt (1995) Beans. A Smartt, J. i N.W. Simmonds (Eds.) Evolution of crop plants. 2ª edició, Longman Sci. & Tech., Essex, UK, pg 287-294.

Debouck, D.G.; O. Toto; O.M. Paredes; W.C. Johnson i P. Gepts (1993) Genetic diversity and ecological distribution of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) in northwestern South America. Econ. Bot. 47:408-423.

- Delgado Salinas, A.; A. Bonet i P. Gepts (1988) The wild relative of *Phaseolus vulgaris* in Middle America. A Gepts, P. (Ed.) Genetic Resources of *Phaseolus* Beans, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands, pg 163-184.
- DFL [Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie] (1989) Food composition and nutrition: Tables 1989-90, 4<sup>a</sup> edició, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Germany.
- Diari de Girona (08/09/2001) La Universitat de Girona fa un pla per recuperar la diversitat agrària a Gallecs [en línia]. A Cambres Agràries de Catalunya, Notícies sobre Catalunya, 8 de setembre de 2001. <<http://www.cambresagrarias.org/c080901.htm>> [consulta: 24/04/2003].
- Domènech, M. (1999) Aliments de qualitat. Catalunya Rural i Agrària 53:6-11.
- Donald, C.M. i J. Hamblin (1983) The convergent evolution of annual seed crops in agriculture. Adv. Agron. 36:97-143.
- Doyle, J.J. i J.L. Doyle (1990) Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12:1315.
- Duarte, J.M.; J.B. Dos Santos i L.C. Melo (1999a) Comparison of similarity coefficients based on RAPD markers in the common bean. Genet. Mol. Biol. 22:427-432.
- Duarte, J.M.; J.B. Dos Santos i L.C. Melo (1999b) Genetic divergences among bean cultivars from different races based on RAPD markers. Genet. Mol. Biol. 22:419-426.
- Eastwood, M.A. (1992) The physiological effect of dietary fibre: an update. Ann. Rev. Nutr. 12:19-35.
- Eichenberger, K.; F. Gugerli i J.J. Schneller (2000) Morphological and molecular diversity of Swiss common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) and their origin. Bot. Helv. 110:61-77.



Escribano, M.R.; A.M. de Ron i J.M. Amurrio (1994) Diversity in agronomical traits in common bean populations from Northwestern Spain. *Euphytica* 76:1-6.

Escribano, M.R.; M. Santalla i A.M. de Ron (1997) Genetic diversity in pod and seed quality traits of common bean populations from Northwestern Spain. *Euphytica* 93:71-81.

FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations] (1953) Food composition tables for international use. FAO, 2<sup>a</sup> edició, Roma, Italia.

FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations] (1996a) Informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo. FAO, Roma, Italia.

FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations] (1996b) The Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, Roma, Italia.

FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations] (1998) The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, Roma, Italia.

FAO-HEW [Food and Agriculture Organization of the United Nations-US Department of Health, Education and Welfare] (1968) Food composition tables for use in Africa. FAO, Roma, Italia.

FAO-HEW [Food and Agriculture Organization of the United Nations-US Department of Health, Education and Welfare] (1972) Food composition tables for use in East Asia. FAO, Roma, Italia.

FAOSTAT (2003) FAO Statistical Databases [en línia]. FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations], Roma, Italia, 03/2003. <<http://apps.fao.org>> [consulta: 20/03/2003].

Ferreira, J.J. (2000) Identificación de variedades dentro del tipo faba granja mediante utilización de marcadores moleculares basados en la amplificación del ADN por PCR. A II Seminario de Judía en la Península Ibérica, Villaviciosa, Actas de la Asociación Española de Leguminosas Vol I:117-122.

- Fiedler, J.; G. Bufler i F. Bangerth (1998) Genetic relationships of avocado (*Persea americana* Mill.) using RAPD markers. *Euphytica* 101:249-255.
- Fofana, B.; X. Vekemans; P. Du Jardin i J.P. Baudoin (1997) Genetic diversity in Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) as revealed by RAPD markers. *Euphytica* 95:157-165.
- Freyre, R.; R. Ríos; L. Guzmán; D.G. Debouck i P. Gepts (1996) Ecogeographic distribution of *Phaseolus* spp. (Fabaceae) in Bolivia. *Econ. Bot.* 50:195-215.
- Fueyo, M.A.; P. González; A. Baranda i P. Sánchez (1990) La Faba Granja Asturiana (*Phaseolus vulgaris* L., vr. "Granja"). Valoración y características de la calidad. *Actas de Horticultura* 5:205-210.
- Fukuoka, S.; K. Hosak i O. Kamijima (1992) Use of random amplified polymorphic DNAs (RAPD) for identification of rice accessions. *Jap. J. Genet.* 67:243-252.
- Galván, M.Z.; M.B. Aulicino; S. García Medina i P.A. Balatti (2001) Genetic diversity among Northwestern Argentinian cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as revealed by RAPD markers. *Genet. Resour. Crop Evol.* 48:251-260.
- García, F. (2002) Análisis socioeconómico de la agricultura catalana [en línia]. MAPA [Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación] Libro blanco de la agricultura y el desarrollo rural, Jornada Autonómica de Cataluña, Barcelona 17 setembre 2002. <<http://www.libroblancoagricultura.com>> [Consulta: 6 juny 2003]
- García-Mas, J.; E. Graciano; M.J. Aranzana; A. Monfortes; M. Oliver; J. Ballester; M.A. Viruel i P. Arús (2000) Marcadores de ADN: concepto, tipos, protocolos. A Nuez, F. i J.M. Carrillo (Eds.) Los marcadores genéticos en la mejora vegetal. SEG-SECH-UPV, Editorial UPV, Valencia.
- Gepts, P. (1998) Origin and evolution of common bean: Past events and recent trends. *HortSci.* 33:1124-1130.
- Gepts, P. (1991) A middle American and an Andean common bean gene pools. A Gepts, P. (Ed.) *Genetic Resources of Phaseolus Beans*, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands, pg 375-390.

Gepts, P. i F.A. Bliss (1985) F<sub>1</sub> hybrid weakness in the common bean: Differential geographic origin suggests two gene pools in cultivated bean germplasm. *J. Hered.* 76:447-450.

Gepts, P. i F.A. Bliss (1986) Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. *Econ. Bot.* 40:469-478.

Gepts, P. i D.G. Debouck (1991) Origin, domestication and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). A Van Schoonhoven, A. i O. Voysest (Eds.) *Common Beans*, Research for Crop Improvement, CAB-CIAT, Wallingford, UK, pg 7-53.

Gepts, P.; T.C. Osborn; K. Rashka i F.A. Bliss (1986) Phaseolin protein variability in wild forms and landraces of the common bean (*Phaseolus vulgaris*): evidence for multiple centers of domestication. *Econ. Bot.* 40:451-468.

Gómez, C. (1995) Diversidad biológica, conocimiento local y desarrollo. *Agricultura y Sociedad* 77:127-146.

González, A.M.; A.B. Monteagudo; A.M. de Ron; M. Santalla i P.A. Casquero (2002) Nuevas clases comerciales de judía grano para Pontevedra y León. *Actas de Horticultura* 34:675-680.

Graham, G.C.; R.J. Henry i R.J. Redden (1994) Identification of navy bean varieties using random amplification of polymorphic DNA. *Australian J. Exp. Agric.* 34:1173-1176.

Haley, S.D.; P.N. Miklas; L. Afandor i J.D. Kelly (1994) Random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker variability between and within gene pools of common bean. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 119:122-125.

Halldén, C.; N.O. Nilsson; I.M. Rading i T. Säll (1994) Evaluation of RFLP and RAPD markers in a comparison of *Brassica napus* breeding lines. *Theor. Appl. Genet.* 88:123-128.

Hautea, R.A.; J.C. Glaszmann i R.G.F. Visser (2000) Systemwide Review of Plant Breeding Methodologies in the CGIAR. CIAT Sub-Panel Report, March 27-31, CIAT, Cali, Colombia.

Hernández, J.E. (Coord.) (1999) Diversidad biológica: nuevos horizontes para la agricultura. BCH-Pulso Agrario/Monografía, suplemento al nº28.

Heun, M. i T. Helentjaris (1993) Inheritance of RAPD in F<sub>1</sub> hybrids of corn. Theor. Appl. Genet. 85:961-968.

Hidalgo, R. (1991) CIAT's world *Phaseolus* collection. A Van Schoonhoven, A. i O. Voysest (Eds.) Common Beans, Research for Crop Improvement, CAB-CIAT, Wallingford, UK, pg 163-197.

Hodgkin, T. i V. Ramanatha Rao (2002) People, plants and DNA: perspectives on the scientific and technical aspects of conserving and using plant genetic resources. A Engels, J.M.M.; V. Ramanatha Rao; A.H.D. Brown i M.T. Jackson (Eds.) Managing Plant Genetic Diversity. IPGRI, Roma, Italia, pg 469-480.

Hosfield, G.L. i M.A. Uebersax (1980) Variability in physicochemical properties and nutritional components of tropical and domestic dry bean germplasm. J. Am. Soc. Hort. Sci. 105:246-252.

Hosfield, G.L.; M.A. Uebersax i T.G. Isleib (1984) Seasonal and genotypic effects on yield and physic-chemical seed characteristics related to food quality in dry, edible beans. J. Am. Soc. Hort. Sci. 109:182-189.

Huff, D.R. (1997) RAPD Characterization of heterogeneous perennial ryegrass cultivars. Crop Sci. 37:557-564.

Hughes, J.S. (1991) Potential contribution of dry bean dietary fiber to health. Food. Tech. 45:122,124-126.

Ibarra-Pérez, F.J.; B. Ehdaie i J.G. Waines (1997) Estimation of outcrossing rate in common bean. Crop Sci. 37:60-65.

Idescat (consulta: 24/04/2003) Base de dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya [en línia]. Institut d'Estadística de Catalunya [IEC]-Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca [DARP]-Generalitat de Catalunya. <<http://www.idescat.es>>.

INSPV [Inst. Nac. de Semillas y Plantas de Vivero] (1976) Reglas internacionales para ensayos de semillas. Ministerio de Agricultura, Dirección General de la Producción Agraria, INSPV, Madrid.

IPGRI [International Plant Genetic Resources Institute] (2001) Descriptores para *Phaseolus vulgaris*. IPGRI, Roma, Italia.

Islam, F.M.A.; K.E. Basford; C. Jara; R.J. Redden i S. Beebe (2002a) Seed compositional and disease resistance differences among gene pools in cultivated common bean. *Genet. Resour. Crop Evol.* 49:285-293.

Islam, F.M.A.; K.E. Basford; R.J. Redden; A.V. Gonzalez; P.M. Kroonenberg i S. Beebe (2002b) Genetic variability in cultivated common bean beyond the two major gene pools. *Genet. Resour. Crop Evol.* 49:271-283.

Jaccard, P. (1908) Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaud Sci. Nat.* 44:223-270.

Jacinto, C.; I. Bernal; A. Campos i R. Garza (2003) Random Amplified polymorphic DNA variation within some black bean landraces (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mexican highlands. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 46:17-18.

Jacinto, C.; H. Hernández; H.S. Azpíroz; J.A. Acosta i I. Bernal (2002) Caracterización de una población de líneas endogámicas de frijol por su calidad de cocción y algunos componentes nutrimentales. *Agrociencia* 36:451-459.

Jayo, I. (1993) Caracterización de poblaciones de alubia Tolosana (*Phaseolus vulgaris* L.) del País Vasco [en línia]. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Bases de Datos de Tesis Doctorales (TESEO). <<http://www.mcy.es/cgi-bin/TESEO>> [consulta: 17/06/2002]

- Johannsen, W.L. (1903) Ueber Erbllichkeit in Populationen und in reinen Leinen. Gurtav Fisher, Jena.
- Johns, M.A.; P.W. Skroch; J. Nienhuis; P. Hinrichsen; G. Bascur i C. Muñoz-Schick (1997) Gene pool classification of common bean landraces from Chile based on RAPD and morphological data. *Crop Sci.* 37:605-613.
- Kadam, S.S.; S.S. Deshpande i N.D. Jambhale (1989) Seed structure and composition. A Salunkhe, D.K. i S.S. Kadam (Eds.) *CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization*. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA, pg 23-50.
- Kami, J.; V. Becerra Velásquez; D.G. Debouck i P. Gepts (1995) Identification of presumed ancestral DNA sequences of phaseolin in *Phaseolus vulgaris*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 92:1101-1104.
- Kaplan, L. (1981) What is the origin of the common bean?. *Econ. Bot.* 35:240-254.
- Kelly, J.D.; K.A. Schneider i J.M. Kolkman (1999) Breeding to improve yield. A Singh, S.P. (Ed.) *Common bean improvement in the twenty-first century*, Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pg 185-222.
- Kereliuk, G.R. i G.C. Kozub (1995) Chemical composition of small white (Navy) beans. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 28:272-278
- Khairallah, M.M.; B.B. Sears i M.W. Adams (1992) Mitochondrial restriction fragment length polymorphisms in wild *Phaseolus vulgaris* L.: insights on the domestication of the common bean. *Theor. Appl. Genet.* 84:915-922.
- Kigel, J. (1999) Culinary and nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* seeds as affected by environmental factors. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 3:205-209.
- Koehler, H.H.; C.H. Chang; G. Scheier i D.W. Burke (1987) Nutrient composition, protein quality and sensory properties of thirty-six cultivars of dry beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Sci.* 52:1335-1340.

Koenig, R. i P. Gepts (1989) Allozyme diversity in wild *Phaseolus vulgaris*: further evidence for two major centers of genetic diversity. *Theor. Appl. Genet.* 78:809-817.

Koenig, R.; S.P. Singh i P. Gepts (1990) Novel phaseolin types in wild and cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Econ. Bot.* 44:50-60.

Koinange, E.M.K.; S.P. Singh i P. Gepts. (1996). Genetic control of the domestication syndrome in common bean. *Crop Sci.* 36:1037-1045.

Lanner-Herrera, C.; M. Gustafsson; A.S. Falt i T. Bryngelsson (1996) Diversity in natural populations of wild *Brassica oleracea* as estimated by isozyme and RAPD analysis. *Genet. Resour. Crop Evol.* 43:13-23.

Li, B.W. (1995) Comparison of three methods and two cooking times in the determination of total dietary fibre content of dried legumes. *J. Food Comp. Anal.* 8:27-31.

Li, B.W. i M.S. Cardozo (1993) Simplified enzymatic-gravimetric method for total dietary fibre in legumes compared with a modified AOAC method. *J. Food Sci.* 58:929-932.

Liu, Z. i G.R. Furnier (1993) Comparison of allozyme, RFLP, and RAPD markers for revealing genetic variation within and between trembling aspen and bigtooth aspen. *Theor. Appl. Genet.* 87:97-105.

Maciel, F.L.; L.T.S. Gerald i S. Echeverrigaray (2001) Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers variability among cultivars and landraces of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) of south-Brazil. *Euphytica* 120:257-263.

Mackill, D.J. (1995) Classifying japonica rice cultivars with RAPD markers. *Crop Sci.* 35:889-894.

Magallanes, J.; I. Montero i A.M. de Ron (2000) Colección internacional de germoplasma de judía común de la Misión Biológica de Galicia-CSIC. A II Seminario de Judía en la Península Ibérica, Villaviciosa, Actas de la Asociación Española de Leguminosas Vol I: 63-67.

- MAPA [Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación] (2000) La alimentación en España [CD-rom]. Dirección general de alimentación, Madrid.
- MAPA [Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación] (2001) Anuario de Estadística Agroalimentaria 2001. MAPA, Madrid.
- MAPA [Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación] (varis anys) Anuario de Estadística Agraria. MAPA, Madrid.
- Marlett, J.A. (1992) Content and composition of dietary fibre in 117 frequently consumed foods. *J. Am. Diet. Assoc.* 92:175-186.
- Marshall, D.W. (Ed.) (1995) Food choice and the consumer. Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK.
- Martín, J.P.; J.M. Ortiz; M.D. Sánchez-Yélamo i C.H. Ocampo (2002) Relaciones morfológicas y moleculares entre variedades españolas y accesiones silvestres de *Phaseolus vulgaris* L. *Actas de Horticultura* 34:623-629.
- McDougall, G.J.; I.M. Morrison; D. Stewart i J.R. Hillman (1996) Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. *J. Sci. Food Agric.* 70:133-150.
- McDougall, G.J.; I.M. Morrison; D. Stewart; K.D.B. Weyers i J.R. Hillman (1993) Plant fibres: botany, chemistry and processing for industrial use. *J. Sci. Food Agric.* 62:1-20.
- McPhee, K.E.; R.S. Zemetra; J. Brown i J.R. Myers (2002) Genetic analysis of the raffinose family oligosaccharides in common bean. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 127:376-382.
- Métais I.; C. Aubry; B.Hamon; R. Jalouzot i D. Peltier (2000) Description and analysis of genetic diversity between commercial bean lines (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theor. Appl. Genet.* 101:1207-1214.



Métais I.; C. Aubry; B.Hamon; R. Jalouzot; D. Peltier; C. Dore i F. Dosba (2001) Assessing common bean genetic diversity using RFLP, DAMD-PCR, ISSR, RAPD and AFLP markers. *Acta Horticulturae* 546:459-461

Miklas, P.N. i J.D. Kelly (1992) Identifying bean DNA polymorphisms using the Polymerase Chain Reaction. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 35:21-22.

Mongeau, R. i R. Brassard (1994) Comparison and assessment of the difference in total dietary fibre in cooked dried legumes as determined by five methods. *J. AOAC Int.* 77:1197-1202.

Murphy, E.L.; H. Horsley i H.K. Burr (1972) Fractionation of dry bean extracts wich increase carbon dioxide egestion in human flatus. *J. Agric. Food Chem.* 20:813-817.

Mutschler, M.A. i F.A. Bliss (1981) Inheritance of bean seed globulin content and its relationship to protein content on quality. *Crop Sci.* 21:289-294.

Muzquiz, M.; C. Burbano; G. Ayet; M.M. Pedrosa i C. Cuadrado (1999) The investigation of antinutritional factors in *Phaseolus vulgaris*. Environmental and varietal differences. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 3:210-216.

Negri, V. i N. Tosti (2002) Genetic diversity within a common bean landrace of potential economic value: its relevance for on-farm conservation and product certification. *J. Genet. Breed.* 56:113:118.

Nienhuis, J.; J. Tivang; P. Skroch i J.B. dos Santos (1995) Genetic relationships among cultivars and landraces of Lima bean (*P. Lunatus L.*) as mesured by RAPD markers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:300-306.

Nodari, R.O.; R.M. Tsai; R.L. Gilbertson i P. Gepts (1993) Towards an integrated linkage map of common bean. 2. Development of an RFLP-based linkage map. *Theor. Appl. Genet.* 85:513-520.

Nuez, F.; P. Fernández de Córdova i M.J. Diez (1992) Collecting vegetable germplasm in the Iberian Peninsula. *Plant Genet. Resour. Newsl.* 90:31-33.

Nuez, F. i J.J. Ruiz (Eds.) (1999) Encuentro internacional sobre conservación y utilización de recursos fitogenéticos. Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad-UPV, Valencia.

Nuez, F.; J.J. Ruiz i J. Prohens (1997) Mejora genética para mantener la diversidad en los cultivos agrícolas. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura-FAO, Documento Informativo de Estudio nº6 S, Mayo 1997, Roma, Italia. También disponible a <<http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGP/AGPS/pgrfa/pdf/2bgp6.pdf>>.

Olson, A.C.; G.M. Gray; M.R. Gumbmann i J.R. Wagner (1982) Nutrient composition and digestive response to whole and extracted dry beans. *J. Agric. Food Chem.* 30:26-32.

Papa, R. i P. Gepts (2003) Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica. *Theor. Appl. Genet.* 106:239-250.

Papadakis, J. (1966). *Climates of the world and their agricultural potentialities*. Publicat per l'autor, Avda. Córdoba 4564, Buenos Aires, Argentina.

Paran, I.; R.V. Kesseli i R.W. Michelmore (1991) Identification of restriction fragment length polymorphism and random amplified polymorphic DNA markers linked to downy mildew resistance genes in lettuce, using near-isogenic lines. *Genome* 34:1021-1027.

Pennington, J.A.T. i B. Young (1990a) Sodium, potassium, calcium, phosphorus and magnesium in foods from the United States Total Diet Study. *J. Food Comp. Anal.* 3:145-165.

Pennington, J.A.T. i B. Young (1990b) Iron, zinc, copper, manganese, selenium and iodine in foods from the United States Total Diet Study. *J. Food Comp. Anal.* 3:166-184.

Productos alimenticios MAR-TRET<sup>R</sup> (consulta: 13/07/2003) Alubias del *Ganxet* [en línia]. MAR-TRET S.L., Masia Can Cortadelles, Esparreguera. <<http://www.mar-tret.com/alubias.html>>.

Puerta, J. (1961) Variedades de judías cultivadas en España. Monografías nº11, Ministerio de Agricultura, Madrid.

Quenzer, N.M.; V.L. Huffman i E.E. Burns (1978) Some factors affecting pinto bean quality. *J. Food Sci.* 43:1059-1061.

Radajewski, W.; T. Jensen; G.I. Abawi i E.J. McGahan (1992) Drying rate and damage to Navy beans. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 35:583-590.

Ranalli, P.; G. Ruaro i P. Re (1991) Responses to selection for seed yield in bean (*Phaseolus vulgaris*). *Euphytica* 57:117-123.

Rao, C.R. (1973) Linear statistical inference and its applications. 2<sup>a</sup> ed., John Wiley & Sons Inc., New York, USA.

Reddy, N.R.; M.D. Pierson; S.K. Sathe i D.K. Salunkhe (1984) Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates: a review. *Food Chem.* 13:25-68.

Reichert, R.D.; B.D. Oomah i C.G. Youngs (1984) Factors affecting the efficiency of abrasive-type dehulling of grain legumes investigated with a new intermediate-sized, batch dehuller. *J. Food Sci.* 49:267-292.

Rodiño, A.P.; M. Santalla; I. Montero; P.A. Casquero i A.M. de Ron. (2001) Diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm from Portugal. *Genet. Resour. Crop Evol.* 48:409-417.

Ron, A.M. de i M. Santalla (Coords.) (consulta: 13/07/2003) Bean Pics. Razas. [en línia] A The PHASELIEU Network. Improvement of sustainable *Phaseolus* production in Europe for human consumption, CEC FAIR 3463, 10/04/2003. <<http://www.usc.es/mevex/phaseoluspics02.html/>>.

Rosado, L.J.; P. López; Z. Huerta; E. Muñoz i L. Mejía (1993) Dietary fibre in Mexican foods. *J. Food Comp. Anal.* 6:615-222.

Salunkhe, D.K.; S.S. Kadam i J.K. Chavan (1985) Postharvest biotechnology of food legumes. CRC Press Inc, Boca Raton, Florida, USA.

Sambrook, J.; E.F. Fritsch i T. Maniatis (1989) *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 2<sup>a</sup> edició, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, New York, USA.

Sammán, N.; S., Maldonado; M.E. Alfaro; N. Farfán i J. Gutierrez (1999) Composition of different bean varieties (*Phaseolus vulgaris*) of northwestern Argentina (Region NOA): cultivation zone influence. *J. Agric. Food Chem* 47:2685-2689.

Sánchez, M. (1996) Aceptación de productos hortícolas de calidad según residencia. *Horticultura* 112:109-114.

Santalla, M.; J.M. Amurrio i A.M. de Ron (2001a) Interrelationships between cropping systems for pod and seed quality components and breeding implications in common bean. *Euphytica* 121:45-51.

Santalla, M.; M. Cardelle; C. Dans i F. Barreiro (1995a) Valor nutritivo de la judía grano y su papel en la alimentación humana. *Agricultura* 755:464-469.

Santalla, M; A.M. de Ron i P.A. Casquero (1995b) Nutritional and culinary quality of bush bean populations intercropped with maize. *Euphytica* 84:57-65.

Santalla, M.; A.M. de Ron i O. Voysest (2001b) European bean market classes. A Amurrio, M; M. Santalla i A.M. de Ron (Eds.) *Catalogue of Bean Genetic Resources*. Fundación Pedro Barrié de la Maza/ PHASELIEU-FAIR-PL97-3463-MBG-CSIC, pg 79-94.

Santalla, M.; M.A. Fueyo; A.P. Rodiño; I. Montero i A.M. de Ron (1999) Breeding for culinary and nutritional quality of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in intercropping systems with maize (*Zea mays* L.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 3:225-229.

Santalla, M.; A.P. Rodiño i A.M. de Ron (2002) Allozyme evidence supporting southwestern Europe as a secondary center of genetic diversity for the common bean. *Theor. Appl. Genet.* 104:934-944.

SAS Institute (1999) SAS Online Doc Version 8 [CD-rom]. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Sauer, J.D. (1994) Historical geography of crop plants. A select roster. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Sefa-Dedh, S. i D.W. Stanley (1979) Textural implications of the microstructure of legumes. *Food Tech.* 33:77-83.

Shellie-Dessert, K.G. i F.A. Bliss (1991) Genetic improvement of food quality factors. A Van Schoonhoven, A. i O. Voysest (Eds.) *Common Beans, Research for Crop Improvement*, CAB-CIAT, Wallingford, UK, pg 649-677.

Shellie, K.C. i G.L. Hosfield (1991) Genotype x environmental effects on food quality of common bean: resource-efficient testing procedures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 11:732-736.

Singh, S.P. (1991) Breeding for seed yield. A Van Schoonhoven, A. i O. Voysest (Eds.) *Common Beans, Research for Crop Improvement*, CAB-CIAT, Wallingford, UK, pg 383-443.

Singh, S.P. (1999) Integrated genetic improvement. A Singh, S.P. (Ed.) *Common bean improvement in the twenty-first century*, Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pg 133-165.

Singh, S.P. (2001) Broadening the genetic base of common bean cultivars. *Crop Sci.* 41:1659-1675.

Singh, S.P.; P. Gepts i D.G. Debouck (1991a) Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Econ. Bot.* 45:379-396.

Singh, S.P.; A. Gutiérrez; C. Molina; C. Urrea i P. Gepts (1991b) Genetic diversity in cultivated common bean. II Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. *Crop Sci.* 31:23-29.

Singh, S.P.; R. Nodari i P. Gepts (1991c). Genetic diversity in cultivated common beans. I. Allozymes. *Crop Sci.* 31:19-23.

Skroch, P.W. i J. Nienhuis (1995a) Impact of scoring error and reproducibility of RAPD data on RAPD based estimates of genetic distance. *Theor. Appl. Genet.* 91:1086-1091.

Skroch, P.W. i J. Nienhuis (1995b) Qualitative and quantitative characterization of RAPD variation among snap bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes. *Theor. Appl. Genet.* 91:1078-1085.

Skroch, P.W.; J. Nienhuis; S. Beebe; J. Tohme i F. Pedraza (1998) Comparison of Mexican common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) core and reserve germplasm collections. *Crop Sci.* 38:488-496.

Sokal, R.R. i C.D. Michener (1958) A statistical method for evaluating systematic relationships. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 38:1409-1438.

Sonnante, G.; T. Stockton; R.O. Nodani; V.L. Becerra Velásquez i P. Gepts (1994) Evolution of genetic diversity during the domestication of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theor. Appl. Genet.* 89:629-935.

Sotelo, A.; H. Sousa i M. Sánchez (1995) Comparative study of the chemical composition of wild and cultivated beans (*Phaseolus vulgaris*). *Plant Foods Hum. Nutr.* 47:93-100.

Stockton, T. i P. Gepts (1994) Identification of DNA probes that reveal polymorphisms among closely related *Phaseolus vulgaris* lines. *Euphytica* 76:177-183.

STRA-CO/AGRI [Council for Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy/Working Group on Agriculture and Environment] (2001) Agricultural

biological diversity in CEE countries. Document del 5<sup>th</sup> Meeting Strasbourg, 19 March 2002, STRA-CO/AGRI (2001) 2.

Thormann, C.E.; M.E. Ferreira; L.E.A. Camargo; J.G. Tivang i R.C. Osborn (1994) Comparison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic relationships within and among cruciferous species. *Theor. Appl. Genet.* 88:973-980.

Tohme, J.; D.O. González; S. Beebe i M.C. Duque (1996) AFLP analysis of gene pools of a wild bean core collection. *Crop Sci.* 36:1375-1384.

UN [United Nations] (1992) Report of the United Nations Conference on Environment and Development. Rio de Janeiro, 3-14 juny 1992, General Distribution A/CONF.151/16 vols. I-III 12 agost 1992.

UN [United Nations] (2000) From Policy to Implementation – Decisions from the Fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Nairobi, Kenya, 15-26 maig 2000, Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.

Vasconcelos, M.J.V.; E.G. de Barros; M.A. Moreira i C. Vieira (1996) Genetic diversity of the common bean *Phaseolus vulgaris* L. determined by DNA-based molecular markers. *Rev. Bras. Genet.* 19:447-451.

Vázquez, G. i F. Cárdenas (1992) Características físicas, tecnológicas y proteínicas de frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestres y cultivados. *Arch. Lationam. Nutr.* 42:201-209.

Vergara, G. i C. de Lorenzo (1996) La conservación de hortalizas autóctonas en Madrid. *Horticultura* 115:75-79.

Vidal Valverde, C.; J. Frias i R. Esteban (1992) Dietary fiber in processed lentils. *J. Food Sci.* 57:1161-1163.

Vieira, C. (1987) *Phaseolus* genetic resources and breeding in Brazil. A Gepts, P. (Ed.) Genetic Resources of *Phaseolus* Beans, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands, pg 355-374.

- Vos, P.; R. Hogers; M. Bleeker; M. Reijans; T. Van de Lee; M. Hornes; A. Fruters; J. Pot; J. Peleman; M. Kuiper i M. Zabeau (1995) AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res.* 23:4407-4414.
- Voysest, O. (2000) Mejoramiento Genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Legado de Variedades de América Latina 1930-1999. CIAT, Cali, Colombia.
- Voysest, O. i M. Dessert (1991) Bean cultivars: classes and commercial seed types. A Van Schoonhoven, A.; O. Voysest (Eds.) *Common Beans, Research for Crop Improvement*, CAB-CIAT, Wallingford, UK, pg 119-162.
- Wagner, J.R.; J.F. Carson; R. Becker; M.R. Gumbmann i I.E. Danhof (1977) Comparative flatulence activity of beans and bean fraction for the man and the rat. *J. Nutr.* 107:680-689.
- Wallace, D.H.; J.P. Baudoin; J.S. Beaver; D.P. Coyne; D.E. Halseth; P.N. Masaya; H.M. Munger; J.R. Myers; M. Silbernagel; K.S. Yourstone i R.W. Zobel (1993) Improving efficiency of breeding for higher crop yield. *Theor. Appl. Genet.* 86:27-40.
- Wang, C.R.; K.C. Chang i K. Grafton (1988) Canning quality evaluation of Pinto and Navy beans. *J. Food Sci.* 53:772-776.
- Ward, J.H. (1963) Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Assoc.* 77:841-847.
- Welch, J. i M. McClelland (1990) Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Res.* 18:7213-7218.
- White, J.W. (1985) Conceptos básicos de fisiología del frijol. A López, M; F. Fernández i A.V. Schoonhoven (Eds.) *Frijol: Investigación y producción*. Centro Internacionales de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, pg 43-78.
- Williams, J.G.K; M.K. Hanafey; J.A. Rafalski i S.V. Tingey (1993) Genetic Analysis Using Random Amplified Polymorphic DNA Markers. *Methods Enzymol.* 218:704-740.



Williams, J.G.K; A.R. Kubelik; K.J. Livak; J.A. Rafalski i S.V. Tingey (1990) DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res.* 18:6531-6535

Zeven, A.C. (1997) The introduction of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) into western Europe and the phenotypic variation of dry bean collected in the Netherlands in 1946. *Euphytica* 94:319-328.

Zietkiewicz, E.; A. Rafalski i D. Labuda (1994) Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerasa chain reaction amplification. *Genomics* 20:176-183.

## ANNEX: ASSOLIMENTS DERIVATS DE LA TESI

### Publicacions

Bosch, L.; F. Casañas; E. Sánchez; M. Pujolà i F. Nuez (1998a) Selection L67, a Pure Line with True Seed Type of the Ganxet Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). HortSci. 33:905-906.

Bosch, L.; F. Casañas; E. Sánchez; M. Pujolà; R. Romero del Castillo; J. Valero i F. Nuez (1998b) La mongeta Ganxet: millora genètica d'una varietat tradicional. Arxius de l'ESAB 2:7-14.

Casañas, F.; L. Bosch; M. Pujolà; E. Sánchez; X. Sorribas; M. Baldi i F. Nuez (1999) Characteristics of a common bean landrace (*Phaseolus vulgaris* L.) of great culinary value and selection of a commercial inbred line. J. Sci. Food Agric. 79:693-698.

Casañas, F.; L. Bosch; E. Sánchez; R. Romero; J. Valero; M. Baldi; J. Mestres i F. Nuez (1998) Características de la alubia Ganxet (*Phaseolus vulgaris* L.) y acciones para su conservación. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. 13:43-55.

Casañas, F.; L. Bosch; E. Sánchez; R. Romero del Castillo; J. Valero; M. Baldi; J. Mestres i F. Nuez (1997a) Collecting, conservation and variability of the Ganxet common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant Genet. Resour. Newsl. 112:105-106.

Casañas, F.; L. Bosch; E. Sánchez; R. Romero del Castillo; J. Valero; M. Baldi; J. Mestres i F. Nuez (1997b) Morphological and agronomical variability in Ganxet common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), an ecotype from Catalonia. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 40:13-14

Casañas, F.; L. Bosch; E. Sánchez; R. Romero del Castillo; J. Valero; M. Baldi; J. Mestres i F. Nuez (1997c) Some nutritive and culinary characteristics of the Ganxet common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 40:15-16

Sánchez, E; L. Bosch ; F. Casañas; M. Pujolà; M. Baldi i F. Nuez (2000) Alubia Ganxet: una varietat local de reputado valor gastronómico en Cataluña. A II Seminario

de Judía en la Península Ibérica, Villaviciosa, Actas de la Asociación Española de Leguminosas Vol I: 91-97

### **Obtencions vegetals**

Línia pura Montcau del tipus varietal Ganxet:

- Multiplicació controlada de la línia L67 (Montcau) a través de la Cooperativa Agrícola de Sabadell i Comarca per a obtenció de llavor base per distribuir als productors des de 1997 amb la promoció de L'Oficina Comarcal del Vallès Occidental del DARP.
- Procés de registre en tràmit de la línia L67 amb la denominació Montcau al Registre de Varietats Comercials.

### **Reconeixements**

D'acord als resultats publicats (Bosch *et al.*, 1998a), proposta de la mongeta Ganxet com a una nova classe comercial de mongeta europea (Santalla *et al.*, 2001), dins de la tipologia de llavor blanca sota el nom de *Hook* sinònim de Ganxet, als resultats del projecte PHASELIEU (Anònim, 2001) desenvolupat sota el Programa FAIR europeu (FAIR5-PL97-3463) amb la voluntat de coordinar la recerca en *Phaseolus* i elaborar un model d'estratègia integrat per millorar la producció d'aquest gènere a Europa per consum humà.