

# Caracterització morfoagronòmica de *Phaseolus vulgaris*, L. Producció.



**Autor:** Daniel Pintado Grima

**Professorat ponent:** Francesc Casañas Artigas

Ana Rivera Pinzano

Septembre 2016, Barcelona

## **Resum:**

La mongeta tendra (*Phaseolus vulgaris* L.) presenta, segons la varietat, creixement determinat (mata baixa) o indeterminat (mata alta). El tipus de creixement fa variar molt els costos de producció, ja que les varietats de mata baixa requereixen molta menys feina d'instal·lació (no s'han de posar tutors) i el cultiu és més senzill de gestionar (els tractaments fitosanitaris es fan amb més facilitat). Actualment els agricultors de la zona del Maresme disposen de varietats de gran valor agronòmic i sensorial però de creixement indeterminat. Per aquest motiu es va iniciar el projecte de millora, en el qual està inserit aquest treball de grau. El seu objectiu general era obtenir una varietat de creixement determinat que tingués les mateixes característiques sensorials que la millor varietat de creixement indeterminat, juntament amb una producció acceptable.

La feina realitzada en el treball de fi de grau consisteix en el seguiment d'una generació de selecció dins del programa de selecció genealògica que s'està desenvolupant. En concret, durant la primavera-estiu del 2016 s'ha realitzat l'estudi i valoració de plantes S3, obtingudes a partir de l'encreuament entre línies pures de creixement determinat i creixement indeterminat. Els caràcters que s'inclouen en el treball van des de la producció fins la arquitectura de la planta i la seva consideració conjunta ha permès identificar les millors famílies i plantes dins de família per caràcters agromorfològics i productius. També s'ha comprovat que en aquesta generació de selecció totes les famílies tenen fixat en homozigosi el gen *fin*, doncs no han aparegut segregants de creixement indeterminat. Les llavors obtingudes per autofecundació de les plantes seleccionades (ja amb un 93.75% d'homozigosi), serviran per establir al camp la següent generació de selecció.

## **Resumen:**

La judía verde (*Phaseolus vulgaris* L.) presenta, según la variedad, un crecimiento determinado (mata baja) o indeterminado (mata alta). El tipo de crecimiento hace variar mucho los costes de producción, ya que las variedades de mata baja requieren mucho menos trabajo en cuanto a la instalación (no se ponen tutores) y el cultivo es más sencillo de gestionar (los tratamientos fitosanitarios se hacen con más facilidad). Actualmente los agricultores de la zona del Maresme tienen variedades de gran valor agronómico y sensorial pero de crecimiento indeterminado. Por este motivo se inició el proyecto de mejora, en el cual se halla enmarcado este trabajo de fin de grado. Su objetivo general era obtener una variedad de crecimiento determinado que tuviera las mismas características sensoriales que la mejor variedad de crecimiento indeterminado, juntamente con una producción aceptable.

La labor realizada en el trabajo de final de grado consiste en el seguimiento de una generación de selección dentro del programa de selección genealógica que se está desarrollando. En concreto, durante la primavera-verano del 2016 se ha realizado el estudio y valoración de las plantas S3, obtenidas a partir del cruzamiento entre líneas puras de crecimiento determinado y de crecimiento indeterminado. Los caracteres que se incluyen en este trabajo abarcan desde la producción hasta la arquitectura de la planta y su consideración conjunta ha permitido identificar las mejores familias y plantas dentro de familia por caracteres agromorfológicos y productivos. También se ha comprobado que en esta generación de selección todas las familias tienen fijado en homocigosis el gen fin, por lo que no han aparecido segregantes de crecimiento indeterminado. Las semillas obtenidas por autofecundación de las plantas seleccionadas (ya con un 93,75% de homocigosis), servirán para obtener la siguiente generación de selección en campo.

## **ABSTRACT:**

The soft bean (*Phaseolus vulgaris* L.) has, depending on growth type, determined (bush type) or undetermined (climbing type). The growth type greatly influences the production cost, as bush type need much less work to install (canes are not needed) and the crop is easier to manage (phytosanitary treatments are easier to apply). Nowadays, farmers from the Maresme zone have valuable varieties from an agronomic and sensory point of view, but these varieties are of undetermined growth. For this reason, a breeding programme was launched to obtain a variety of determined growth with the same sensory characteristics of the best variety of undetermined growth variety, along with an acceptable production. This Final Degree Project is a part of this general project.

The work here presented consists on a generation of selection within the general pedigree selection program on course. In particular, during the 2016 spring-summer seasons S3 plants coming from crosses between determined and undetermined type of growth plants were evaluated in field trials. The traits recorded included from yield to plant architecture, and its combined consideration allowed identifying the best families and plants within family for agromorphologic and productive traits. During the experiment it has also been proved that in this S3 generation, as expected, all plants had the gene *fin* in homozygosis, as no climbing plants appeared in the field trials. The seeds obtained by selfing (self-fertilization) of the selected plants (93.75% loci homozygous in average) will be the base for the next generation of selection.

## **AGRAÏMENTS:**

Des que vaig començar a fer genètica i biologia a 4 d'ESO vaig saber que constituïen una branca de la ciència que m'agradava, confirmant-ho en el treball final de 2on de batxillerat, fent fecundacions in vitro del múscle per veure els diferents estadis embrionaris. Tenia clar que volia estudiar aquesta enginyeria veient les assignatures que hi havia decantant-me per fer el projecte de millora genètica en quant vaig fer l'assignatura de Genòmica i millora genètica. Diuen que la vida esta plena de dificultats i d'aventures, que gràcies a tots vosaltres les he anat superant una a una, amb més o menys problemes, però sempre passant-les amb tots vosaltres. Gràcies per tot.

En primer lloc voldria agrair a tot els membres de la FMA (Fundació Miquel Agustí) la participació o col·laboració en aquest projecte de la mongeta tendra, en especial a Ana Rivera, Francesc Casañas, Joan Simò, Joan Casals, Dani Fenero i Aurora Rull, tots ells per ajudar-me o acollir-me en situacions de dificultat durant el transcurs de les pràctiques o en la realització d'aquest projecte, així com també a la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya).

En segon lloc em plauria agrair a tots als meus companys de pràctiques, Ester, Andreïna, Martí, Dani, Priscila, Danielle, per fer-me mes fàcil l'estància a la fundació, gastant-nos bromes, ajudant-nos quan ens feia falta sense necessitat de demanar-ho, per arribar tots junts a la finalització d'aquesta etapa. En especial menció Ester González, per ajudar-me en tot moment quan l'he necessitada, sortint-nos mongetes fins als somnis. A tots els portaré en el cor, ja que hem creat una molt bona amistat. Gràcies de tot cor.

També em plauria agrair als meus amics de sempre, per entendre, per comprendre i ajudar-me no sols en aquest aspecte, si no en tots aquells aspectes de la meva vida en els qual els he necessitat, Joan, Aitor, Pamela, Noelia, Isa, Hèctor, etc.

Finalment, voldria agrair als meus pares per haver-me educat tant bé com han pogut, transmetent-me bons valors i animant-me per seguir estudiant i poder tindre un bon futur. Ensenyant-me valors com el respecte i l'educació i deixant-me aprendre per mi mateix el que havia d'aprendre jo sol. Per respectar-me, per confiar en mi, per haver-me acompanyat sempre durant la seva vida i per estimar-me tant. Sense ells no hauria arribat fins aquí. Gràcies també al meu germà que sense ell no hagués estat el mateix, la meva àvia portant-me pastissets i pastes per tal de fer-me més amè el treball. Als meus tiets, en especial al meu tiet, per ajudar-me en temes d'ordinador. Gràcies a tots ells.

# Índex

1. Introducció.....	7
1.1. Mongeta tendra .....	7
1.1.1. Origen i domesticació .....	9
1.1.2. Varietats de mongeta tendra.....	11
1.2. Producció de mongeta tendra.....	12
1.2.1. Producció mundial.....	12
1.2.2. Producció a Espanya.....	14
1.2.3. Producció a Catalunya.....	17
1.2.4. Importància a la zona del Maresme .....	19
1.3. Importància econòmica de la mongeta tendra.....	20
1.4. Idiotip de mongeta tendra segons les necessitats dels productors del Maresme i dels desitjos dels consumidors.....	22
1.4.1. Característiques agronòmiques de la planta ideal.....	23
1.4.2. Característiques sensorials externes, de textura i gust.....	23
1.5. El problema a resoldre.....	23
1.6. Mètodes de millora genètica.....	24
1.6.1 Retroencreuament.....	24
1.6.2. Mètode genealògic.....	25
1.7. Varietats mongeta tendra emprades en el programa de millora .....	28
1.8. Resum de les activitats fetes fins ara en el projecte de millora .....	29
2. Objectius del treball.....	29
3. Material i mètodes .....	30
3.1. Material vegetal .....	30
3.2. Disseny experimental .....	31
3.3. Caracterització agromorfològica i sensorial externa.....	34
3.4. Anàlisi estadística de les dades .....	37
4. Resultats i discussió .....	37
4.1. Valoració global solc i curvatura de les beines .....	37
4.2. Estructura, port i valoració de les plantes seleccionades.....	40
4.3. Resultats producció per varietat .....	48
5. Conclusions .....	54
6. Bibliografia .....	55

## 1. Introducció

### 1.1. Mongeta tendra

La mongeta, *Phaseolus vulgaris L.*, és una planta anual de creixement ràpid, amb germinació epigea. El sistema radicular es molt fasciculat i forma nòduls mitjançant una associació simbiòtica amb el bacteri *Rhizobium phaseoli*. Les tiges poden ser enfiladisses de creixement indeterminat, que poden arribar fins als 2 o 3 metres d'alçada, o de mata baixa, de creixement determinat fins als 30 o 50 cm.

Les fulles son trifoliades amb els folíols acuminats i cordiformes i disposen de petites estípules a la base del pecíol. La inflorescència es en forma de raïms terminals de les branques a les varietats de mata baixa, i axil·lars a les varietats enfiladisses. Les flors son papilionàcies, de color variable, doncs en trobem de blanques, groguenques, roses, etc. (Carravedo *et al.*, 2008; Bolòs, 2005; Buesa, 1970)(Figura 1). La fecundació es fonamentalment autògama, amb menys d'un 5% d'al·logàmia.



**Figura 1.** Flor de la mongeta tendra on s'observa diferents colors d'aquesta, entre altres. Font: Google imatges.

Fructifica en forma de llegums amb tavelles de secció, longitud i color variables en funció de la varietat. Conté de 4 a 6 llavors i la forma del fruit es allargada (plana o cilíndrica) (Figura 2). La mongeta tendra cal collir-la quan la beina ha arribat al seu creixement òptim abans que la seva llavor sigui massa gran i el llegum no sigui massa fibrós (òptima per a consumir). Si es deixa madurar, les parets de la tavel·la es reforcen, els grans es marquen i creixen i finalment es pot collir la mongeta seca (Figura 3).



**Figura 2.** Mongeta tendra recte, en la planta, i corbades i rectes, un cop ja han estat collides per consumir.



**Figura 3.** Beina seca, preparada per treure la llavor completament formada.

Les mongetes, tant tendres com seques, són riques en vitamines, fibra, glúcids i baixes en greixos. (AESAN/BEDCA, 2010).

A nivell mundial, la mongeta seca és el llegum de gra per al consum humà més important, ja que té un gran valor nutricional pel seu nivell de proteïna, carbohidrats, àcid fòlic i vitamina C (Koehler *et al.*, 1987 i 1987; Barampama *et al.*, 1993).



A la Taula 1 mostra la classificació taxonòmica de la mongeta tendra començant pel regne al qual pertany per acabar amb l'espècie.

**Taula 1.** Classificació taxonòmica de *Phaseolus vulgaris* L.,(Carravedo *et al.*, 2008).

Regne	Plantae
Divisió	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Fabales
Família	Fabaceae
Subfamília	Faboideae
Tribu	Phaseoleae
Gènere	Phaseolus
Espècie	<i>Phaseolus vulgaris</i>

### 1.1.1. Origen i domesticació

Les mongetes son originaries de Amèrica tropical i subtropical, mes en concret de les zones andina i mesoamericana, que inclou poblacions des de Perú fins a Argentina i des de el nord de Mèxic i Amèrica Central fins a Colòmbia, respectivament (Koenig *et al.*, 1989; Singh *et al.*, 1991a). La domesticació ha estat independent en aquestes dues zones, i per tant, va donar lloc a dos grups genètics molt diferenciats. Recentment, s'ha seqüenciat el genoma de *Phaseolus vulgaris*, L. permetent corroborar que la domesticació de la mongeta va ser independent en les zones andina i mesoamericana (Schmutz *et al.*, 2014)(Figura 4). Abans ja s'havien constatat diferències en la morfologia de la llavor i en la fisiologia entre les dues zones (Singh *et al.*, 1991a), com per exemple a nivell molecular en el tipus de proteïna de reserva (faseolines) (Singh *et al.*, 1991b).



**Figura4.** Origen de la mongeta a Amèrica central i sud Amèrica, les dos zones de domesticació en el continent americà. El numero 1 correspon a la zona mesoamericana, mentre que el numero dos correspon a la zona andina (Pitrat *et al.*, 2003).

La mongeta va arribar al continent europeu es creu que al segle XVI, per mitja d'uns comerciants mariners que van agafar llavors tan de la zona andina (Berglund-Brücher *et al.*, 1976), com la zona mesoamericana (Ortwin-Sauer, 1966).

La introducció de *Phaseolus vulgaris*, L. a Europa va ser una gran oportunitat per aquestes, ja que es va produir una gran quantitat de diferenciacions en moltes varietats amb diferents característiques i adaptacions a diversos ambients. Així es van generar una gran diversitat de varietats de mongeta, gracies a la feina feta també, pels agricultors fent selecció sobre aquestes. Per la gran quantitat de diferenciacions en moltes varietats, la península Ibèrica es considera un centre secundari de diversificació.

La seva comercialització a Europa es desenvolupa de manera extensa al segle XIX i actualment el seu cultiu esta repartit arreu del món sobretot a les zones tròpiques, subtròpiques i zones temperades essent la llegum més important a Llatinoamèrica i a algunes parts d'Àfrica (Carravedo *et al.*, 2008).

### 1.1.2. Varietats de mongeta tendra

En les mongetes que s'aprofiten per consumir les beines tendres existeixen dos grans grups de varietats: les de mata alta i les de mata baixa. Les varietats de mata alta, són de creixement indeterminat, mentre que les altres son de creixement determinat. També es poden classificar segons el color de la beina (blanc, verd o violeta), la seva forma (rodona o plana), el color de les seves llavors i segons la seva adaptació a la comercialització (Carravedo *et al.*, 2008) (Taula 2).

**Taula 2.** Classificació de diferents varietats comercials de mongeta tendra amb alguns exemples (MAGRAMA, 2010).

Tipus de mongeta	Exemples
Mata baixa beina verda plana	Alba, Bina, Nassau, Verònica...
Mata baixa beina verda rodona	Amata, Gala, Kora, Xera...
Mata baixa beina groga rodona	Golden Rod, Goldrush i Manteca de Roquencourt.
Mata alta beina verda plana	Helda, Núria, Perolar, Trebona...
Mata alta beina verda rodona	Diamant, Matilda, Nadal, Nèctar...
Mata alta beina groga plana	Gold Marie.

A la Figura 5 es mostren alguns exemples de varietats de mongeta tendra, corresponents als tipus esmenats més amunt.



Nassau, Font: semillas Battle.



Kora, Font: www.alhondigalaunion.es



Goldrush, Font: elclubderecetas.com



Helda, Font:

[http://nunhems.es/www/NunhemsInternet.nsf/res/ES\\_BNC\\_Catalogo\\_judia\\_082012.pdf/\\$file/ES\\_BNC\\_Catalogo\\_judia\\_082012.pdf](http://nunhems.es/www/NunhemsInternet.nsf/res/ES_BNC_Catalogo_judia_082012.pdf/$file/ES_BNC_Catalogo_judia_082012.pdf)



Matilda, Font:

[http://nunhems.es/www/NunhemsInternet.nsf/res/ES\\_BNC\\_Catalogo\\_judia\\_082012.pdf/\\$file/ES\\_BNC\\_Catalogo\\_judia\\_082012.pdf](http://nunhems.es/www/NunhemsInternet.nsf/res/ES_BNC_Catalogo_judia_082012.pdf/$file/ES_BNC_Catalogo_judia_082012.pdf)



Gold Marie, font:

[http://nunhems.es/www/NunhemsInternet.nsf/res/ES\\_BNC\\_Catalogo\\_judia\\_082012.pdf/\\$file/ES\\_BNC\\_Catalogo\\_judia\\_082012.pdf](http://nunhems.es/www/NunhemsInternet.nsf/res/ES_BNC_Catalogo_judia_082012.pdf/$file/ES_BNC_Catalogo_judia_082012.pdf)

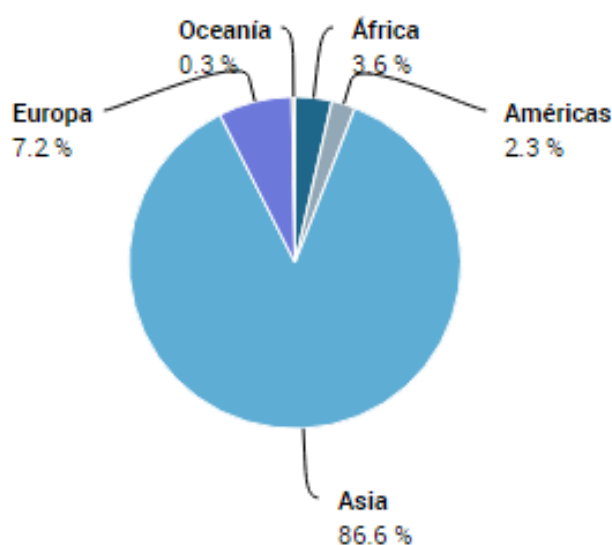
**Figura 5.** Beines representatives de les diferents morfologia que trobem en les mongetes tendres comercials.

Les varietats que més predominen en el mercat espanyol són les que tenen la beina verda i plana, i de creixement indeterminat com és el cas de Helda o Núria entre altres (MAGRAMA, 2012). Tant en cultiu convencional o protegit abunden les varietats de mata alta, ja que tenen alts rendiments (MAGRAMA, 2010).

## 1.2. Producció de mongeta tendra

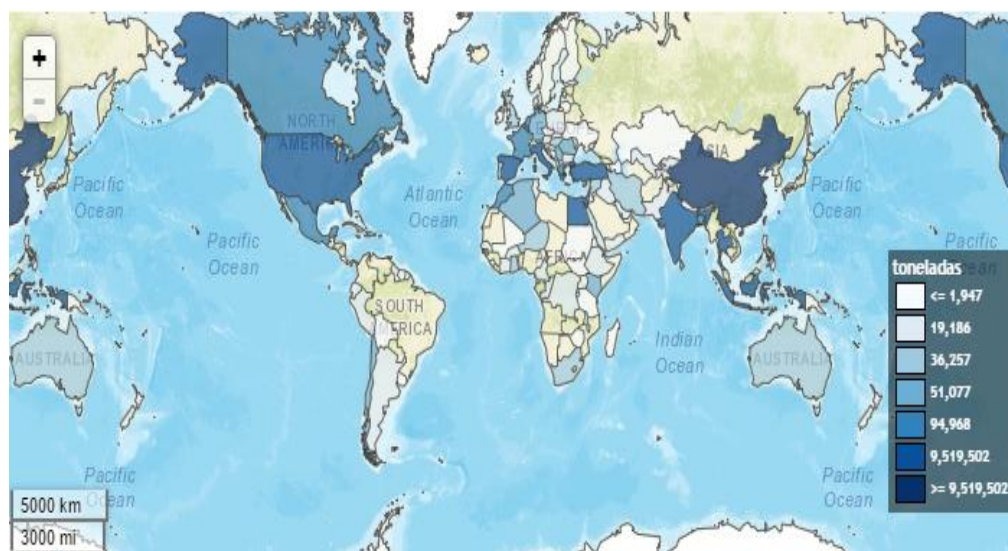
### 1.2.1. Producció mundial

El continent més productor de mongeta tendra es l'asiàtic, seguit del europeu, sent els menys productors d'aquesta Oceania i Amèrica, tot i sent el continent on ses va produir la domesticació (Figura 6).



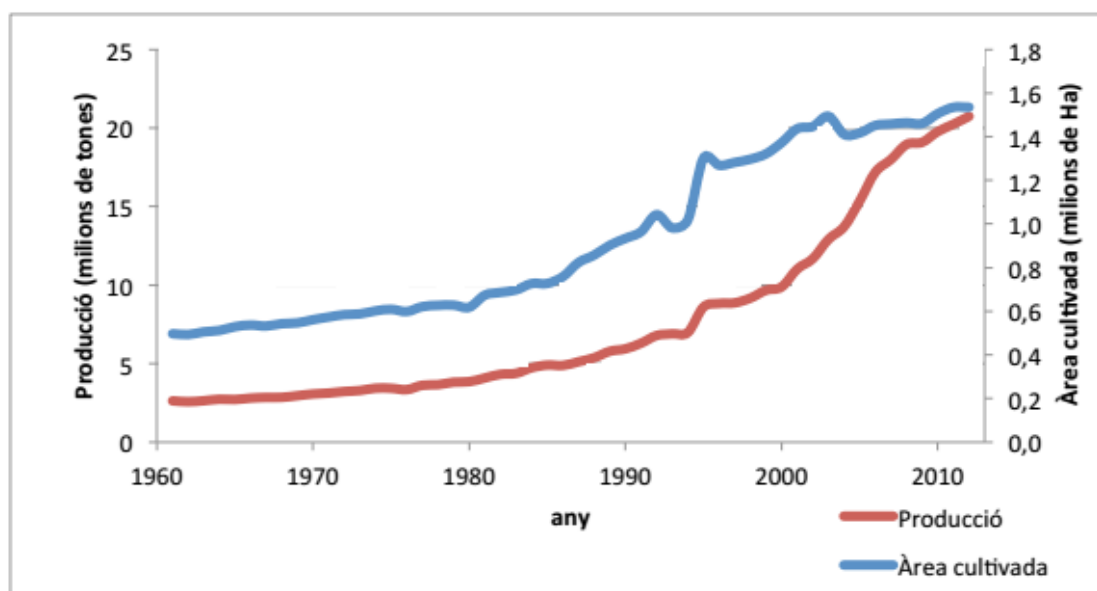
**Figura 6.** Producció de mongeta tendra en els diferents continents (en percentatge), FAOSTAT, 2014.

Els principals països productors estan situats, majoritàriament al hemisferi nord, concentrats en els continents asiàtic, europeu i americà (Amèrica del nord). Destaquen Xina, Índia, Indonèsia, Espanya i EEUU, entre d'altres, mentre que els països amb menys producció són els d'Àfrica, la part del nord d'Àsia i Amèrica del sud, com per exemple la República Democràtica del Congo, Kazajistán i Bolívia, respectivament (Figura 7).



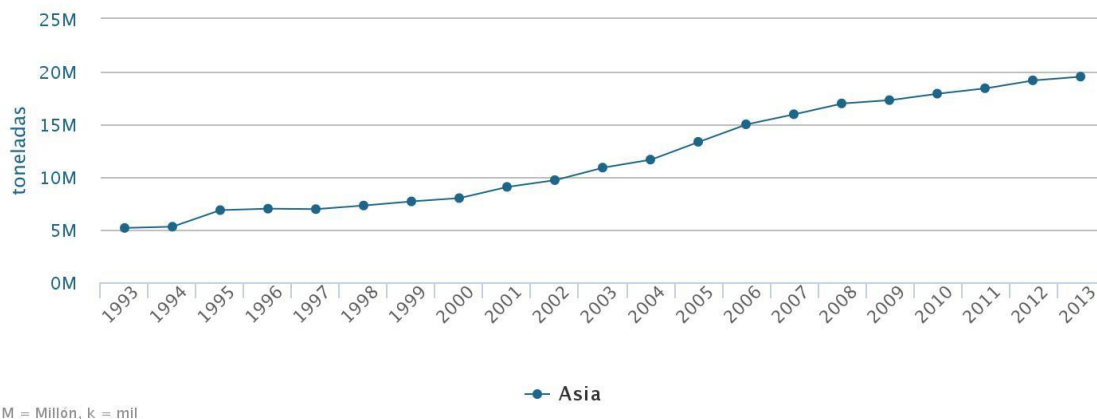
**Figura 7.** Producció mundial de la mongeta tendra en tones, FAOSTAT, 2014.

La producció mundial de la mongeta tendra al llarg dels últims anys ha anat en augment, tenint un màxim de creixement entre 2000 i 2008, mentre que en el 2012 es va obtenir la màxima producció. La superfície cultivada d'aquesta ha anat en augment durant els últims 50 anys fins el 2010, gràcies tan a les noves tècniques de cultiu com a les tècniques de millora genètica i selecció. Així doncs, hi ha hagut un increment del rendiment en quant a la producció i l'àrea cultivada del 255,8% (FAO, 2014) (Figura 8).



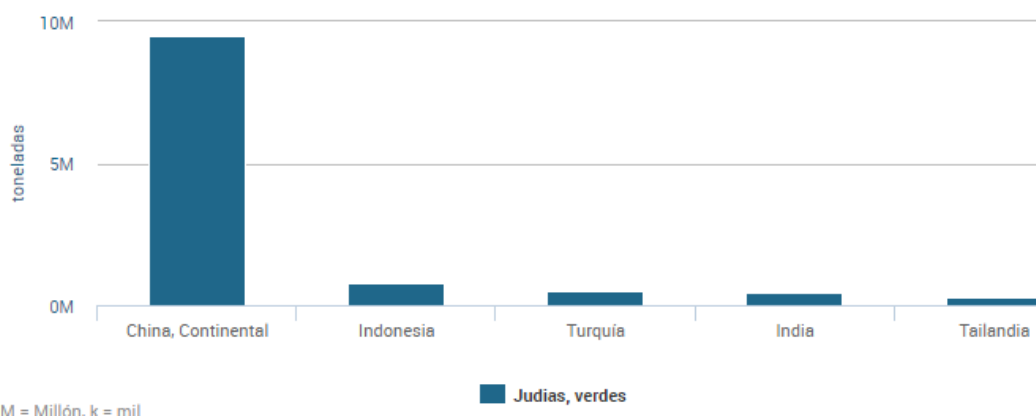
**Figura 8.** Evolució de la producció mundial de mongeta tendra en milions de tones i de l'àrea cultivada en milions de hectàrees des dels anys 60 fins l'any 2010 (FAO, 2016).

Durant els últims 10 anys (1993-2013) la producció de la mongeta tendra ha anat canviant en funció de les necessitats del mercat i segons la zona on la mongeta sigui cultivada. A Àsia hi ha hagut un increment de 15 milions de tones (Figura 9).



**Figura 9.** Evolució al llarg dels últims 10 anys fins 2013 de la producció en tones de mongeta tendra en el continent asiàtic (FAOSTAT, 2014).

Com ja s'ha esmentat més amunt, el països amb major producció de mongeta tendra estan situats a l'Àsia, sent Xina el país amb més producció amb quasi unes 10 milions de tones de mongeta, (FAOSTAT, 2014) (Figura 10).

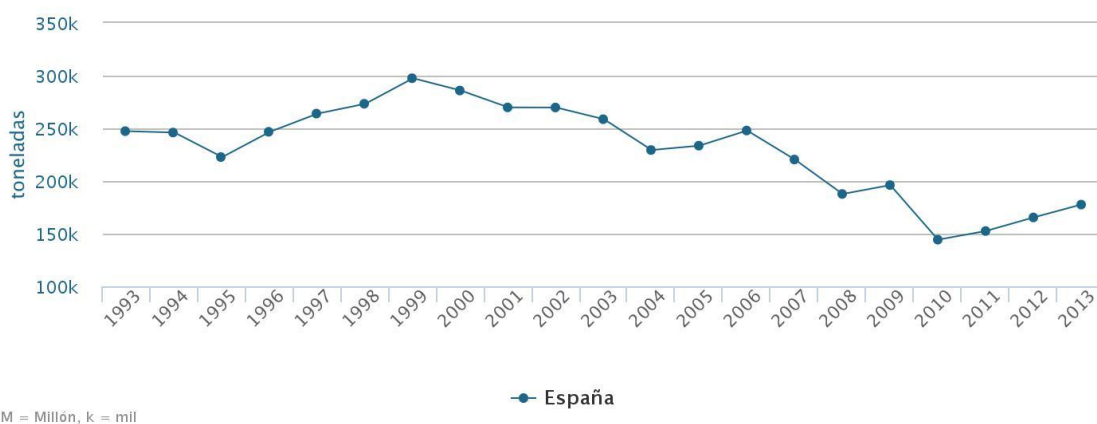


**Figura 10.** Principals països productors de mongeta tendra en el continent asiàtic (FAOSTAT, 2014).

### 1.2.2. Producció a Espanya

La producció de *Phaseolus vulgaris*, L. per utilització en forma de beina immadura a Espanya ha anat variant, durant els últims 20 anys, acabant aquest període amb una

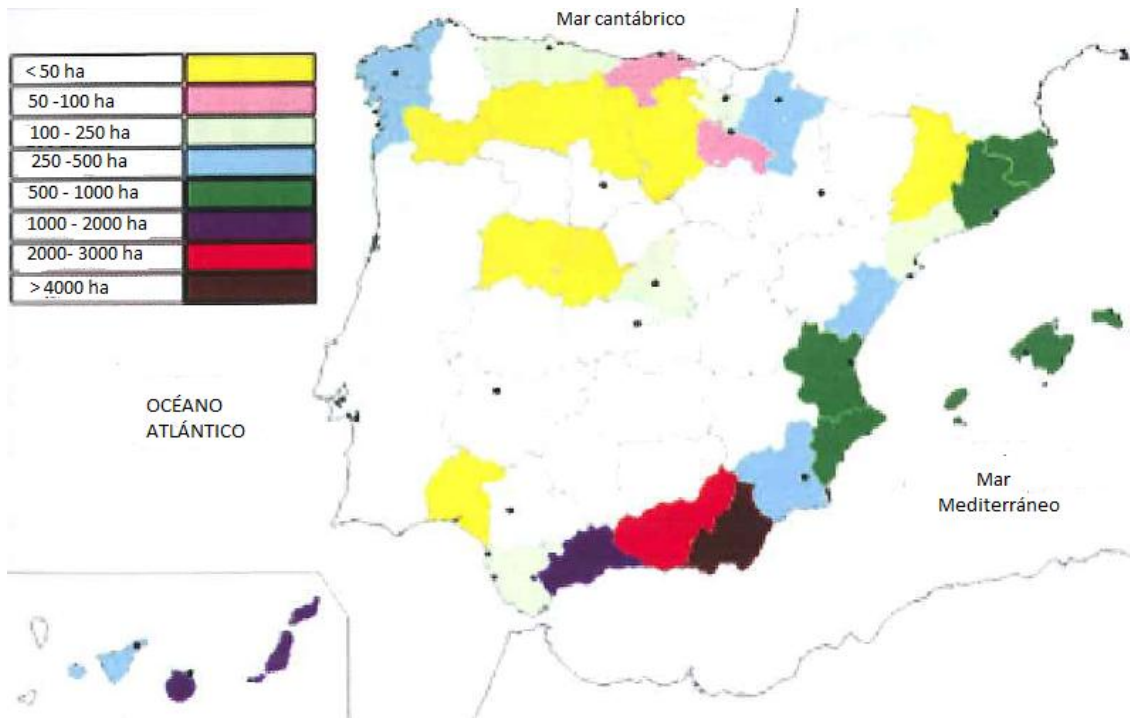
disminució de 75 mil tones de mongeta, tenint la màxima producció anual el 1999 (Figura 11).



**Figura 11.** Evolució al llarg dels últims 10 anys fins 2013 de la producció en tones de mongeta tendra a Espanya(FAOSTAT, 2014).

La mongeta tendra és un cultiu el qual la seva superfície es manté any rere any entre les 20.000 i 28.000 hectàrees (ha) amb una producció 261.000 tones, tot i que, a partir de l'any 1985 es va establir al voltant de 20.000 ha amb una producció aproximada de 300.000 tones, canvi influenciat per la producció procedent d'hivernacle, millora de les tècniques de producció i noves varietats amb major capacitat productiva (MAGRAMA, 2005).

Com s'observa a la Figura 12, el cultiu en hivernacle ocupa tota l'àrea del mar Mediterrani, on la superfície de cultiu es focalitza en les províncies de Almería, Granada, Màlaga, i també a la zona de les Illes Canàries.

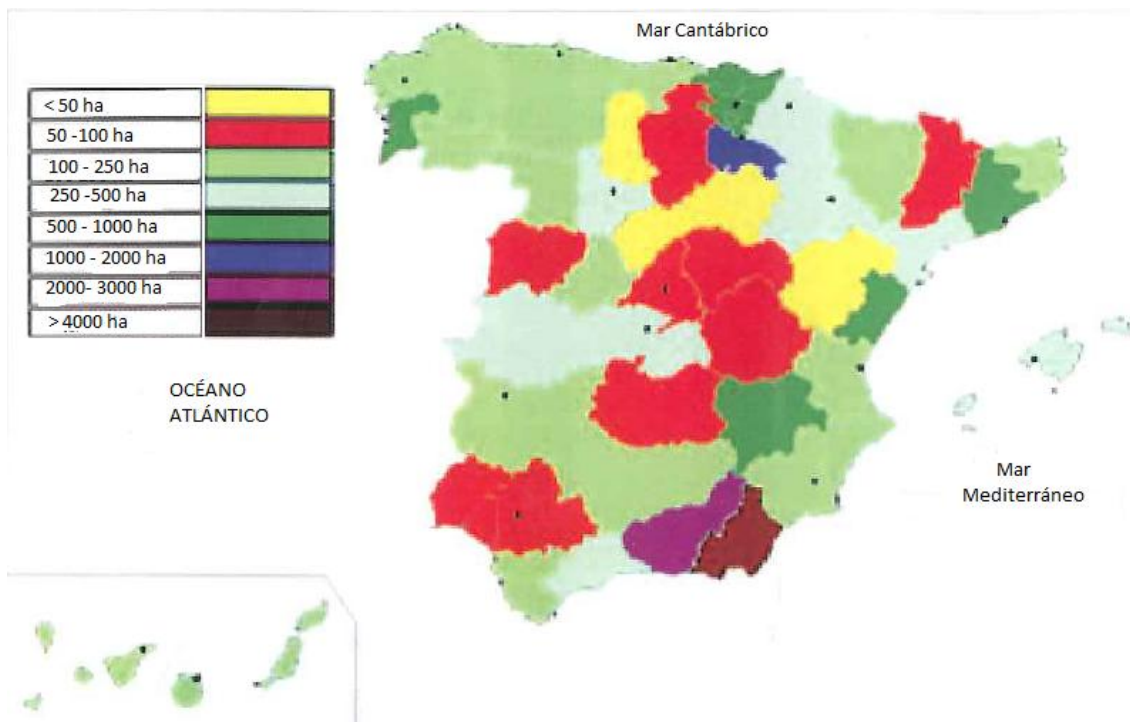


**Figura 12.** Distribució geogràfica per províncies de la superfície cultivada de mongeta tendra en hivernacle, Font: Anuario estadístico agroalimentario, 2000. Mapa. (MAGRAMA, 2005).

A la Figura 13, es pot observar la superfície total de cultiu, tant de secà com de regadiu de la mongeta tendra a les províncies amb superfícies superiors a les 500 ha. Destaquen les províncies de Almería, Granada, Màlaga, La Rioja, Barcelona, Albacete i Castellón (MAGRAMA, 2005).

Per tant, Espanya s'ha convertit en el principal exportador de mongeta tendra d'Europa, gràcies a les produccions provinents d'hivernacle. Els volums de mongeta exportada continuen oscil·lant entre les 20.000 i les 30.000 tones anuals (MAGRAMA, 2005).

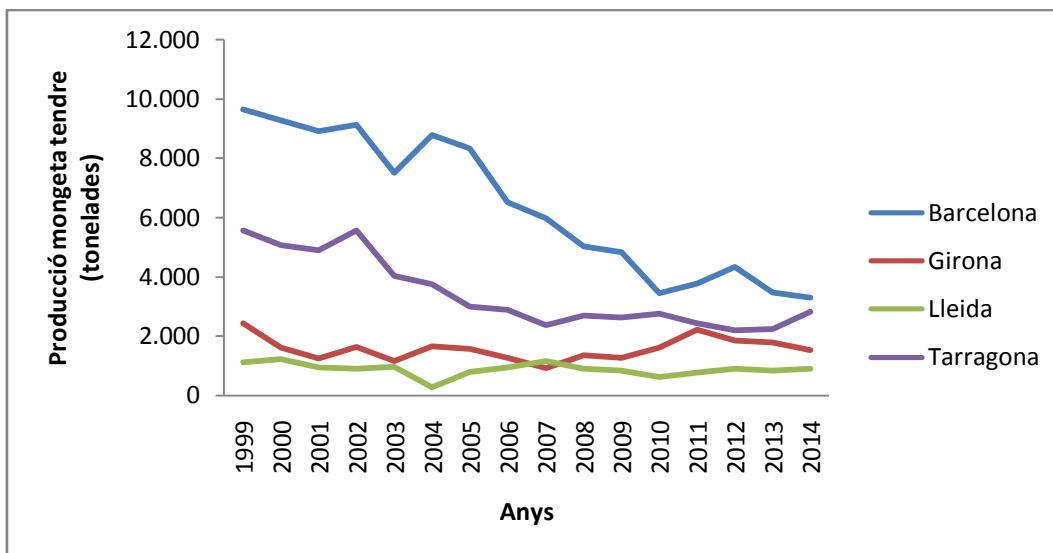




**Figura 13.** Distribució geogràfica per províncies de la superfície cultivada de mongeta tendra, Font: Anuario estadístico agroalimentario, 2000. Mapa. (MAGRAMA, 2005).

### 1.2.3. Producció a Catalunya

En quant a la producció de la mongeta tendra a Catalunya ha anat disminuint al llarg del últims anys en dues de les províncies (Barcelona i Tarragona), tenint la major disminució de producció la província de Barcelona. A l'any 1999 hi havia una producció de unes 10000 tones que s'han vist reduïdes fins arribar a unes 4000 de tones. En canvi, Girona i Lleida s'han mantingut més o menys constants al llarg d'aquests 15 anys amb una producció de 1500 i 1000 tones respectivament (Figura 14).

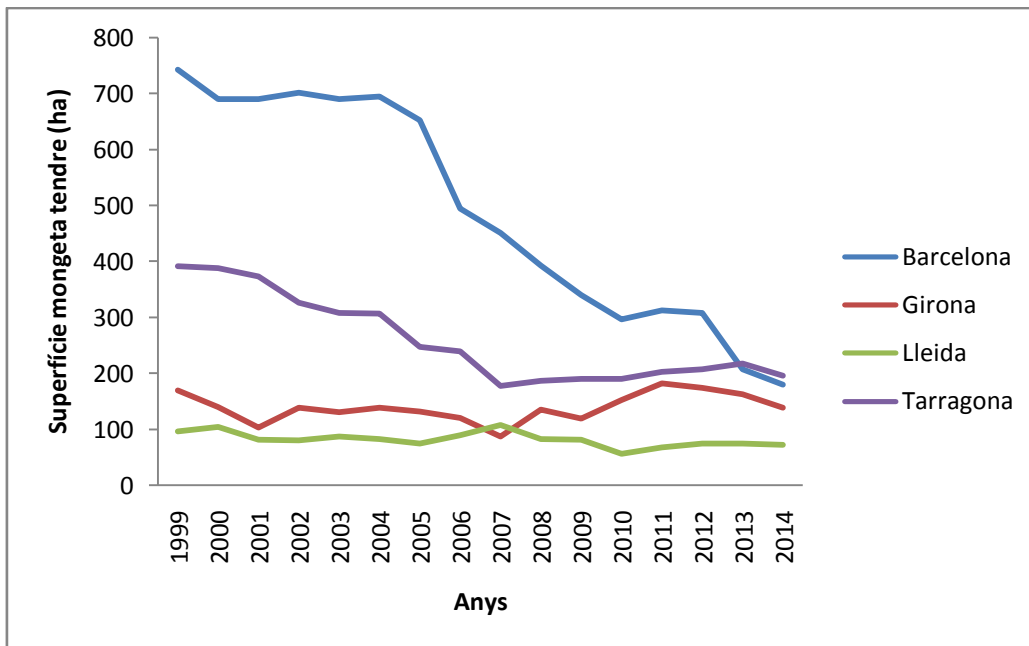


**Figura 14.** Evolució de la producció de la mongeta tendra a Catalunya durant els últims 15 anys fins l'any 2014 (IDESCAT, 2016).

A Catalunya també hi ha hagut un descens en la superfície cultivada de mongeta tendra en aquest període. La major disminució s'ha produït a la província de Barcelona amb una decreixement d'un 75,74% de la seva superfície, seguida de Tarragona amb una pèrdua de 50%, mentre que Lleida i Girona es mantenen constants (Taula 3 i Figura 15).

**Taula 3.** Superfície cultivada de mongeta en hectàrees l'any 1999 i l'any 2014 a Catalunya, i disminució de la superfície en els darrers anys. % SupLost és el percentatge de l'àrea cultivada de mongeta perduda (IDESCAT, 2016).

	<b>Barcelona</b>	<b>Girona</b>	<b>Lleida</b>	<b>Tarragona</b>
1999	742	169	96	392
2014	180	139	72	196
% SupLost	75,74	17,75	25,00	50,00



**Figura 15.** Evolució de la superfície cultivada de la mongeta tendra a Catalunya durant els últims 15 anys fins l'any 2014 (IDESCAT, 2016).

#### 1.2.4. Importància a la zona del Maresme

El Maresme és una comarca de la província de Barcelona amb capital a Mataró i que comprèn poblacions amb molta personalitat i vitalitat: Vilassar de Dalt, Arenys de Mar, Calella, Canet de Mar, el Masnou, Premià de Mar, Vilassar de Mar Tordera, entre altres. El Maresme està integrat per un total de 30 municipis on predominen els productes del mar i de l'horta. L'interès per a nosaltres d'aquesta comarca rau en que el projecte de millora en que s'insereix aquest treball fi de grau, està destinat a productors d'aquesta zona, emparats sota la Cooperativa Progrés Garbí.

Un dels cultius estrella durant la temporada d'estiu al Maresme és la mongeta tendra, que arriba tant als mercats locals com a Mercabarna, des d'on se'n fa la distribució com a mínim a tot Catalunya. Un dels principals problemes amb que es troben els agricultors de la zona és l'elevat preu d'instal·lació dels camps de cultiu amb genotips de mongeta de creixement indeterminat (calen canyes o xarxes). Si la mongeta baixa de preu no val la pena tenir el camp en producció, la qual cosa significa que en alguns anys les inversions fetes a principi de temporada costen de recuperar. Per això molts pagesos comencen a cultivar mongetes de mata baixa, fàcils de gestionar, però de qualitat inferior segons l'apreciació dels consumidors. Aquesta contraposició d'interessos entre facilitat de gestió, costos de producció i acceptació del producte per

part dels consumidors és, com veurem mes endavant, l'origen de nostre programa de millora genètica.

### 1.3. Importància econòmica de la mongeta tendra

La mongeta verda es consumida majoritàriament dins de les llars. A l'any 2012, d'un total de 113,59 milers de tones, el 95,56% va tenir com a destí principal l'ús domèstic (108,56 milers de tones), seguit de la restauració col·lectiva i social i de la restauració comercial (MAGRAMA, 2012).

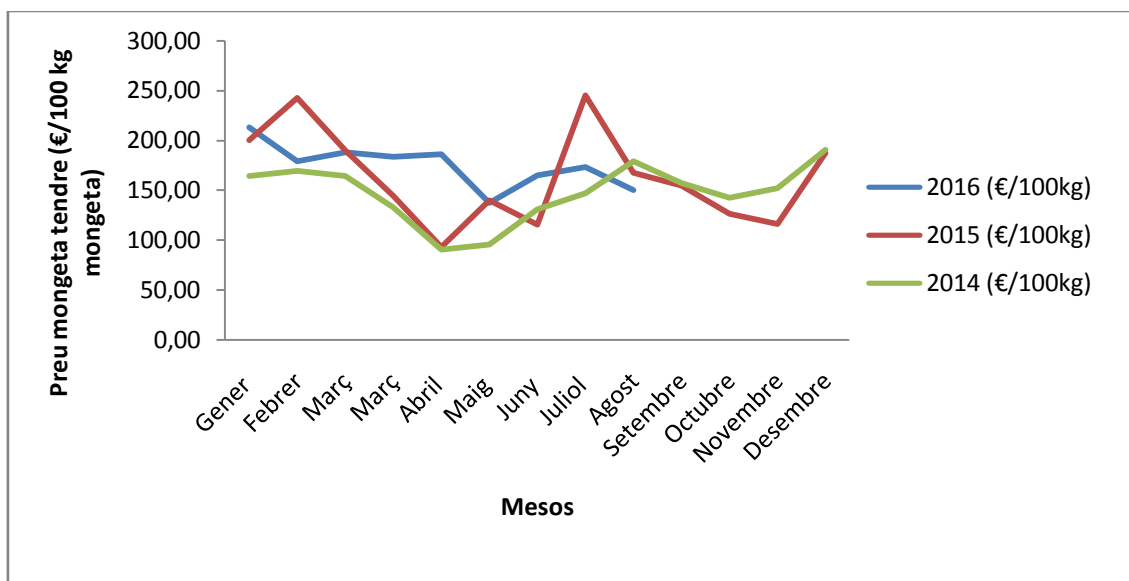
A la Taula 4, es mostren els preus de la mongeta tendra en Espanya dels últims 3 anys, tenint en compte que aquest any encara no ha acabat, i que per tant, les dades del 2016 només arriben fins al mes d'Agost. Aquestes dades han estat tractades, ja que originàriament cada mes estava subdividit en 4 setmanes i a cada una d'aquestes amb el seu preu setmanal, per tant, aquestes dades son una mitja, menys el mes d'agost que només en té dos setmanes amb dades (Taula 4).

Entre aquests tres anys, en promig, el 2016 és el que té la mongeta amb més valor econòmic i l'any que és més regular en quant als preus per mesos. En 2015 com es pot veure mitjançant la desviació estàndard no és tan regular. Mentre que en 2014, és l'any el qual la mongeta té menys valor econòmic (Taula 4).

**Taula 4.** Preus per any i per mes per cada 100 kg de mongeta tendra, fent la mitjana per obtenir el preu per any i la desviació estàndard, Font: MAGRAMA, 2016.

Mesos	Any		
	2016 (€/100kg)	2015 (€/100kg)	2014 (€/100kg)
<b>Gener</b>	212,99	200,32	164,93
<b>Febrer</b>	179,26	242,82	169,86
<b>Març</b>	187,80	190,30	164,68
<b>Març</b>	183,37	144,37	133,04
<b>Abril</b>	185,88	93,27	90,80
<b>Maig</b>	137,70	139,84	96,11
<b>Juny</b>	164,92	115,71	131,36
<b>Juliol</b>	173,19	245,30	147,16
<b>Agost</b>	150,76	167,37	179,35
<b>Setembre</b>		154,94	157,75
<b>Octubre</b>		126,57	143,13
<b>Novembre</b>		116,58	152,48
<b>Desembre</b>		187,29	190,97
<b>Mitjana</b>	175,10	163,44	147,82
<b>Desviació estàndard</b>	22,07	47,80	29,55

En la Figura 16 es pot veure millor com van variant els preus en funció dels mesos i l'any. En 2016, el preu de la mongeta va disminuint des de gener fins al Maig, i després, va tenir un petit augment al juliol. Al 2015, es pot observar que hi ha més fluctuació, tenint el pic de preu més alt els mesos de febrer i juliol, 242.82 €/100kg i 245.30 €/100kg respectivament, quan se suposa que hi ha més demanda de mongeta, mentre que el 2014, el pic més alt és al desembre.



**Figura 16.** Evolució dels preus durant els 12 mesos en els últims tres anys. (MAGRAMA, 2016).

En la regió mediterrània, juntament amb altres cultius, la mongeta tendra es de gran importància econòmica, ja que genera molts diners. Els països mediterranis tenen la necessitat de diversificar aquests cultius. De fet, la consolidació de la mongeta tendra dins de la dieta dels consumidors locals més enllà de les exportacions, contribuiria a un augment de la rendibilitat de les inversions fetes (FAO, 2002).

Diferents organismes mèdics i sanitaris s'han interessat en incrementar el consum de mongetes als països rics, ja que és un dels aliments d'origen vegetal amb més proporció de fibra dietètica tant soluble com insoluble que s'ha demostrat reporta beneficis per la salut com la reducció de colesterol, malalties coronàries i càncer de colon (Hughes, 1991; Anderson, 1985).

#### **1.4. Idiotip de mongeta tendra segons les necessitats dels productors del Maresme i dels desitjos dels consumidors**

El terme idiotip va ser introduït per Donald l'any 1968 en un intent d'incorporar en una sola paraula els termes genotip i fenotip. Donald va definir la millora per idiotip com una tercera via a les dos aproximacions bàsiques que existien a la millora fins llavors: la "supressió de defectes" i la "selecció per rendiment (Sedgley, 1991).

Actualment, el terme idiotip s'usa d'una manera més àmplia. D'aquesta manera, el idiotip d'una varietat o espècie pot ser tant l'òptim fisiològic d'aquesta varietat en unes condicions ambientals concretes, com també les característiques desitjades pels milloradors o agricultors d'una determinada varietat. Així, la recerca del idiotip esdevé el primer pas en el procés de millora ja que és la definició d'aquest la que ens marca quines són les característiques a assolir i, per tant, determina quins són els passos a seguir durant el procés de millora (Simó, 2013).

Els agricultors de la cooperativa Progrès-Garbí cultiven varietats de mongeta tipus Perona, per a satisfer les demandes dels consumidors. Aquestes varietats al ser de mata alta requereixen una major dedicació tan en el maneig com en la infraestructura (canyes o xarxes) que encareixen els costos de producció. Donat que les plantes de mata alta produeixen més que les de mata baixa i durant més temps els costos més elevats es compensarien amb produccions més elevades. El problema és que la variació del preu del producte fa que a vegades mantenir el cultiu resulti no rendible i les inversions només repercuteixen en el temps en que fem collita.

Els agricultors el que volen és una varietat de mata baixa amb l'objectiu de reduir els costos de la producció, però amb les característiques de la beina tipus Perona, per així poder seguint estar en mercat amb un producte apreciat. La cooperativa Progrés Garbí es va posar en contacte amb la Fundació Miquel Agustí per tal de realitzar un programa de millora genètica destinat a obtenir una nova varietat el més propera possible a aquest idiotip que reuneixi tant característiques interessants per a els productors com per a els consumidors.

#### **1.4.1. Característiques agronòmiques de la planta ideal**

- Plantes amb creixement determinat, mata baixa, portadores del gen *fin* adaptades a condicions edafo-climàtiques i de cultiu del Maresme.
- Elevada producció i facilitat de recol·lecció (les beines han de créixer preferentment a la perifèria de la planta per facilitar la seva localització i collita).
- Resistència a patologies.
- Uniformitat de la forma i mida de les beines dins de planta.
- Posició alta de les beines dins la planta per evitar el contacte amb el terra.

#### **1.4.2. Característiques sensorials externes, de textura i gust**

- Beines de morfologia similar a Perona, que siguin planes, rectes i que no presentin cap tipus de curvatura ni lateral ni ventral.
- Llargada adequada de les beines (no massa curtes, d'uns 15cm).
- Color verd intens.
- Màxima conservació després de la collita.
- Absència de fils
- Gust suau de mongeta.
- Absència de gustos estranys.
- Elevada dolçor.

#### **1.5. El problema a resoldre**

La mongeta tendra, com ja s'ha indicat més amunt, és un producte molt important per a la Cooperativa Progrés-Garbí. El principal problema en les varietats de la mongeta tendre de mata alta amb fruits que s'ajusten a les demandes dels consumidors, és l'escàs o nul marge de benefici que deixen als productors quan les oscil·lacions dels preus són importants durant la llarga campanya en que una mongetera és productiva. La característica de les varietats de mata baixa és que són menys productives, molt més barates de implantar al camp (no necessiten canyes ni xarxa per créixer), són més rústiques en post collita (aguanten més temps una vegada collides) però ni tenen l'aspecte ni el valor sensorial de textura i gust que els consumidors prefereixen. Per tant l'eix d'aquest projecte és aconseguir ajuntar en una planta de creixement determinat el valor sensorial de les millors varietats de mata alta amb la facilitat de maneig i la conservació post collita de les millors varietats de mata baixa.

Durant aquests últims anys la Cooperativa a encarregat a la Fundació Miquel Agustí desenvolupar un projecte de millora genètica per poder arribar a obtenir una varietat que sigui bona y apreciada per als consumidors, però que a la vegada sigui més fàcil treballar amb ella, és a dir una mata baixa. Després de diversos estudis preliminars per caracteritzar el material tant de mata baixa com de mata alta, es va concloure que el millor era generar variabilitat a partir d'encreuaments entre materials de tipus Perona i plantes portadores del gen de creixement determinat (Parentals 1 i 2).

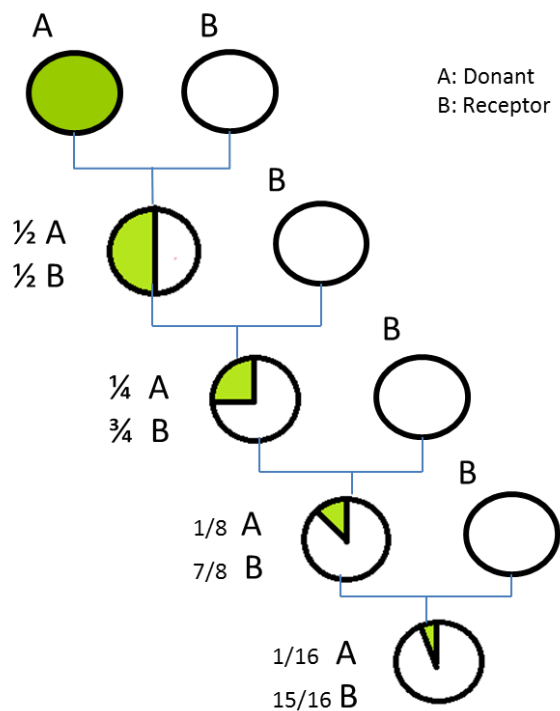
## **1.6. Mètodes de millora genètica**

Les mongetes són plantes autògames de manera que els mètodes de millora que podem emprar per crear noves varietats han de ser els habitualment utilitzats amb plantes que tenen la seva reproducció basada en l'autofecundació, i a la vegada que tenen les seves poblacions formades majoritàriament per una o més línies pures (completament homozigòtiques). A continuació s'expliquen breument els dos mètodes que podríem utilitzar amb una reflexió sobre el que podrien aportar cada un d'ells als nostres interessos.

### **1.6.1. Retroencreuament**

El retroenceuament és un mètode de millora genètica en el qual s'encreuen dues línies pures, una donant i una receptora. La descendència d'aquest encreuament (F1) tindrà la meitat de genotip d'una varietat i la meitat de l'altre. Si les dos varietats són completament diferents genèticament, la F1 serà heterozigòtica en tots els loci. El mètode a partir d'aquí consisteix en anar retroencreuant les generacions resultants amb la varietat receptora. La descendència d'aquestes s'haurà d'anar retroencreuant successivament amb la varietat receptora per tal de recuperar les característiques de la planta de partida (la planta receptora), fent selecció a cada cicle per a que estigui present el caràcter que es interessant de la varietat donant. L'objectiu és arribar a una generació en la qual quasi tot el genoma del individu del que derivarem la població sigui el de la varietat receptora excepte una part petita d'aquest genoma, que serà de la varietat donadora i que serà el gen o els gens que a nosaltres en interessin i que finalment farà que sigui una varietat globalment superior en les característiques que inicialment portaven els dos progenitors (donant, A, i receptor, B) (Figura 17).





**Figura 17.** Esquema de millora per retroencreuament.

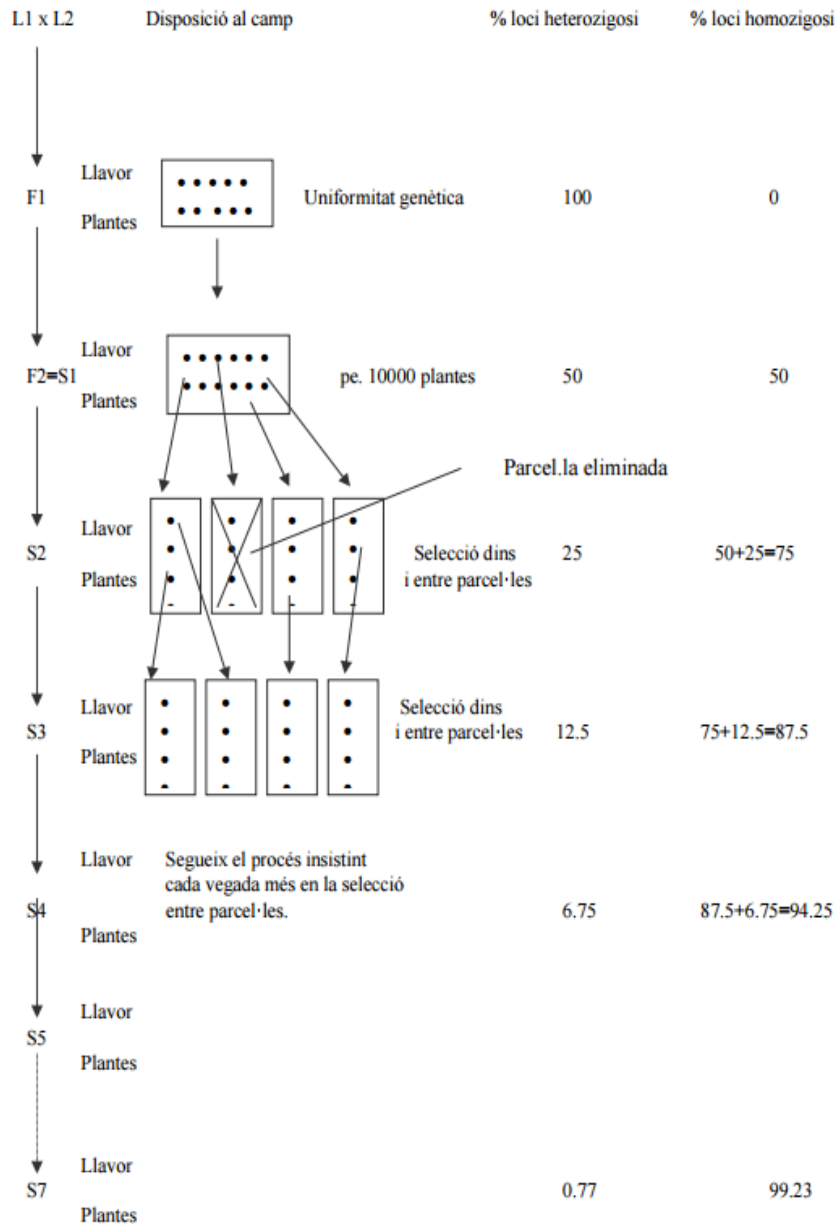
Aquest mètode funciona bé quan el caràcter que volem introgressar en la planta receptora està controlat per un o pocs loci. En el nostre cas el caràcter creixement determinat sabem que està controlat principalment per el gen *fin* i per tant seria un bon mètode per aconseguir plantes de mata baixa. La conservació post collita en canvi és un caràcter complex i difícilment l'aconseguiem introduir mitjançant retroencreuament simple. Per això aquest mètode es va descartar en benefici del mètode genealògic.

### 1.6.2. Mètode genealògic

El mètode emprat en aquest projecte és el genealògic, que consisteix inicialment en encreuar dues línies pures que reuneixen per separat totes les característiques que volem reunir en una de sola. A la primera generació (F1) no hi haurà variabilitat (totes les plantes seran heterozigòtiques per a tots els loci) però si que n'hi haurà a la segona generació (F2 =S1, S d'autofecundació) on es podrà escollir els millors fenotips segons l'objectiu del idiotip i del millorador. Aquests fenotips poden o no correspondre als millors genotips. Per això sempre que es fa selecció s'ha de treballar en una parcel·la experimental molt uniforme per evitar els efectes ambientals. Després d'una generació de selecció fenotípica (en les plantes S1), les plantes autofecundades S2 es sembren

en solcs, on a cada solc hi tenim les plantes que procedeixen de l'autofecundació d'una planta S1. L'estudi fenotípic d'aquestes plantes S2 ens permet fer selecció tant entre parcel·les (promig del fenotip de les plantes de la parcel·la i per tant una bona estimació del valor genotípic de la mare S1) i dins de parcel·la (estimació únicament fenotípica de cada una de les plantes). Amb aquesta doble informació es determina quines són les llavors S2 que es recullen (quines plantes acabem elegint per seguir el procés de millora).

Les descendències autofecundades de les plantes seleccionades de la S2 (generació S3) es sembren en parcel·les individualitzades i es repeteix el procés de selecció i generació anterior (Figura 18). En cada generació de selecció els criteris per elegir les plantes és la seva semblança al idiotip que hem formulat en el nostre programa. En el nostre cas recordem que seria creixement determinat, bona producció, resistència a patologies, semblança de la tavella a la mongeta tipus Perona en tots els sentits, i bona conservació post collita.



**Figura 18.** Esquema de millora pel mètode de selecció genealògica.

### 1.7. Varietats mongeta tendra emprades en el programa de millora

El 2013, quan es va iniciar el projecte, es va fer una exploració del germoplasma existent en el mercat contactant amb diverses empreses productores de llavors per identificar varietats de mata baixa que poguessin vegetar bé a la zona de la baixa Tordera i a la vegada que produïssin unes mongetes similars al tipus Perona i amb bona conservació post collita. Alhora es va fer una prospecció dins les varietats que constitueixen la “Colección Nuclear Española de Judías”, del “Centro de Recursos Fitogenéticos del INIA”, per veure si hi havia candidats de mata baixa que complissin les expectatives dels productors i els consumidors.

Un cop es va disposar d'un llistat de varietats candidates, es va fer un estudi de camp a Malgrat i Palafolls per poder escollir aquelles que més interessaven, i que més s'apropaven al idiotip.

Finalment es van escollir dues varietats de creixement determinat que anomenarem Parental 2 i Parental 3, juntament amb una entrada de varietat Perona (Parental 1)(Figura 19).



**Figura19.** Comparació de les dues varietats de mongeta, mata alta i mata baixa.

## **1.8. Resum de les activitats realitzades en el projecte general de millora fins el moment d'iniciar-se el treball final de grau**

- Primer, es va efectuar un assaig en dues localitats on es van incloure varietats comercials i experimentals de diversos llocs amb climatologia semblant a la nostra, de cara a identificar varietats interessants per si mateixes o com a candidates a ser encreuades per generar variabilitat que ens apropés al idiotip.
- En segon lloc, es van fer encreuaments controlats entre les varietats escollides com a donadores del creixement determinat (Parentals 2 i 3) i les representants de la varietat Perona (Parental 1). Els individus F1 es van autofecundar i es va començar un procés de selecció genealògica tant en la generació S1 (primera generació d'autofecundació) com en la S2 (segona generació d'autofecundació).
- El programa en el moment de començar aquest treball final de grau, estava en la selecció de la generació S3, és a dir amb plantes que tenien aproximadament un 87% dels loci en homozigosi.

## **2. Objectius del treball**

El treball fi de grau que es presenta consisteix en la realització d'una generació de selecció per característiques agronòmiques dins d'un programa de selecció genealògica a partir d'encreuaments entre una varietat de creixement indeterminat i valuosa per les seves característiques sensorials (Parental 3) i dues varietats de creixement determinat, bones productores, adaptades a les condicions ambientals del Maresme i amb bona conservació post collita (Parental 1 i Parental 2). El conjunt de plantes sobre les que es farà la selecció pertanyen a la S3 del programa és a dir que tenen un 87% d'homozigosi.

Els objectius específics del treball són:

- Avaluar en camp les característiques agronòmiques de les plantes S3
- A partir d'aquesta informació determinar quines famílies te sentit avaluar des del punt de vista sensorial per determinar finalment quines descendències passen a la següent generació de selecció.

### 3. Material i mètodes

#### 3.1. Material vegetal

En aquest projecte s'han utilitzat 21 tipus diferents de materials genètics, els quals estan repetits en dos blocs: a) 17 famílies amb plantes amb un 87,5 % d'homozigosi, on les diferències dins de famílies no són molt grans i on, per tant, la major intensitat de selecció s'haurà de fer entre famílies més que no pas dins de la mateixa família. Totes les plantes de les 17 famílies són de creixement determinat, és a dir tenen el gen *finfin* (Taula 5). b) 4 varietats línia pura, emprades com testimoni, que tenen una o més característiques del idiotip (varietats comercials, una de mata alta i tres de mata baixa, de les quals 3 d'elles han estat utilitzades com a parentals una mata alta i dos de mata baixa) (Taula 5).

**Taula 5.** Plantes seleccionades a la generació S2 del programa de selecció genealògica, la descendència de les quals obtinguda per autofecundació (S3), s'ha sembrat al camp d'Agròpolis per realitzar una nova generació de selecció, juntament amb el codi assignat.

Genotips	Codi bloc 1	Codi bloc 2
41-2	301	329
45-1	302	331
48-1	303	327
48-2	304	333
49-1	305	341
50-1	306	339
51-1	307	323
51-2	308	325
56-1	309	335
58-1	310	338
59-1	311	337
61-1	312	336
61-2	313	324
62-1	314	322
64-1	315	340
64-2	316	342
68-1	317	334
Parental 1(testimoni)	318	326
Parental 2 (testimoni)	319	332
Varietat comercial 1...(testimoni)	320	328
Parental 3(testimoni)	321	330

Algunes de les varietats comercials com Verònica, Nassau, Oriola i Perolar mostrades a la Taula 6 amb les seves característiques ens han permès comparar els progressos del procés de millora, Oriola, Verònica i Nassau son varietats de mata baixa de referència i Perolar seria representant de les varietats tipus Perona amb creixement indeterminat.

**Taula 6.** Algunes varietats comercials amb les seves principals característiques.

<b>Varietats comercials</b>	<b>Característiques principals</b>
Verònica	Plantes de creixement determinat, on les beines són llargues i rectes, poc corbades.(SemillasFito, 2016).
Nassau	Plantes de creixement determinat d'uns 55 cm d'alçada, amb les beines verdes i planes d'uns 17 cm de llargada, amb 1.3 cm d'amplada. (Semillas Batlle, 2016)
Oriola	Plantes de creixement determinat, amb les beines verdes i planes d'uns 15-17 cm de llargada amb 1.3-1.5cmd'amplada. (Fitoagricola, 2016).
Perolar	Plantes de creixement indeterminat, amb les beines molt gustoses i amb molta carn d'uns 20-22 cm de llargada i 2,5 cm d'amplada(SemillasFito, 2016).

### 3.2. Disseny experimental

El treball de camp es va realitzar a la finca d'Agrópolis, a Viladecans, camí de les Filipines 110 sent, amb les coordenades següents 41°17'19.82"N, 2°02'42.34"E amb una elevació d'un metre aproximadament sobre el nivell del mar (Figura 20).



**Figura 20.** Localització del camp, parc UPC Agròpolis, Viladecans on s'ha efectuat la generació de selecció de la mongeta tendra.

El camp es va dividir en dos blocs (requadre negre a la figura 20), en cada bloc s'han plantat els 21 materials (en solcs o parcel·les elementals). Cada parcel·la elemental està formada per dues línies paral·leles sobre encoixinat plàstic on a cada una de les línies hi havia 10 punts de sembra, en els quals hi havia 2 llavors en cada punt. Després de la naixença i una vegada assegurada la viabilitat de les plantes, es va fer selecció per deixar una sola planta per punt de sembra (sempre la més vigorosa i amb millor aspecte ja que estem realitzant selecció). Els punts de sembra dels dos solcs paral·lels que formaven un solc elemental estaven disposats segons el mètode “tres bolillo” (formant triangles) (Figura 21). Els punts de sembra estaven separats per 75 cm, mentre que la separació entre dos parcel·les elementals consecutives era de 1m. La distribució de les parcel·les al camp d'assaig es mostra a la Taula 7. Excepte en cassos de mal naixement o falta de llavor, l'experiment constava doncs de 40 plantes per cada tipus de material genètic, distribuïdes en dos blocs on cada material estava representat per 20 plantes.



**Taula 7.** Distribució al camp de les diferents varietats de mongeta tendre, sent del 301 fins al 321 el bloc 1 i del 322 fins al 342 el bloc 2.

301	302	303	304	305	322	323	324	325
306	307	308	309	326	327	328	329	330
310	311	312	313	331	332	333	334	335
314	315	316	317	336	337	338	339	340
318	319	320	321	341	342			



**Figura 21.** Camp d'Agropolis, on es veure la disposició de les plantes en una parcel·la elemental, amb les plantes disposades al "tres bolillos".

Un cop van estar sembrades les llavors i van començar a sortir les plantes és va fer com ja s'ha indicat, una primera selecció deixant únicament una planta per punt de sembra. A partir d'aquí les plantes es van a anar avaluant periòdicament, tant a nivell de solc com de planta, respecte a les característiques agronòmiques.

### **3.3. Caracterització agro-morfològica i sensorial externa**

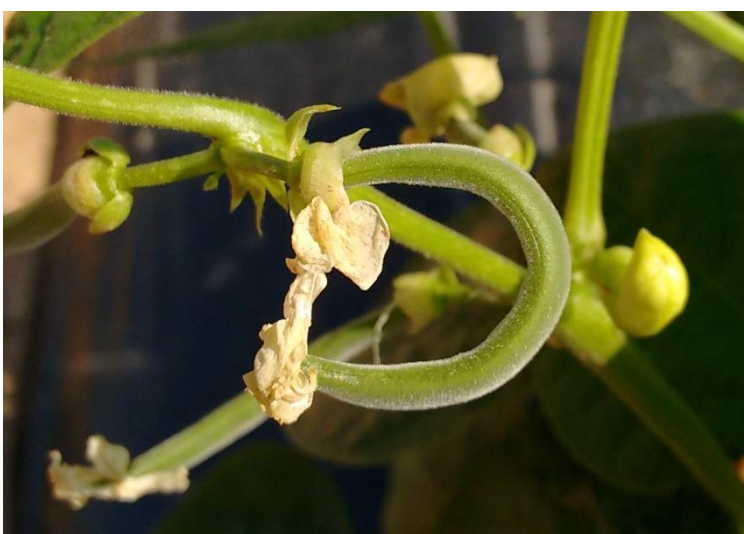
El programa de millora aborda la consideració conjunta de caràcters agronòmics i caràcters sensorials. En el cas del treball fi de grau que presento s'ha fet èmfasi en les característiques morfoagronòmiques de les plantes (Taula 8) i les característiques sensorials externes de les beines (Taula 8) per determinar quines d'elles passen a la fase de l'anàlisi sensorial mitjançant panell, molt més costós tant en temps com en diners. També es va mesurar la producció tenint en compte el nombre de beines collides durant tot el temps de collita, sabent el pes mitjà d'una beina. Realment, serà una estimació de la producció, ja que aquestes s'han collit cada 4 dies i no cada 2.

**Taula 8.** Caràcters mesurats sobre les plantes, sobre les beines i producció de beines. Alguns caràcters de la taula només s'han avaluat a les plantes seleccionades de cada solc.

<b>Caràcters mesurats al camp</b>	<b>Descripció dels caràcters</b>	<b>Valoració</b>
Valoració del solc en general	Valoració global dels solcs, com eren en general les plantes, si hi havia moltes, si creixien a un bon ritme, etc.	0-3 sent 3 el valor més alt (el més bo)
Port de la planta seleccionada (estructura)	Es valorava que la planta tingués una bona altura i que no fos massa frondosa.	0-3 on el 0 és dolent i el 3 és bo
Resistència a virus	Presència de virus en la planta, visualitzats en les fulles (Figura 22.).	0-3 sent el 0 que no presenten virus i 3 que si presenten
Precocitat	Es va fer una valoració de la velocitat en florir i produir beines a partir d'anotacions periòdiques. Amb les dades es van constituir quatre grups de precocitat.	0-3 on 0 és molt tardana i per tant el 3 és molt primerenca
Localització de les beines de la planta seleccionada	Com estaven ubicades les beines en la planta, si en la part superior, pel mig o per sota d'aquesta.	1: beines únicament a d'alt, 2: beines a partir de la meitat, 3: beines per a tota estructura de la planta
Beines corbades inicialment, o no, de la planta seleccionada	Quan ja des que naixien eren corbades a causa del no desprendiment de la flor.	0-3 on el 0 és quan la beina ja surt corbada a causa del no desprendiment bé de la flor (Figura 23)
Curvatura de les beines petites	Neixen rectes però al poc temps de créixer (encara sent petites) es corben ja sigui a causa de la calor o per la genètica de la planta.	0: no curvatura, 2: si curvatura, 1: dels dos tipus (corbades i no corbades)
Curvatura de les beines grans	Quan des de petites naixien rectes, però després s'han anat corbant a causa del xoc contra la seva mateixa tija o del xoc contra el terra.	0: no curvatura, 2: si curvatura, 1: dels dos tipus (corbades i no corbades)
Producció	Producció acumulada de beines al llarg del període productiu	Mesures fetes en beines collides en fase apta per al consum.



**Figura 22.** Fulles de la planta de la mongeta amb les diferents manifestacions de virus.



**Figura 23.** Mongeta corbada a causa del no despreniment bé de la flor.

### **3.4. Anàlisi estadística de les dades**

Les dades extretes durant l'experiment en el camp i en el laboratori s'han tractat emprant el programa R en els caràcters que es mesuraven a nivell de solc i per tant dels quals en teníem repeticions. En primer lloc amb les dades morfoagronòmiques (suma de tots els valors recollits per a cada caràcter, segons la descripció de la Taula 8, al llarg de diverses jornades de control), s'ha fet una ANOVA considerant els efectes genotip i bloc per tal de veure si existeixen o no diferències significatives entre els diferents nivells de cada factor. En cas de significació per a fer la comparació entre mitjanes dels nivells s'ha utilitzat el test de la mínima diferència significativa (MDS), amb una significació de  $p \leq 0.05$ . També s'ha fet ANOVA i la comparació de les mitjanes (MDS) en la producció. En els caràcters mesurats sobre les plantes seleccionades no s'ha fet l'ANOVA ja que les plantes eren genèticament úniques i per tant no disposàvem de repeticions. En els processos de selecció i quan encara estem en la fase de segregació no hi ha altre remei que procedir a fer la tria a partir de fenotips sense repetició.

## **4. Resultats i discussió**

### **4.1. Valoració global solc i curvatura de les beines**

En primer lloc es va fer una valoració periòdica dels 21 materials genètics sembrats, considerant els dos blocs i avaluant-los per separat. Amb els resultats obtinguts, la valoració global del solc de cada dia mesurat s'han sumat per tal de poder veure quins d'aquest solcs tenien més bona puntuació. Les altres dades mesurades han estat la floració i la curvatures de les beines on es miraven, per una part les beines petites que naixien rectes però que a causa de la calor o simplement efecte genètic es corbava, i per l'altre banda les beines grans que havien crescut rectes però que estaven corbades pel xoc d'aquest amb el terra o amb la planta mateixa (tija). Amb aquest resultat s'ha fet una anàlisi de la variància (ANOVA).

Pel que fa a l'efecte genotip es veu que hi ha diferències significatives en la curvatura de les beines petites, en la curvatura de les beines grans, i en la valoració global del solc. En canvi, en l'efecte bloc les diferències que hi ha pels caràcters avaluats únicament són significatives per la valoració global del solc (Taula 9).

**Taula 9.** Resultats del ANOVA per la valoració global del solc, la curvatura de les beines al inici de la seva formació (Curv petites) i la curvatura de les beines grans (Curv grans).

	<b>Valoració</b>	<b>Curv petites</b>	<b>Curv grans</b>
Genotip	0.022	<0.001	0.009
Bloc	0.040	0.494	1

La comparació de mitjanes (Taula 10) per la valoració global dels solcs mostra que el genotip 61-2 té la màxima puntuació, fins i tot per sobre de les varietats emprades com a testimonis, tot i que no es diferencia significativament amb aquestes ( $p \leq 0.05$ ). La família amb menys valoració és la 58-1, que mostra diferències significatives per exemple amb els genotips 49-1, 64-2, 48-2, entre altres.

La comparació de mitjanes de curvatura tant al inici del creixement com en fase de taula comercial ens mostra que la família 61-2 i el Testimoni 1 són significativament superiors a la resta de materials assajats, amb tavelles completament rectes en tots dos estadis (Taula 10). És important destacar que hi ha un nombre considerable de famílies amb valoracions bones de la curvatura (per exemple 49-1, 62-1, 59-1, 51-1, i 58-1, Taula 10). Aquests resultats són millors que els dels parentals i per tant favorables per a els nostres objectius de millora. L'elevat grau de curvatura que es dona en fase avançada del creixement en moltes famílies pot ser deguda a les elevades temperatures que vàrem tenir durant el període de maduració.

**Taula 10.** Comparació de mitjanes de la valoració global del solc, de les curvatures petites i grans (Curv petites i grans).

<b>Genotip</b>	<b>Valoració</b>	<b>Curv petites</b>	<b>Curv grans</b>
61-2	8.04	0	0
Testimoni 1	7.88	0	0
Parental 3	7.67	0	2
Parental 2	6.80	0	2
Parental 1	6.79	0	2
48-2	6.21	0.5	1.5
64-2	6.13	0.5	1
49-1	5.46	0	0
61-1	5.21	0	0.5
68-1	5.05	0	1
64-1	5.00	2	2
62-1	4.92	0	0
51-2	4.80	0	2
56-1	4.75	1	2
45-1	4.29	2	2
48-1	4.17	1	2
50-1	4.17	1.5	2
59-1	4.08	0	0
41-2	4.08	1	2
51-1	3.88	0	0
58-1	2.75	0	0
MDS	2.68	0.97	1.33

MDS: mínima diferencia significativa

La sembra de les mongetes es va fer el dia 19.05.2016, i trenta-quatre dies després es va fer també una valoració de la floració. La majoria de genotips no havia florit el 50% de les flors. Només dos genotips, els 64-1 i 68-1, tenien una floració igual o superior al 50%. Dos genotips més, el 50-1 i el 62-1, tenien una floració igual o superior al 50% únicament en dos blocs. Això ens va permetre establir un rang de precocitats en els materials assajats, doncs la rapidesa en entrada en producció també és un caràcter important des del punt de vista comercial i de gestió del cultiu.

Totes aquestes dades es van emprar per seleccionar les famílies que més s'apropaven al idiotip i dins d'elles es van seleccionar plantes individuals (per el seu aspecte general i característiques de les beines), en les quals es varen seguir fent controls sobre les seves característiques, amb la finalitat de determinar quines

passaven la seva descendència a la següent generació de selecció. En principi es va seleccionar com a mínim una planta per família (la que ens semblava millor), però en les famílies que tenien una valoració global superior es van triar dues o tres plantes depenent de la heterogeneïtat observada dins de solc. En la selecció hi van intervenir tant el personal encarregat del projecte com agricultors futurs usuaris de les noves varietats.

Un dels aspectes principals en el procés de selecció va ser el port erecte, no molt altes, amb moltes tavelles i amb poca curvatura de la tavel·la (les mides de les tavelles en les famílies ja estaven en la majoria dels cassos dins dels intervals del idiotip com a conseqüència de la selecció en anys anteriors).

#### **4.2. Estructura, port i valoració de les plantes seleccionades**

Aquestes plantes han estat prèviament seleccionades dintre del solc, ja sigui pel número de beines produïdes, per la seva forma (beines rectes)... com per la seva pròpia estructura i port, seguint les característiques marcades per l' idiotip, tenint preferència per les plantes amb un port raonablement baix (uns 40-50 cm) i per les que tenien un gran nombre de beines rectes.

Cada planta es va identificar amb el codi assignat al solc, posant-li un 1 si només hi havia una planta seleccionada o afegint-hi números quan hi havia més d'una planta seleccionada (per exemple 304-1 i 304-2, on hi ha dos plantes seleccionades en aquest solc). Les plantes seleccionades les plantes seleccionades per els agricultors es van identificar amb el número de planta seleccionada corresponent afegint-hi SC(Selecció per la Cooperativa), com es el cas de 312-3/SC. Per últim el número de planta identificat amb ' (per exemple 313-3') vol dir que la planta seleccionada inicialment es va trencar, i per tan, i es va substituir per una altra seleccionada més tard (Figura 23).





301-1



302-1



303-1



304-1



304 -2



305-1



306-1



307-1



308-1



309-1



311-1



312-1





312-2



312-3/SC.



313-1



313-2



313-3'



314-1



315-1



316-1



317-1



322-1



323-1



324-1





324-2



324-3



325-1



326-1



327-1



328-1



329-1



331-1



332-1



333-1



333-2



334-1



333-1

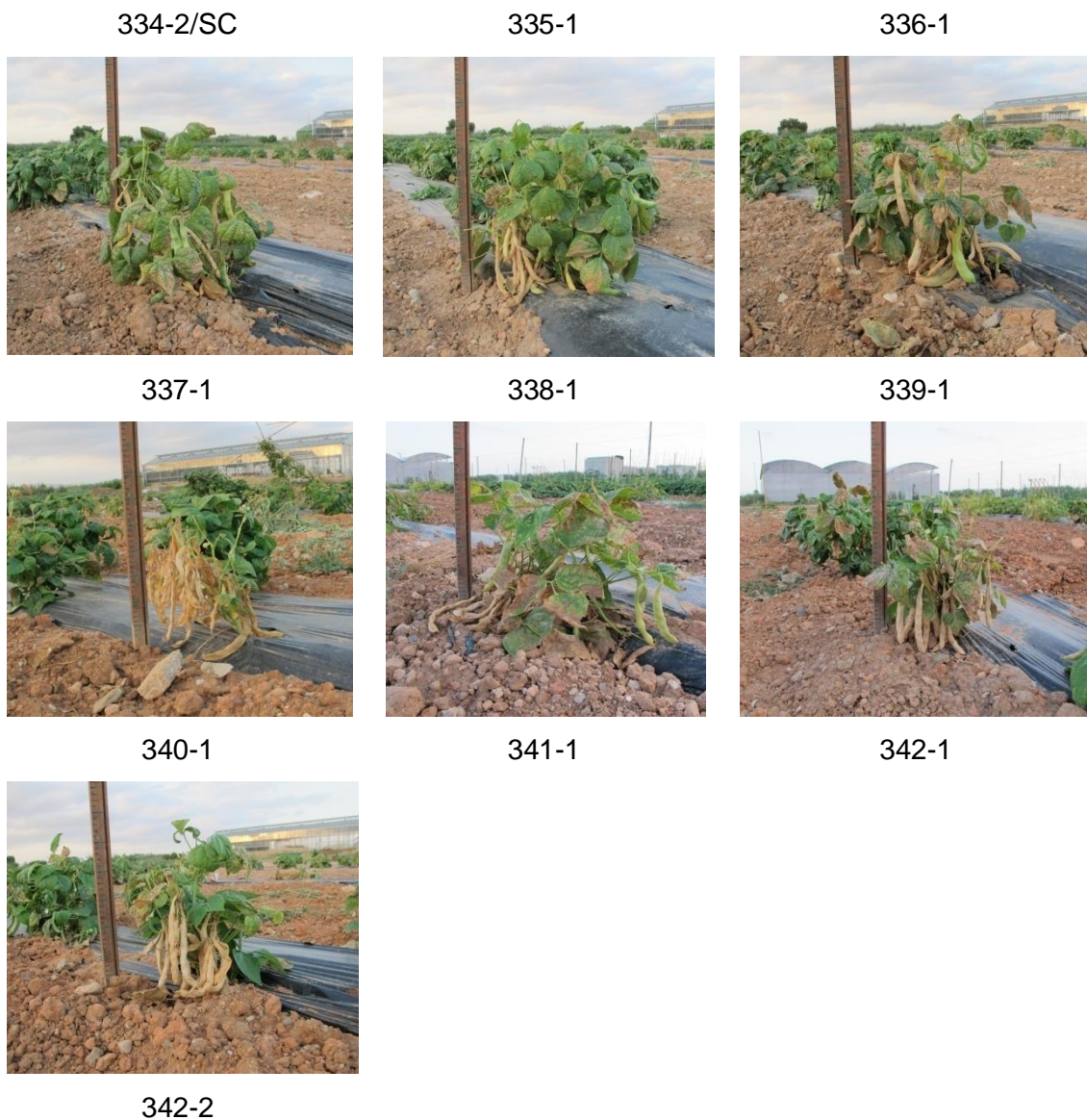


333-2



334-1





**Figura 23.** Visualització del port (estructura) de les plantes seleccionades de cada varietat i solc amb la seva identificació. Les fotografies corresponen a l'estadi de maduració de les llavors previ a la seva recollida. (Primera xifra: número de solc. Segona xifra: planta dins de solc; SC: planta seleccionada per els agricultors. Segona xifra seguit de prima ('): planta seleccionada de manera tardana per substituir una planta seleccionada i trencada accidentalment).

La tria de les plantes es va fer en el moment d'entrar en producció per a mongeta verda, tenint especialment en conta en les diverses avaluacions referents a la planta i la beina en el moment de ser comercial: port, resistència a virus, precocitat a producció, posició de les beines, curvatura de les beines, juntament amb una valoració global de la planta (Taula 11).

**Taula 11.** Valoració de les plantes seleccionades dins dels solc per cada una de les característiques que es consideraven importants en el idiotip productor de mongeta tendra.

Origen	Planta	Port	Virus	Precocitat	Posició beines	Curv beines	Valor planta
41-2	301-1	2.5	0.25	2	2	2.5	0.5
45-1	302-1	2.5	0.5	3	2	2.5	0.25
48-1	303-1	2.5	0.25	2	2	2.5	0.5
48-2	304-1	3	0.5	2	2	2.5	1.5
48-2	304-2	2.5	0.5	2.5	2.5	2.5	
49-1	305-1	2.5	0	2	2	2.5	1.5
50-1	306-1	1	2	3	2		0.25
51-1	307-1	2.5	0.5	1	2	2.5	1.5
51-2	308-1	2.5	0.25	1.5	2	2.5	1.5
56-1	309-1	2	1	1.75	2	2.5	2
59-1	311-1	2.75	0.25	1.5	2	3	2
61-1	312-1	2.5	0.25	2.25	3	3	2
61-1	312-2	2.5	0.25	2	2	3	
61-1	312-3/SC	3	0.25	2	2.5	3	
61-2	313-1	3	0.25	1.5	2	3	
61-2	313-2	3	0.25	1.5	2	3	
61-2	313-3'	2	0.25	2	3	3	1
62-1	314-1	2.5	2	2.75	3	3	0.5
64-1	315-1	2.5	0.25	2	3	3	2
62-1	322-1	2.5	0	2	2	2	1.5
51-1	323-1	3	0.5	2	2	3	1.75
61-2	324-1	3	0	2	2.5	3	2
61-2	324-2	3	0	2	2	2	
61-2	324-3	2.75	0	3	3	3	
61-2	324-SC	3	0	2	3	3	
51-2	325-1	3	0	1.5	3	1	2
48-1	327-1	2	0.25	2.5	2.25	3	1.75
41-2	329-1	3	0.25	2.5	2.25		1.75
45-1	331-1	3	0.25	3	2		1.5
48-2	333-1	2	1.5	3	2.75		1.5
48-2	333-2	2	1	2.75	2.5	3	
68-1	334-1	3	0.25	2	3	2	2.5
56-1	335-1	2.5	2.5	2	3	3	1.75
61-1	336-1	2	0.25	2	3	3	1.5
59-1	337-1	2.5	0.25	2	3	3	1.75
58-1	338-1	3	0.25	2	2	3	1.5
50-1	339-1	2	0.25	2.25	3	3	1
64-1	340-1	3	1.75	2	2	3	0.5
49-1	341-1	2.75	0.25	2	2	3	2
64-2	342-1	3	1	2.5	2	3	1.75
64-2	342-2	3	1.25	2.5	2	3	

Port: on 0 es port dolent i 3 és port bo; resistència a virus: on 0 no presenta símptomes de virus i 3 gran manifestació de símptomes; precocitat: on 0 és una planta molt tardana i 3 molt primerenca; posició de les beines a la planta on: 1 les beines estan únicament a d'alt, el 2 les beines estan per la meitat i el 3 les beines estan per tota la planta; curvatura de les beines (Curv beines): on el 0 es quan la beina està corbada a causa del no despreniment bé de la flor i el 3 on la beina és recta, ja que no s'ha enganxat a la flor; i per últim valoració global de la planta (Valor planta) valor de 0 a 3 on 3 és el valor més bo.

En quant al port de la planta en general totes les famílies tenen una bona puntuació, destacant per exemple la 61-1 i 61-2 que en totes les seves plantes seleccionades tenen màxima puntuació. D'altres com per exemple la 48-2 només té la màxima puntuació en una de les plantes.

Totes les famílies tenen una bona resistència als virus, ja que tenen una puntuació molt propera al 0 en la majoria de les plantes seleccionades (Taula 11). En són excepcions algunes plantes de les famílies 50-1, 62-1 i 66-1 (Taula 11).

Es pot observar que en general les millors plantes seleccionades corresponen al les famílies 61-1 i 61-2, que ja havien estat assenyalades entre les millors en la primera ronda d'avaluacions a nivell de solc. Altres plantes interessants pertanyen a les famílies 48-2 i 49-1.

Pel que fa a la precocitat de floració també es van trobar diferències tot i que aquest caràcter va veure que estava clarament influenciat per la posició de la planta dins del camp experimental. Les plantes més primerenques varen resultar les corresponents a les seleccionades dins de les famílies 64-2 (316-1 i 342-1) i 64-1 (315-1 i 340-1).

Finalment la posició de les beines en les plantes seleccionades va ser bastant semblant, responent al model de posició bastant elevada de les beines dins de la planta, important per evitar que es malmetin mentre creixen al tractar-se de plantes de creixement determinat. La curvatura de les plantes seleccionades va ser en general baixa, i dins de les característiques demanades en el ideotip (Taula 11).

Les plantes seleccionades no varen ser sotmeses a collita de mongeta en estat immadur doncs volíem recollir la llavor per continuar el procés de selecció. Al final però del cicle es van comptar les beines seques produïdes per cada planta com a estimació indirecta de la capacitat productiva (tot i que la producció en explotació en verd no es correspon exactament amb la producció de beines seques) (Taula 12).

**Taula 12.** Identificació de solc i planta dins de solc, que han estat seleccionades per passar al següent cicle de selecció genealògica, juntament amb els grams de llavor disponible de cada planta i el número de beines produïdes a cada una.

<b>Genotip</b>	<b>Codi</b>	<b>Num de beines</b>	<b>Pes Llavor (g)</b>
41-2	301-1	21	20
45-1	302-2	27	36
48-1	303-1	37	30
48-2	304-1	38	53
	304-2	50	66
49-1	305-1	23	34
50-1	306-1	21	14
51-1	307-1	87	96
51-2	308-1	53	97
56-1	309-1	58	45
59-1	311-1	52	76
61-1	312-1	51	70
	312-2	49	72
	312-3/SC	42	45
61-2	313-1	40	69
	313-2	43	73
	313-3'	63	94
62-1	314-1	42	62
64-1	315-1	37	34
64-2	316-1	60	46
68-1	317-1	80	53
62-1	322-1	55	59
51-1	323-1	45	65
61-2	324-1	40	74
	324-2	46	90
	324-3	20	35
51-2	325-1	74	60
48-1	327-1	29	40
41-2	329-1	5	50
45-1	331-1	28	34
48-2	333-1	59	67
	333-2	47	47
68-1	334-1	58	90
	334-2/SC	68	95
56-1	335-1	37	28
61-1	336-1	39	63
59-1	337-1	54	93
58-1	338-1	77	107
50-1	339-1	45	50
64-1	340-1	30	35

49-1	341-1	47	79
64-1	342-1	27	40
	342-2	20	36

#### 4.3. Resultats producció per varietat

Per a fer la selecció un caràcter molt important a tindre en compte és la producció. Es tracta d'arribar a tenir una varietat que tingui un bon rendiment en la producció. Si des del punt de vista agronòmic compleix els objectius proposats en el idiotip, però la seva producció es molt baixa, no ens serviria doncs el preu que assoliria al mercat seria molt alt i els consumidors no la comprarien.

No podíem avaluar la producció de les plantes seleccionades perquè ens hauríem quedat sense llavors per continuar el procés de selecció. Per aquest motiu és va fer un estudi amb les plantes de cada solc llevat de la planta seleccionada. Es va considerar que la producció mitjana de les plantes de la mateixa família era un bon indicador de la producció de mongeta verda que es podia assolir amb cada planta seleccionada. Per fer aquesta avaluació es feia una collita de les beines comercials durant cada tres dies, es pesava i es comptabilitzava també el nombre de plantes que hi havia al solc i de les quals s'havia agafat beines. Les dades transformades en producció per planta i família s'han sotmès a una anàlisi de la variància doncs disposàvem de dos solcs representatius de cada família.

S'ha detectat que hi ha significació tant en l'efecte genotip com en l'efecte bloc, tot i que l'efecte genotip dona una significació més elevada. Això fa pensar que els efectes genètics han resultat més diferencials que els efectes ambientals per explicar la variabilitat total (Taula 13).

**Taula 13.** Resultats ANOVA de la producció (g) per planta. ( $Pr > F$ ).

	<b>Producció (g)</b>
Genotip	0.002
Bloc	0.011

La comparació de mitjanes ens indica que les varietats comercials són les que més produeixen, aspecte que era de esperar. La varietat que més produeix és el parental 2 amb una producció per planta de 460, mentre que el parental 1, que és la més apreciada pels agricultors, té també una elevada producció. De totes maneres molts genotips, no es diferencien significativament d'aquestes famílies (Taula 14). De fet des



de la família 61-2 cap a amunt les diferències respecte a el parental 2 no són estadísticament significatives ( $p \leq 0.05$ ) (Taula 14). Cal tenir en compte que les produccions dels parentals han estat estimades en plantes genèticament idèntiques, mentre que les produccions en les famílies han estat estimades en plantes que tenien encara una part del genoma diferent entre elles, amb la particularitat de que la millor o les millors plantes del solc, no han participat en les estimacions de producció ja que les beines es deixaven madurar per poder recollir la llavor.

**Taula 14.** Comparació de mitjanes de producció (g) acumulada per planta al llarg del període productiu.

<b>Genotips</b>	<b>Producció en pes (g) MDS</b>
Parental 2	460
Testimoni 1	450
Parental 1	395
Testimoni 2	389
68-1	375
58-1	325
64-2	324
61-2	320
64-1	283
48-2	280
61-1	235
59-1	234
49-1	219
56-1	201
41-2	198
45-1	174
51-2	167
51-1	166
48-1	141
62-1	141
50-1	129
MDS	155

MDS: mínima diferència significativa calculada a  $p \leq 0.05$

La comparació de mitjanes de blocs pel que fa a la producció ens mostra que el bloc 1 dona una producció més elevada. Aquesta peculiaritat correspon a una diferència de fertilitat que ja coneixíem d'anys anteriors i que no hem aconseguit corregir en l'assaig.

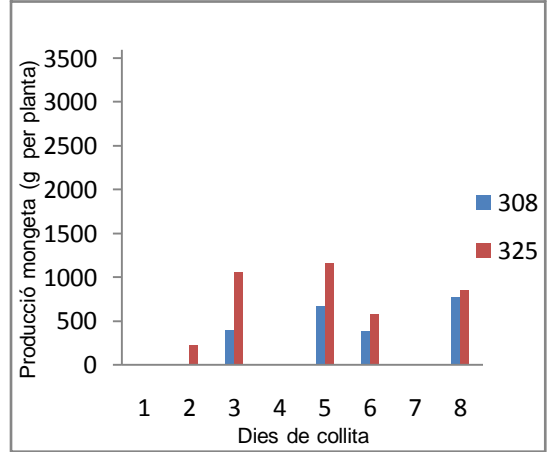
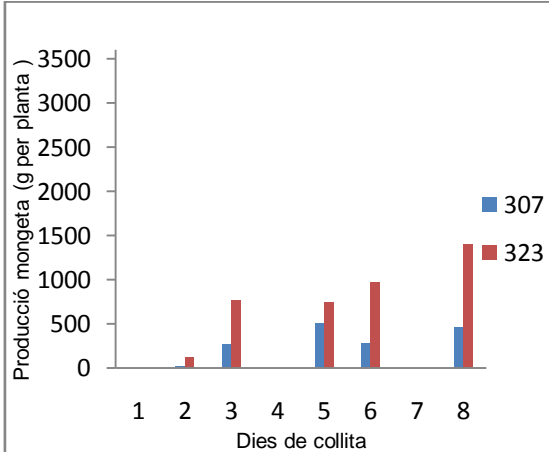
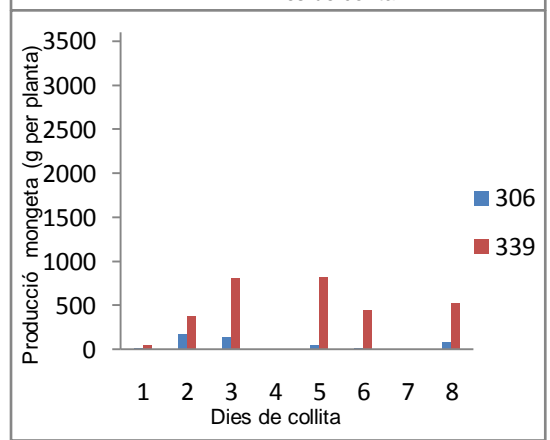
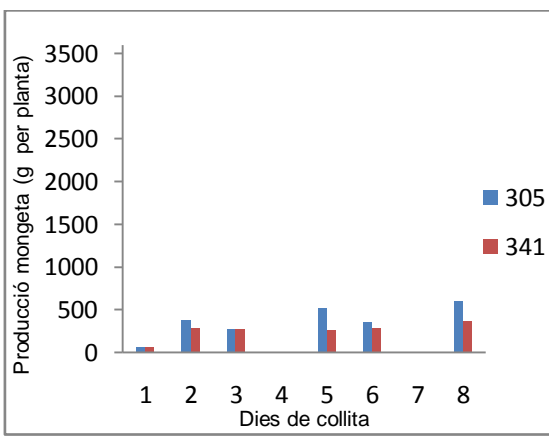
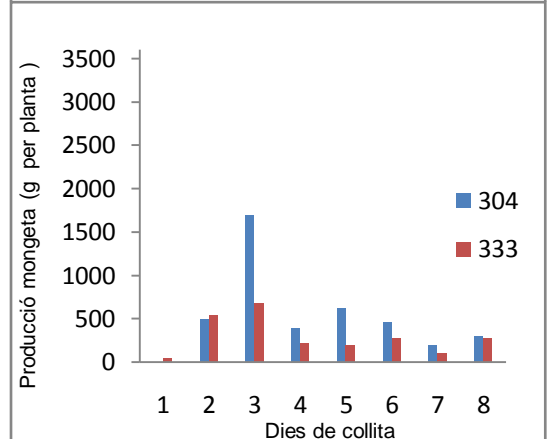
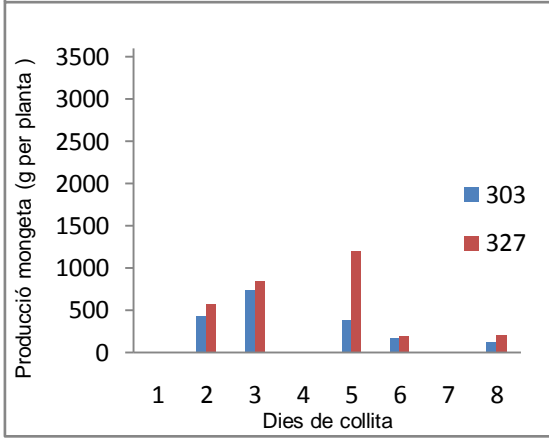
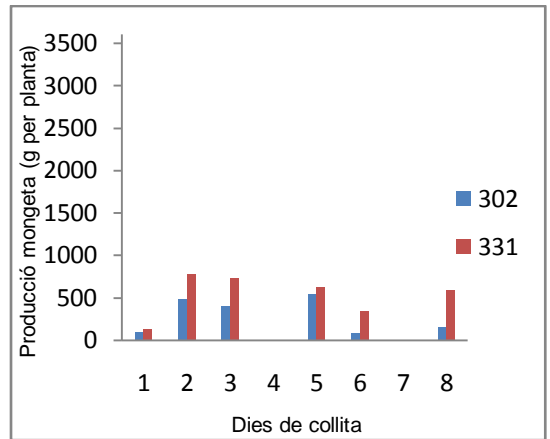
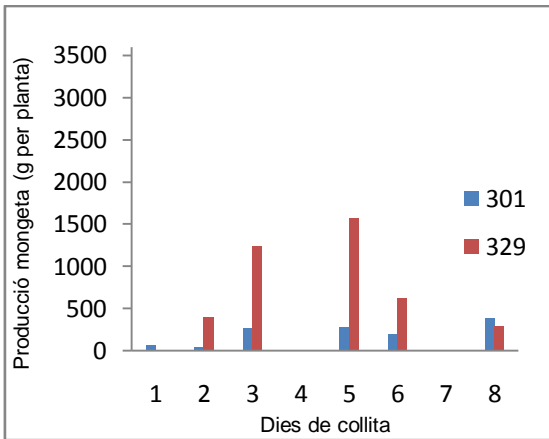
**Taula 15.** Comparació de la mitjana de producció de mongeta tendra (g per planta) entre els dos blocs que constituïen l'assaig de camp.

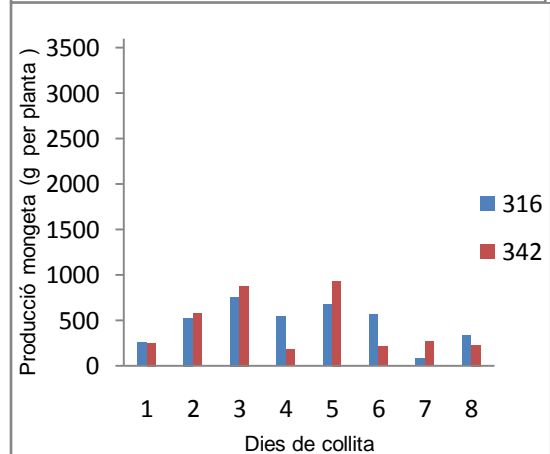
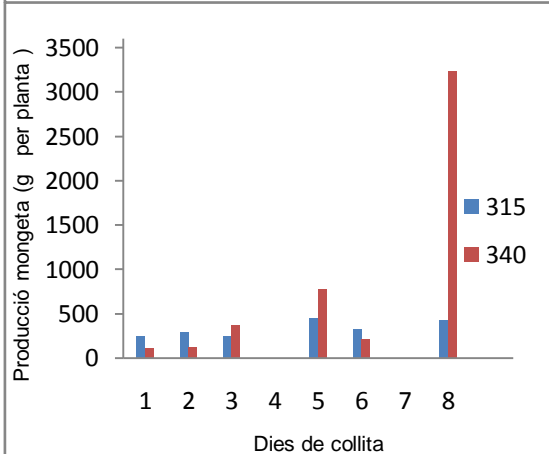
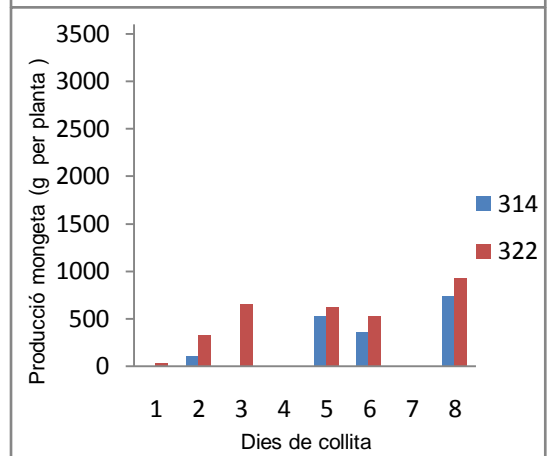
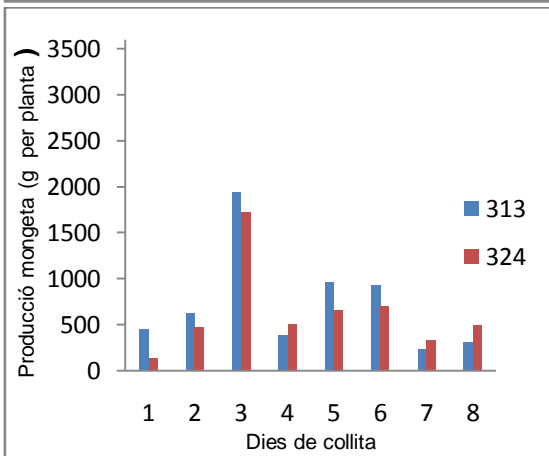
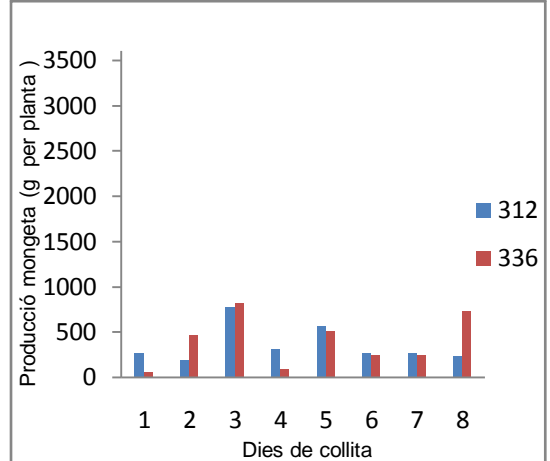
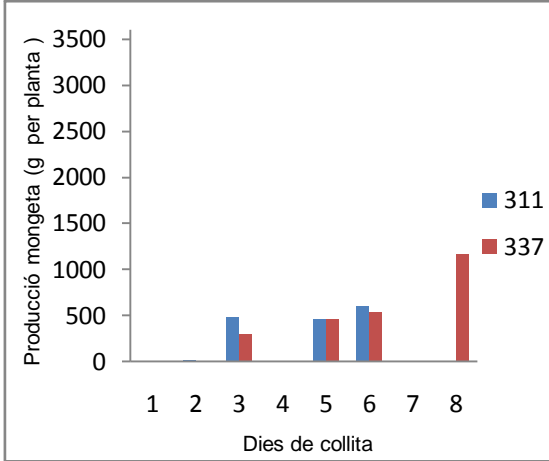
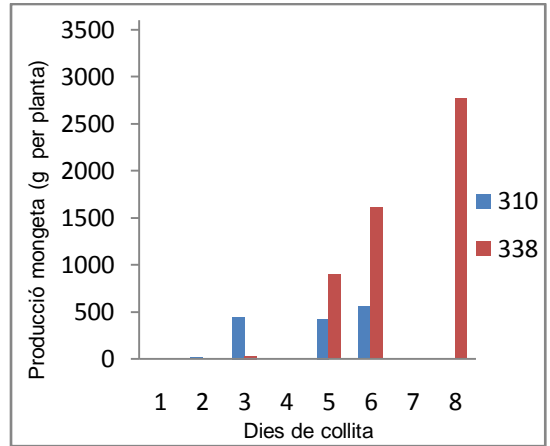
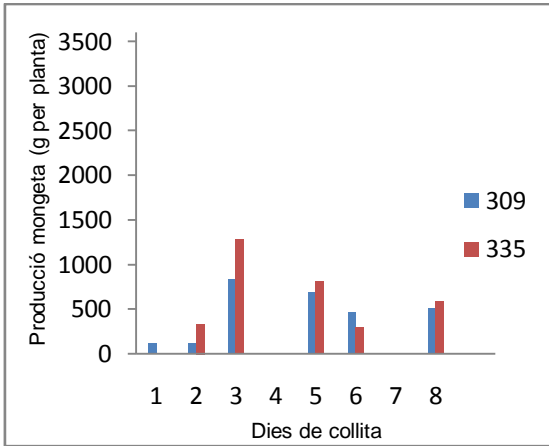
<b>Blocs</b>	<b>Producció en g per planta</b>
2	298
1	234
MDS	47

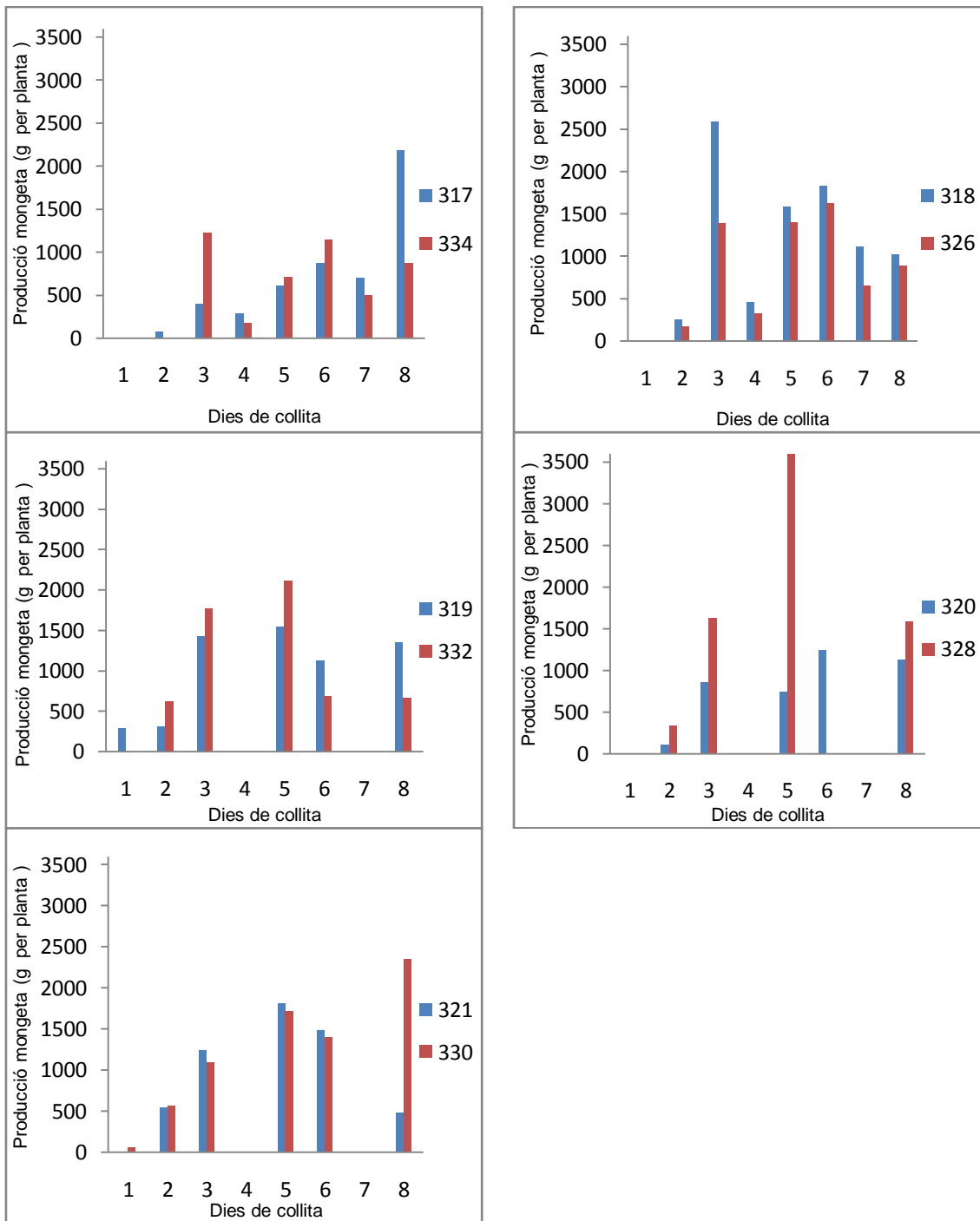
MDS: mínima diferència significativa calculada a  $p \leq 0.05$

Per veure les diferències de producció entre les diferents famílies d'una forma més visual s'ha fet una representació gràfica. Cada família s'ha representat de forma individual, en la que es pot veure que hi ha dos repeticions, que corresponen a la producció del bloc 1 i a la producció del bloc 2 pel mateix genotip. Es pot veure en la Figura 24 que en la majoria de les famílies hi ha més producció en el bloc 2 com per exemple la 41-2 o 45-1 entre altres. En alguns casos excepcionals, com ara les varietats 48-2 o 61-2, la màxima producció s'ha assolit en el bloc 1. Això molt probablement és conseqüència de la heterogeneïtat dins de bloc més que no pas a aspectes de interacció entre genotip i ambient.

Com que des del punt de vista comercial també és molt important la distribució de la producció al llarg del temps, s'ha fet una gràfica de l'evolució de la producció per a cada família i bloc, en disposar d'un registre individualitzat per cada dia de collita. S'observa (Figura 24) que la evolució de la producció varia segons el genotip. Hi ha famílies on la seva producció és molt constant, que es el que realment busquen els agricultors. Seria el cas de 64-1 (315 i 340) i 68-1 (317 i 334). En altres casos, com la 48-2 (304 i 333), la producció ve de sobte per després disminuir fins arribar a ser mes o menys constant però amb valor molt més baixos. Altres, com ara el cas de 56-1 (309 i 335) i 61-2 (313 i 324) tenen una evolució gaussiana amb un màxim de producció concentrat al centre del interval productiu (Figura 24). Tenint en compte que per a tenir un bon registre s'haurien de fer collites cada dos dies, les nostres dades només poden ser orientatives, de cara a evitar les famílies que tenen la producció molt concentrada en un període curt de temps.







**Figura 24.** Producció de les diferents famílies en els dos blocs ( blau: bloc 1, vermell. Bloc 2) Cada histograma correspon a una família que està identificada per els solcs dins de bloc. En l'eix de les X tenim els dies de collita comptant el 1 el primer dia que es va collir, mentre que en l'eix de les Y tenim la producció total de beines per planta en grams.

Tot aquest conjunt d'informacions ens han permès escollir les famílies que s'han tingut en compte, juntament amb les avaluacions sensorials fetes sobre les tavelles, per passar a la següent generació de selecció. Des del punt de vista agronòmic la família

més interessant ha estat la 61-2. La resta de famílies considerades com a interessants per continuar seleccionant són les 48-2, 61-1, 64-2 i 68-1.

## 5. Conclusions

La caracterització agro-morfològica de les famílies S3 d'un procés de selecció genealògica, han permès la seva ordenació respecte al idiotip (plantes de creixement determinat, forma erecta, mida mitjana de la beina, posició de les beines situades uniformement dins la planta, producció elevada, tolerància a patologies, etc). En quant a la producció s'ha pogut observar que hi ha diferències significatives entre les varietats comercials i algunes de les famílies del projecte.

De les 17 famílies considerades únicament 5 han estat considerades prou semblants al idiotip agro-morfològic formulat per continuar en el procés de selecció. De fet les famílies escollides no són significativament diferents per a els caràcters estudiats de les varietats emprades com a testimoni malgrat que aquestes són ja línies homozigòtiques.

De les 17 famílies s'han seleccionat 46 plantes de les quals s'han recollit les seves llavors de totes les seves beines. Aquestes llavors, produïdes per autofecundació, constituïran el material que es sembrarà l'any vinent per a realitzar la següent generació de selecció. Aquestes llavors, a més a més de ser totes portadores del gen *fin* en homozigosi (totes porten codificat el creixement determinat), tenen en la resta del genoma un 93.75% de loci en homozigosi. Això vol dir que les diferències principals que s'observaran l'any vinent seran entre famílies i no dins de família.

## 6. Bibliografia

AESAN/BEDCA: Base de Datos Española de Composición de Alimentos v1.0 (2010). Publicada per la Red BEDCA del Ministerio de Ciencia e Innovación i sota la coordinació i financiació de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

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

Barampama, Z. i Simard, R.E. (1993). Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in Burundi. Food Chemistry, 47(2), 159-167.

Bolòs, O. de (2005). Flora manual dels Països Catalans. Barcelona , ed. Pòrtic.

Brücher, B. i Brücher, H. (1976). The south American wild bean (*Phaseolus aborigineus* Burk.) as ancestor of the common bean. Economic Botany, 30(3), 257-272.

Buesa, L. (1970) La Judíaverde : economía, producción, comercialización. (1a ed.). Zaragoza, ed. Acribia.

Carravedo, F. M. i Mallor, G. C. (2008). Variedades autóctonas de legumbres españolas : conservadas en el Banco de Germoplasma de Especies Hortícolas de Zaragoza. Zaragoza, ed. CITA.

FAOSTAT (2014). FAO Statistical Databases [on-line]. FAO [Food an Agriculture Organization of the United Nations], Roma, Italia.< <http://apps.fao.org>>

FAOSTAT (2016). FAO Statistical Databases [on-line]. FAO [Food an Agriculture Organization of the United Nations], Roma, Italia. <<http://apps.fao.org>>

Fitoagricola (2016). Fitoagricola, tu tienda online de semillas y plaguicidada. < <http://www.fitoagricola.net/es/>>.

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

IDESCAT (2016). IDESCAT Instituto de estadística de Catalunya [on-line]. <<http://www.idescat.cat/es/>>

Koehler, H.H., Chang, C.H., Scheier, G. i Burke, D.W. (1987). Nutrient composition, protein quality and sensory properties of thirty-six cultivars of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal Food Science*, 52, 1335-1340.

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

Marché, M. J. (2005). Cultivo de judía verde en invernadero. UPM, Universidad politécnica de Madrid. Ministerio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, MAGRAMA, 23-29.

MAGRAMA (2005). Anuario de estadística agraria de 2005. Madrid, Espanya: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAGRAMA (2010). Cultivo de judía verde en invernadero. Ministerio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAGRAMA (2016). MAGRAMA . Ministerio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente [on-line]. < <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/economia/precios-medios-nacionales/pmnhistorico.asp?codigo=38>>

Ortwin-Sauer, C. (1966). The Early Spanish Main. University of California Press, Berkeley.

Pitrat, M. i Foury, C. (2003). Histoires de légumes: des origines à l'orée du XXIesiècle. Versailles, França: INRA Editions.

Schmutz, J., McClean, P.E., Mamidi, S., Wu, G.A., Cannon, S.B., Grimwood, J., Jenkins, J., Shu, S., Song, Q., Chavarro, C., Torres-Torres, M., Geffroy, V., Moghaddam, S.M., Gao, D., Abernathy, B., Barry, K., Blair, M., Brick, M. A., Chovatia, M., Gepts, P., Goodstein, D.M., Gonzales, M., Hellsten, U., Hyten, D.L., Jia, G., Kelly, J.D., Kudrna, D., Lee, R., Richard, M.M.S., Miklas, P.N., Osorno, J.M., Rodrigues, J., Thareau, V., Urrea, C. A., Wang, M., Yu, Y., Zhang, M., Wing, R.A., Cregan, P.B., Rokhsar, D.S. i Jackson, S.A. (2014). A reference genome for common bean and genome-wide analysis of dual domestications. *Nat. Genet*, 46, 707–713.

Sedgley, R. H. (1991) An appraisal of the Donald ideotype after 21 years. *Field Crops Research*, 26(2), 93-112.

SemillasBatlle (2016). SemillasBatlle. < <http://semillasbatlle.es/>>.



Semillasfitto (2016). Semillas Fito. < <http://www.semillasfito.com/>>.

Simó, J. (2013). Millora genètica del calçot (*Allium cepa*, L.) Desenvolupament d'eines de selecció i aplicació a l'obtenció de nous cultivars. UPC, ESAB, Castelldefels, 26-27.

Singh, S. P. (1982). A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. Ciat.

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

Singh, S.P., Gutiérrez, A., Molina, C., Urrea, C. i Gepts, P. (1991b). Genetic diversity in cultivated common bean. II Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. Crop Science, 31(1), 23-29.

Singh, S.P., Nodari, R. i Gepts, P. (1991c). Genetic diversity in cultivated common beans. I. Allozymes. CropScience, 31(1), 19-23.