

# Avaliação da produtividade e qualidade da Faveta-de-Beja (*Vicia narbonensis* L.) como fonte alternativa de proteína

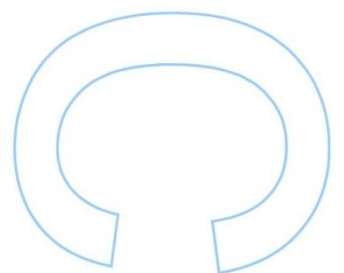
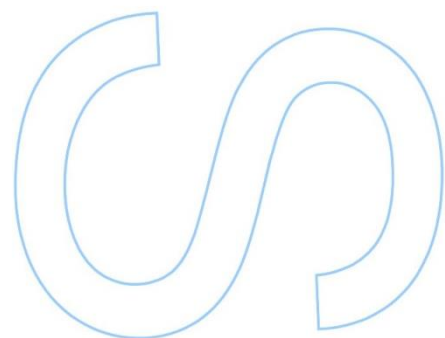
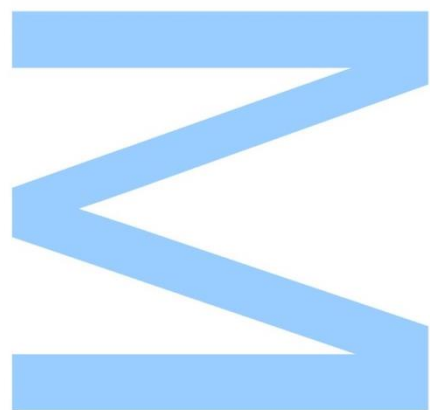
Marta Alexandra Maia Amorim

Mestrado em Engenharia Agronómica

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território  
2018

## **Orientadora**

Maria Eugénia dos Santos Nunes, Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências



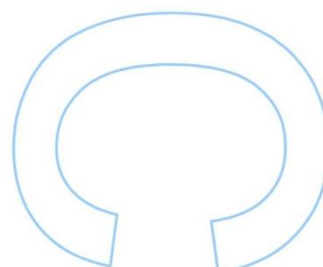
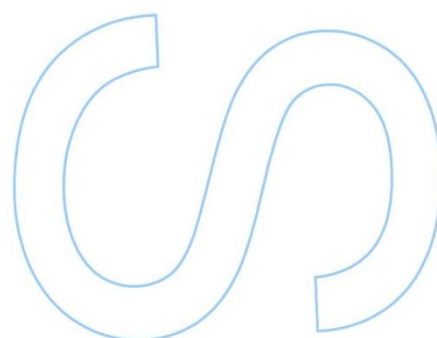
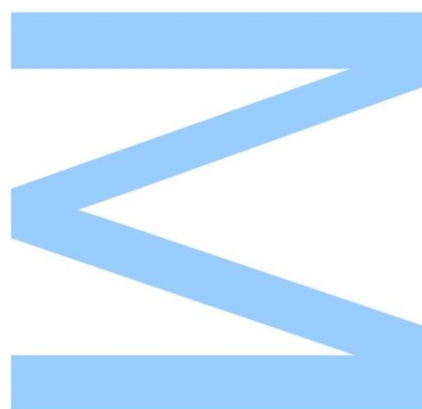




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



## Agradecimentos

Às pessoas que me acompanharam e contribuíram para a elaboração deste trabalho exprimo os meus mais sinceros agradecimentos

À Professora Doutora Maria Eugénia Nunes por toda a disponibilidade, pelos conhecimentos transmitidos e pelas palavras de apoio.

À Professora Doutora Beatriz Oliveira da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto pelo interesse demonstrado pelo meu trabalho e por ter disponibilizado todos os recursos necessários à realização do trabalho laboratorial.

Ao Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA, Madrid) pela oferta das sementes dos 24 acessos de Faveta-de-Beja.

Às Doutoradas Anabela Costa, Sílvia Bessada e Susana Machado por todo o acompanhamento e transmissão de conhecimentos ao longo do trabalho em laboratório na Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto.

À Fernanda Martins por toda a ajuda e amizade.

À colega Michele Fajardo da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto por todo o acompanhamento e ajuda.

## Lista de abreviaturas

DAS – Dias após sementeira

GEC –  $\gamma$ -glutamyl-S-ethenyl-cysteine

HPLC – High performance liquid chromatography

ICARDA - International Center for Agricultural Research in the Dry Areas

INIA – Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (Madrid, Espanha)

## Resumo

Devido à previsão do aumento populacional, climas extremos e possível escassez de recursos naturais como água e solo fértil, é necessário adotar práticas agrícolas sustentáveis que permitam satisfazer a necessidade de alimentos nestas condições. As leguminosas podem ser utilizadas para melhorar as propriedades do solo e constituem uma fonte de proteína bastante integrada na alimentação humana e animal. A Faveta-de-Beja é uma leguminosa anual bem-adaptada a solos marginais. Tolerante a secas, baixas temperaturas e possui um teor proteico que pode atingir os 300 g/kg e 100 g/kg na produção de grão e forragens, respetivamente. Contudo, o grão produzido por esta espécie possui um composto anti-nutricional responsável pela sua baixa palatabilidade e toxicidade -  $\gamma$ -glutamyl-S-etenil-cisteína (GEC).

Este estudo consistiu na avaliação de 24 acessos de Faveta-de-Beja (denominados de V1 a V24) nas características morfológicas, capacidade produtiva e percentagem de GEC em 3 partes das plantas (folha, vagem e grão) e em diferentes fases de desenvolvimento. Para este estudo foram também utilizadas, como controlo, variedades comerciais de *Vicia villosa* e *Vicia faba* (denominadas de V25 e V26, respetivamente), tendo a *V. villosa* sido utilizada apenas para a deteção de GEC.

Observou-se que a percentagem de GEC foi maior no grão, intermédia na vagem e menor na folha. Os acessos, V19 e V23, com maior produção de vagens, apresentaram diferenças morfológicas em relação aos restantes acessos e obtiveram menores percentagens relativas de GEC nas vagens, em relação ao controlo (5% e 4%). Os acessos V20, V16 e V10, apesar de terem elevados índices de colheita, apresentaram níveis de GEC no grão superiores aos do controlo utilizado. Nos acessos V3 e V4, não foi detetado este composto nas folhas.

Este estudo teve como objetivo identificar os acessos mais produtivos e com menores percentagens relativas de GEC para se poder recomendar a sua integração em sistemas agrícolas no futuro.

**Palavras-chave:** acessos, biomassa, índice de colheita, GEC, anti-nutricional, toxicidade

## Abstract

Due to the prediction of a world's population growth, events of extreme weather and lack of natural resources, such as water and arable land, it's necessary to adopt sustainable agricultural practices to satisfy the food demand under these conditions. Pulses can be used to improve soil fertility and they're an important protein source included in animal and human diets. The Narbon vetch is an annual pulse well-adapted to marginal lands. It tolerates drought, low temperatures and it has a protein content of 300 g/kg and 100 g/kg in grain and straw, respectively. However, the produced grain has an antinutritional factor responsible for its unpleasant taste and toxicity -  $\gamma$ -glutamyl-S-etienil-cisteína (GEC).

This study consisted on an evaluation of 24 Narbon vetch's accessions (denominated from V1 to V24) on morphological characteristics, productivity and GEC percentage in 3 plant parts (leaf, pod, grain) and different stages of development. Commercial accessions of the species *Vicia villosa* and *Vicia faba* (denominated V25 and V26, respectively) were also used, as controls, but the species *V. villosa* was only used for the detection of GEC.

The GEC percentage was higher for the grains, average for the pods and lower on the leaves. The accessions V19 and V23, with higher pod production, shown morphological differences in comparison with the other accessions and shown GEC percentages lower than the control (5% and 4%). Although they had the higher values on the grain harvest index, the accessions V20, V16 and V10 shown higher GEC levels on the grain in comparison with the control. The GEC compound was not detected on the accessions' V3 and V4 leaves.

With this study it was intended to identify the most productive accessions with the minor's GEC percentages and to recommend on how these accessions can be integrated in agricultural system in the future.

**Key words:** accessions, biomass, harvest index, GEC, antinutritional, toxicity

# Índice

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| Agradecimentos .....                                        | i   |
| Lista de abreviaturas.....                                  | ii  |
| Resumo .....                                                | iii |
| Abstract .....                                              | iv  |
| Índice .....                                                | v   |
| Índice de figuras .....                                     | vii |
| Índice de tabelas.....                                      | x   |
| 1. Introdução .....                                         | 1   |
| 2. Faveta-de-Beja ( <i>Vicia narbonensis</i> L.) .....      | 4   |
| 2.1. Origem e distribuição.....                             | 4   |
| 2.2. Descrição da espécie .....                             | 5   |
| 2.3. Utilização e importância .....                         | 8   |
| 2.4. GEC (Y-glutamyl-S-ethenyl-cysteine).....               | 9   |
| 3. Material e métodos.....                                  | 11  |
| 3.1. Material vegetal .....                                 | 11  |
| 3.2. Instalação do ensaio.....                              | 12  |
| 3.3. Procedimentos e registos .....                         | 13  |
| 3.3.1. Crescimento e desenvolvimento .....                  | 13  |
| 3.3.2. Produção.....                                        | 14  |
| 3.3.3. Avaliação da percentagem relativa de GEC .....       | 16  |
| 3.4. Análise estatística.....                               | 18  |
| 4. Resultados.....                                          | 20  |
| 4.1. Crescimento e desenvolvimento .....                    | 20  |
| 4.1.1. Avaliação morfológica .....                          | 20  |
| 4.1.2. Altura das plantas ao longo do desenvolvimento ..... | 27  |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2. Produção .....                                                 | 27 |
| 4.2.1. Altura da planta à colheita.....                             | 27 |
| 4.2.2. Peso da planta.....                                          | 28 |
| 4.2.3. Número de vagens por planta .....                            | 29 |
| 4.2.4. Peso das vagens por planta.....                              | 30 |
| 4.2.5. Peso por vagem.....                                          | 31 |
| 4.2.6. Número de grãos por planta.....                              | 32 |
| 4.2.7. Peso dos grãos por planta .....                              | 33 |
| 4.2.8. Número de grãos por vagem.....                               | 34 |
| 4.2.9. Peso de mil grãos .....                                      | 35 |
| 4.2.10. Razão entre o peso dos grãos e o peso das vagens.....       | 36 |
| 4.2.11. Índice de colheita .....                                    | 37 |
| 4.2.12. Ciclo.....                                                  | 38 |
| 4.3. Avaliação da percentagem relativa de GEC .....                 | 39 |
| 4.3.1. Efeito das partes da planta e dias após sementeira .....     | 39 |
| 4.3.2. Efeito dos acessos nas diferentes partes da planta .....     | 41 |
| 4.3.3. Efeito das partes da planta ao longo do desenvolvimento..... | 43 |
| 5. Discussão .....                                                  | 45 |
| 6. Conclusão.....                                                   | 49 |
| Bibliografia.....                                                   | 51 |

## Índice de figuras

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1. Aumento da população mundial e impacto das alterações climáticas .....                                                                 | 1  |
| Figura 2.1. Distribuição mundial da Faveta-de-Beja.....                                                                                            | 4  |
| Figura 2.2. Caule e folhas de Faveta-de-Beja.....                                                                                                  | 6  |
| Figura 2.3. Vagens e grãos de Faveta-de-Beja.....                                                                                                  | 6  |
| Figura 2.4. Subgénero <i>Vicia</i> , secção <i>Narbonensis</i> .....                                                                               | 7  |
| Figura 3.1. Tabuleiros semeados, com os diferentes acessos, a 15 de setembro de 2017<br>.....                                                      | 12 |
| Figura 3.2. Plantas germinadas a 4 de outubro de 2017 .....                                                                                        | 12 |
| Figura 3.3. Amostra de vagem triturada .....                                                                                                       | 16 |
| Figura 3.4. Processo de extração em placa sob agitação .....                                                                                       | 17 |
| Figura 3.5. Sobrenadantes obtidos das amostras durante o processo de extração de<br>GEC. Amostras de vagens (esquerda) e de folhas (direita). .... | 17 |
| Figura 4.1. Plantas com hábito de crescimento determinado .....                                                                                    | 20 |
| Figura 4.2. Plantas com hábito de crescimento semi-determinado .....                                                                               | 20 |
| Figura 4.3. Flor de Faveta-de-Beja observada nos acessos V1-V18, V20, V22 e V24                                                                    | 21 |
| Figura 4.4. Flor de Faveta-de-Beja observada no acesso V19.....                                                                                    | 21 |
| Figura 4.5. Flor de Faveta-de-Beja observada nos acessos V21 e V23 .....                                                                           | 22 |
| Figura 4.6. Flor de Fava ( <i>V. faba</i> ) correspondente ao acesso V26 .....                                                                     | 22 |
| Figura 4.7. Vagens de Faveta-de-Beja no início do desenvolvimento .....                                                                            | 23 |
| Figura 4.8. Vagens de Faveta-de-Beja com hábito de crescimento horizontal .....                                                                    | 23 |
| Figura 4.9. Vagens de <i>V. faba</i> (V26) com hábito de crescimento horizontal .....                                                              | 23 |
| Figura 4.10. Número médio de dias até à floração.....                                                                                              | 24 |
| Figura 4.11. Número médio de dias decorridos até à maturação .....                                                                                 | 24 |
| Figura 4.12. Valor médio do comprimento das vagens .....                                                                                           | 25 |
| Figura 4.13. Valor médio da largura das vagens.....                                                                                                | 25 |

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 4.14. Vagens e respetivos grãos de Fava ( <i>V. faba</i> – acesso V26), aquando da medição .....              | 26 |
| Figura 4.15. Número médio de grãos por vagem obtido por contagem direta .....                                        | 26 |
| Figura 4.16. Valor médio da altura das plantas em função dos dias após a sementeira .....                            | 27 |
| Figura 4.17. Efeito dos acessos no valor médio da altura das plantas à colheita .....                                | 28 |
| Figura 4.18. Efeito dos acessos no valor médio do peso das plantas .....                                             | 29 |
| Figura 4.19. Efeito dos acessos no número médio de vagens por planta.....                                            | 30 |
| Figura 4.20. Efeito dos acessos no peso médio das vagens por planta .....                                            | 31 |
| Figura 4.21. Efeito dos acessos no peso médio por vagem .....                                                        | 32 |
| Figura 4.22. Efeito dos acessos no número médio de grãos por planta .....                                            | 33 |
| Figura 4.23. Efeito dos acessos no peso médio dos grãos por planta.....                                              | 34 |
| Figura 4.24. Efeito dos acessos no número médio de grãos por vagem .....                                             | 35 |
| Figura 4.25. Efeito dos acessos no peso médio de mil grãos.....                                                      | 36 |
| Figura 4.26. Efeito dos acessos no valor médio da razão entre o peso médio dos grãos e o peso médio das vagens ..... | 37 |
| Figura 4.27. Efeito dos acessos no valor médio do índice de colheita.....                                            | 38 |
| Figura 4.28. Efeito dos acessos no número médio de dias do ciclo das plantas .....                                   | 39 |
| Figura 4.29. Valor médio de GEC no grão, vagem e folha da Faveta-de-beja.....                                        | 40 |
| Figura 4.30. Efeito dos dias após sementeira no valor médio de GEC.....                                              | 40 |
| Figura 4.31. Efeito dos acessos no valor medio de GEC no grão. ....                                                  | 41 |
| Figura 4.32. Efeito dos acessos no valor medio de GEC na vagem.....                                                  | 42 |
| Figura 4.33. Efeito dos acessos no valor medio de GEC na folha.....                                                  | 42 |
| Figura 4.34. Efeito dos acessos na percentagem relativa de GEC no grão, na vagem e folha.....                        | 43 |

Figura 4.35. Efeito dos dias após sementeira no valor médio da percentagem relativa de GEC nas folhas, vagens e grãos..... 44

Índice de tabelas

Tabela 3.1. Designação, código e informação dos locais de colheita (município, latitude, longitude e altitude) dos 24 acessos de Faveta-de-Beja ..... 11

# 1. Introdução

Espera-se que, pelo ano de 2050, a população mundial atinja os 10 bilhões de habitantes, aumentando em 50% (Figura 1.1.), as exigências agrícolas em comparação com o ano de 2010 (FAO, 2017).

Atualmente, já são sentidos impactos na agricultura, causados por alterações climáticas, que serão intensificadas ao longo do tempo. Estas ocorrências colocam em risco o alcance da segurança alimentar e, quando associadas ao aumento esperado da população e da produção agrícola, colocarão ainda em risco a disponibilidade de recursos naturais, como água e solo fértil (FAO, 2016).

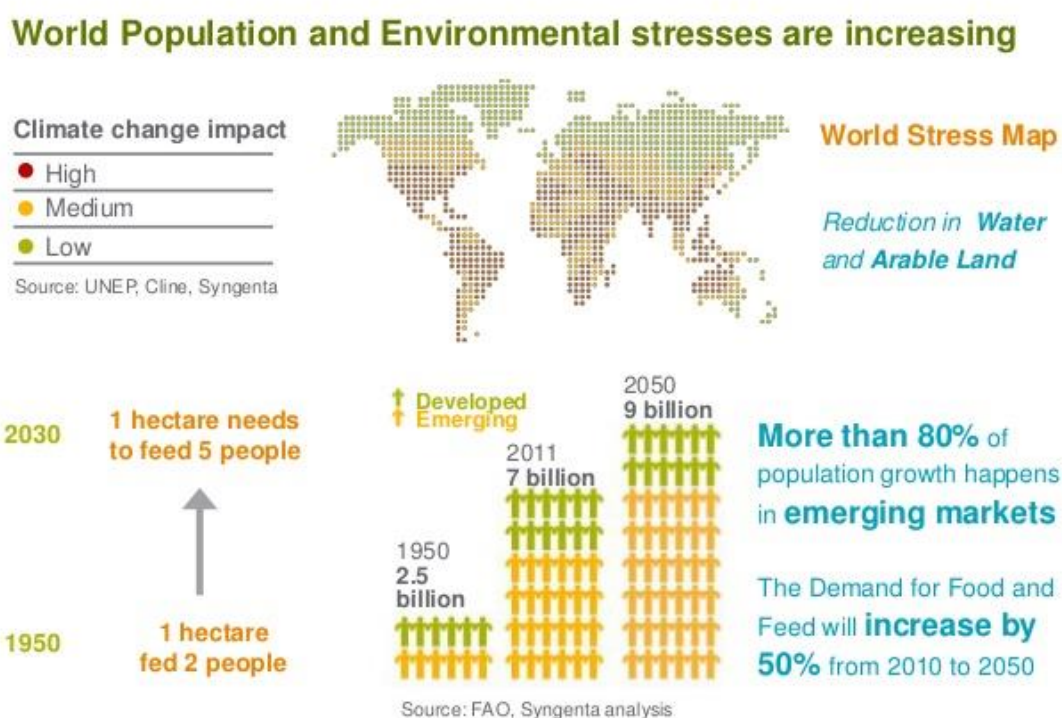


Figura 1.1. Aumento da população mundial e impacto das alterações climáticas

Melhorar significativamente a segurança alimentar, assim como criar adaptações às alterações climáticas pode ser possível através da implementação de práticas agrícolas sustentáveis. Recentemente têm sido adotadas, por parte dos produtores, práticas de conservação do solo através de consociações, sucessões e rotações de culturas integrando leguminosas nestes sistemas (FAO, 2017). Na consociação de culturas são produzidas duas ou mais culturas em simultâneo, no mesmo espaço enquanto na

sucessão de culturas se produz anualmente a mesma cultura no mesmo espaço e na mesma época. Já na rotação de culturas produzem-se anualmente diferentes culturas no mesmo espaço e na mesma época. Estas práticas são importantes para a conservação do solo, principalmente quando se utilizam leguminosas que possuem a capacidade de fixar azoto atmosférico no solo, contribuindo para a sua fertilidade e diminuindo a dependência de fertilizantes e a emissão de gases de efeito de estufa (FAO, 2017).

A Faveta-de-Beja (*Vicia narbonensis* L.) é uma espécie leguminosa anual de época fresca, pertencente ao género *vicia*. Possui hábito de crescimento vertical e os seus caules são angulares e eretos e conseguem crescer sem suporte. O sistema radicular é bem desenvolvido e o fruto consiste numa vagem que contem grãos, geralmente castanhos (El-Bok et al., 2015; Sánchez-Vioque et al., 2011).

É originária do Noroeste asiático, mas foi disseminada pela bacia do mediterrâneo. Trata-se de uma planta bem-adaptada à produção de grão e forragens com um conteúdo proteico que pode atingir os 300 g/kg e 100 g/kg, respetivamente. É tolerante a solos marginais, secas, baixas temperaturas e afídeos (Sánchez-Vioque et al., 2011; Abd El Moneim, 1992). Diversos estudos realizados pelo ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) acerca do potencial agronómico desta espécie em climas secos, indicam que é a mais produtiva em grão e forragem e adequa-se muito bem a estas regiões (Mebarkia et al., 2010).

Apesar de a sua produção ser pouco conhecida, a Faveta-de-Beja é endémica em Portugal e cresce em regiões como Trás-os-Montes, Estremadura, Ribatejo e Alentejo (Enneking et al., 1995).

Contudo, o grão produzido pela Faveta-de-Beja é de baixa palatabilidade. Este facto deve-se à presença do composto anti-nutricional Y-glutamyl-S-etenil-cisteína (GEC) no grão, responsável pela absorção e armazenamento de nutrientes na planta e que ainda atua como mecanismo de defesa. Quando ingerido em grandes quantidades, pode levar a danos nos rins e nas hemácias de monogástricos (animais não ruminantes que apresentam estômago simples como humanos e suínos) (Sánchez-Vioque et al., 2011; Enneking e Wink, 2000).

Os objetivos deste trabalho são: 1) caracterização morfológica e avaliação agronómica de 24 acessos da Faveta-de-Beja; 2) determinação da percentagem relativa de GEC para os diferentes acessos em diferentes estados de desenvolvimento e em diferentes partes das plantas e 3) identificação dos acessos com maior produtividade e partes da planta com menor percentagem de GEC.

## 2. Faveta-de-Beja (*Vicia narbonensis* L.)

### 2.1. Origem e distribuição

A Faveta-de-Beja tem sido domesticada desde os primórdios da agricultura (Bryant e Hughes, 2011). É originária do noroeste asiático, mas propagou-se pela bacia do mediterrâneo e ocorre naturalmente nessa região, assim como na Europa central, Etiópia, Ásia central e Índia (Figura 2.1.) (Kendir et al., 2008; Bennett e Maxted, 1997). Pensa-se que o grão desta espécie se propagou através de animais de pastagem e pássaros ou, assim como aconteceu com outras vicias, tenha sido repetidamente introduzido na Itália, Península ibérica e norte de África através de trocas de grão provenientes da Turquia e restantes zonas do Levante (Enneking e Maxted, 1995).

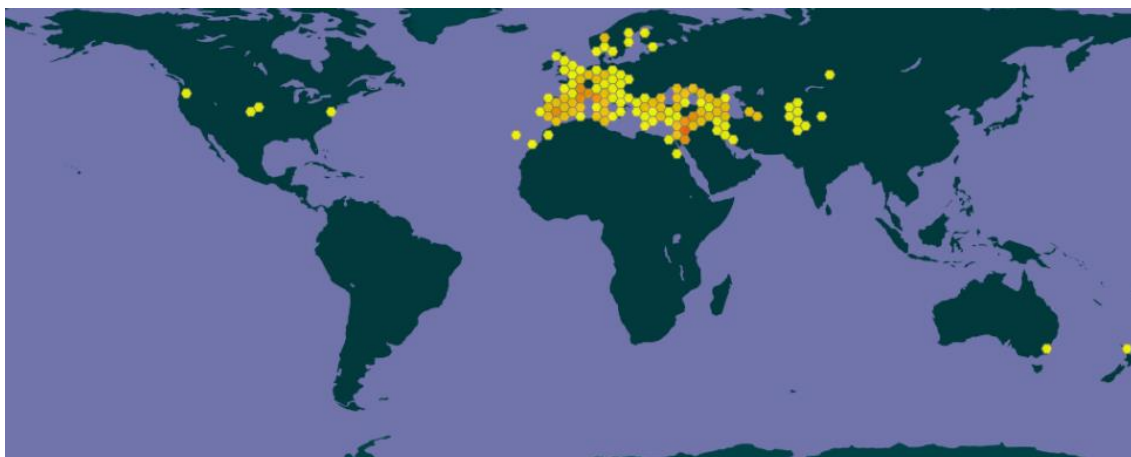


Figura 2.1. Distribuição mundial da Faveta-de-Beja

Devido à presença de compostos anti-nutricionais, a Faveta-de-beja não era amplamente cultivada antes do século XVI, altura em que as leguminosas foram consideradas importantes para a fertilização do solo.

Nos anos 90 tornou-se uma cultura popular na Austrália e ainda é utilizada para produção de grão, forragens e adubação do solo em zonas de precipitação baixa a média (El-Bok et al., 2015). É considerada uma das espécies pertencentes ao género vicia que melhor se adapta à produção de grão nesta região, nomeadamente em condições de secura (Enneking, 1994).

Apesar de não ter sido muito explorada, a Faveta-de-Beja foi altamente introduzida nos sistemas agrícolas da Turquia no ano 2000 e é cultivada como cultura de sequeiro para

alimentação animal e humana assim como na Síria e norte do Iraque (Bennett e Maxted, 1997; Kendir et al., 2008).

Diversos estudos realizados pelo ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas) acerca do potencial agronómico desta espécie em climas secos, indicam que é a mais produtiva em grão e forragem e adequa-se muito bem a estas regiões (Mebarkia, 2010).

Em Espanha, a Faveta-de-Beja é encontrada apenas em zonas como Extremadura, Castela La Mancha e Andaluzia devido à falta de interesse por esta cultura, no entanto, graças a estudos recentes, surgiu um novo interesse por parte de Espanha (Royo et al., 2006).

Em Portugal, perto de Beja, *V. narbonensis* de nome local Faveta-de-Beja, era cultivada para produção de alimento para pombos. Esta espécie é endémica na região de Trás-os-Montes, Extremadura, Ribatejo e Alentejo (Enneking e Maxted, 1995).

Apesar de não existir informação disponível sobre a produção de Faveta-de-Beja em Portugal e no Mundo, Enneking e Maxted, (1995) afirmaram que em Espanha, em 1960, produziram-se 7000 ha com um rendimento de 4600 t/ha.

## 2.2. Descrição da espécie

A Faveta-de-Beja (*Vicia narbonensis* L.) é uma leguminosa anual de época fresca, por vezes trepadora que enegrece ao secar. É uma planta diploide, com  $2n=2x=14$  cromossomas (El-Bok et al., 2014).

As inflorescências são papilionáceas, pedunculadas com 1 a 3 flores com cálice zigomorfo e campanulado de base assimétrica. As pétalas são esbranquiçadas ou amareladas com tons violeta ou completamente roxas (Flora ibérica).

O sistema radicular é bem desenvolvido e os caules são angulares, rígidos, grossos, eretos e pubescentes (Figura 2.2.), capazes de crescer entre 30 a 60 cm de altura sem suporte (Bryant e Hughes, 2011; El-Bok et al., 2015).

As folhas são pecioladas, com 1 a 4 pares de folíolos que terminam em gavinhas. Os folíolos são opostos, circulares ou elípticos com nervação pinada-reticulada e margens sinuosas ou dentadas (Figura 2.2.) (Flora ibérica).



Figura 2.2. Caule e folhas de Faveta-de-Beja

O fruto é uma vagem deiscente com comprimento entre 5,5 a 8,5 cm e largura entre 1,1 a 1,6 cm que pode conter entre 4 a 9 grãos (Figura 2.3.) (Ecocrop, 2013; Flora ibérica; HYPPA, 2000).

Os grãos são esferas lisas, suaves e ligeiramente comprimidas de cor castanha (Figura 2.3.) com 5,5 a 6 mm de largura (Bryant e Hughes, 2011; El-Bok et al., 2015).



Figura 2.3. Vagens e grãos de Faveta-de-Beja

A história taxonómica desta espécie é complexa. Maxted (1993) concluiu que a *V. narbonensis* e espécies semelhantes deveriam ser limitadas a um táxon com subgénero *Vicia*, secção *Narbonensis*. Esta secção contém um total de 19 taxa (Figura 2.4.).

---

|                                                              |
|--------------------------------------------------------------|
| Section <i>Narbonensis</i> (Radzhi) Maxted                   |
| A <i>Rhombocarpae</i> Maxted                                 |
| <i>V. eristalioides</i> Maxted                               |
| B <i>Narbonensis</i> (Radzhi) Maxted                         |
| <i>V. kalakhensis</i> Khattab, Maxted & Bisby                |
| <i>V. johannis</i> Tamamschjan in Karyagin                   |
| i var. <i>ecirrhusa</i> (Popov) H. Schäfer                   |
| ii var. <i>procumbens</i> H. Schäfer                         |
| iii var. <i>johannis</i>                                     |
| <i>V. galilaea</i> Plitm. & Zoh. in Plitm.                   |
| i var. <i>galilaea</i>                                       |
| ii var. <i>faboidea</i> (Plitm. & Zoh. in Plitm.) H. Schäfer |
| <i>V. serratifolia</i> Jacq.                                 |
| <i>V. narbonensis</i> L.                                     |
| i var. <i>salmonea</i> (Mout.) H. Schäfer                    |
| ii var. <i>jordanica</i> H. Schäfer                          |
| iii var. <i>affinis</i> Kornhuber ex Asch. & Schweinf.       |
| iv var. <i>aegyptiaca</i> Kornhuber ex Asch. & Schweinf.     |
| v var. <i>narbonensis</i> <i>V. hyaeniscyamus</i> Mout.      |

---

Figura 2.4. Subgénero *Vicia*, secção *Narbonensis*

Para a *V. narbonensis*, Schäfer (1973) distinguiu 5 variedades (Figura 2.4.), no entanto a distinção de cada variedade é baseada em características que são difíceis de observar em campo (Bennett e Maxted, 1997). A variedade *salmonea* (Mout.) Schäfer é a mais fácil de distinguir das restantes devido às suas folhas com bordas serradas. A variedade *aegyptiaca* Körn possui vagens e sementes largas enquanto que a variedade *affinis* Körn possui vagens pequenas que estilhaçam com facilidade e a variedade *narbonensis* L é uma intermédia das duas. Por fim, a variedade *jordanica* Schäfer distingue-se das restantes pelo comprimento das flores e tem as maiores flores da espécie (Bennett e Maxted, 1997).

As diferentes variedades são distinguidas primeiramente pelo tamanho do grão. Os grãos das variedades *aegyptiaca* e *narbonensis* podem ser facilmente confundidos com ervilhas. A variedade *aegyptiaca* que contem os grãos mais largos tem sido encontrada na Turquia, perto de Tunceli e em Espanha, Andalucia. O sul de Itália e Sicília são locais

de interesse agrícola para a produção da variedade *narbonensis* (Enneking, 1994; Enneking e Maxted, 1995).

## 2.3. Utilização e importância

A Faveta-de-Beja é uma espécie promissora para a produção de forragem e grão, especialmente em zonas áridas devido à sua adaptação a solos marginais e tolerância a secas (Bennett e Maxted, 1997). Foi comprovado ainda que esta leguminosa se adapta muito bem a várias zonas com diferentes condições edáficas e climáticas e produz um bom rendimento do grão (p.e., 1,0-2,3 ton/ha na Australia) (Siddique et al., 1999).

Esta leguminosa cresce durante o inverno, é tolerante a baixas temperaturas, a zonas com precipitação anual de 250 a 300 mm e as suas folhas resistem a gelo e granizo. Possui ainda resistências contra afídeos e é utilizada como armadilha para a infestante *Orobanche crenata* (Altinok, 2002; El-Bok et al., 2015; Bennett e Maxted, 1997).

Possui características favoráveis à colheita mecanizada como um hábito de crescimento ereto vertical e as vagens não estilhaçam com facilidade ao atingir a maturação, o que permite evitar grandes perdas de grão. (Sánchez-Vioque et al., 2011).

A Faveta-de-Beja é uma leguminosa e, por isso, possui a capacidade de fixar azoto atmosférico no solo, melhorando as suas propriedades e fertilidade. De facto, esta cultura não necessita de grandes aplicações de fertilizantes ou pesticidas.

Tem sido proposto integrar esta leguminosa em sistemas agrícolas sustentáveis, nomeadamente rotações de culturas com cereais devido, entre outros, à sua resistência a doenças que afetam os cereais (Korte, 2000). A rotação de culturas traz inúmeras vantagens em comparação com monocultura de cereais, tais como um melhor controlo de pragas e doenças e permanência de matéria orgânica e azoto no solo, o que resulta em maiores rendimentos (Sánchez-Vioque et al., 2011).

A sua composição química é típica das leguminosas com conteúdos proteicos médios de 23 a 25%, 53% de carboidratos e teores de gordura muito baixos de 1,5% (Mateo Box, 1961; Nadal et al., 2004).

Por fim, constitui um bom suplemento para dietas animais devido ao seu conteúdo de proteína, que ultrapassa os 300 g/kg e 100 g/kg de grão e silagem, respetivamente (Sánchez-Vioque et al., 2011).

## 2.4. GEC (Y-glutamyl-S-ethenyl-cysteine)

As plantas competem entre si pela disponibilidade de luz, água e nutrientes e têm vindo a desenvolver defesas contra herbívoros, microorganismos e vírus ao longo da sua evolução, para assegurar a sua sobrevivência. A germinação é o estado mais vulnerável no ciclo das plantas e muitas espécies possuem fatores anti-nutricionais e outras substâncias nas suas sementes que podem causar toxicidade, baixa palatabilidade, redução da digestão e inibição metabólica no seu consumidor (Enneking e Wink, 2000).

De entre os diferentes componentes da Faveta-de-Beja, deve ser dada maior importância ao dipeptido Y-glutamyl-S-ethenyl-cysteine, um composto bioativo que contém enxofre, presente nas suas sementes entre 0,41 e 3,77%. Este composto é responsável pela baixa palatabilidade do grão e maioria dos efeitos nocivos que ocorrem em monogástricos quando o consomem (Castleman, 2000; Sánchez-Vioque et al., 2011). O GEC é um composto anti-nutricional que possui funções biológicas como facilitar a absorção e o armazenamento de nutrientes como azoto ou carbono e foi isolado e cristalizado pela primeira vez por Enneking et al (1998). Sendo tóxico para alguns animais, microorganismos, vírus e outras plantas, este desempenha também funções de defesa para a planta. O conteúdo deste dipeptido no grão da Faveta-de-Beja ronda entre os 10 e 30 g/kg (Sánchez-Vioque et al., 2011; Enneking e Wink, 2000). O seu conteúdo de enxofre é de 11,6%, ou seja, 30% do conteúdo total de enxofre presente no grão (Enneking et al., 1998).

Através da cozedura, os fatores anti-nutricionais podem ser removidos, podendo estes grãos de elevada qualidade nutritiva ser consumidos (Bryant et al., 2011). A Faveta-de-Beja é mais apropriada à alimentação de ruminantes do que animais monogástricos, pois alguns fatores anti-nutricionais são destruídos no rúmen. No entanto, a baixa palatabilidade resulta no baixo consumo desta cultura tanto para ruminantes como monogástricos (Sánchez-Vioque et al., 2011).

Em ovelhas, resulta no consumo menor e menos frequente de grão, no entanto, existe alguma controvérsia em relação às consequências no crescimento dos mesmos.

Jacques et al (1994) observaram que um consumo mais uniforme do grão ao longo do tempo leva a uma melhor utilização do alimento por parte das ovelhas e Hadjipanayiotou (2000) verificou uma redução no crescimento das mesmas em comparação com outras dietas que tinham por base cereais e leguminosas (Sánchez-Vioque et al., 2011).

Em monogástricos foram observados efeitos mais severos quando alimentados com Faveta-de-Beja, incluindo nefrites (inflamação dos rins) e danos nas hemácias nos suínos. Eason et al (1990) não encontraram efeitos significativos em galinhas, para produção de carne, com dietas que continham 100 g/kg de Faveta-de-Beja em comparação com outras fontes de proteína, no entanto, Wali et al observaram necroses tubulares agudas nas galinhas (lesões nos rins) (Sánchez-Vioque et al., 2011).

Estas discrepâncias devem-se, provavelmente, às diferenças entre ensaios tais como a idade e histórico genético dos animais, a fórmula das dietas e, mais importante, as variedades utilizadas de Faveta-de-Beja (Enneking, 1994; Sánchez-Vioque et al., 2011).

O desenvolvimento de cultivares de Faveta-de-Beja com baixo conteúdo de GEC é um grande objetivo de programas de melhoramento de plantas e torna-se importante desenvolver métodos de determinação deste composto (Sánchez-Vioque et al., 2011).

A deteção e quantificação de GEC era feita a partir do método de eletroforese capilar. Arias et al. (2005) compararam o método eletroforese capilar-espectrometria de massas com eletroforese capilar-deteção ultravioleta e observaram que a deteção ultravioleta seria mais apropriada, mais precisa e menos dispendiosa, no entanto, para utilizar este método é necessário utilizar GEC purificado.

O método de extração de GEC foi otimizado por Arias et al. (2005) ao testar diferentes condições de extração como diferentes percentagens de etanol e tempos de extração. As melhores condições observadas para a extração de GEC das sementes moídas de Faveta-de-Beja foram obtidas utilizando etanol-água (70:30 v/v) durante 45 minutos (Arias et al., 2005).

Mais tarde, Sánchez-Vioque et al. (2011) desenvolveram um método que utiliza o HPLC (High-performance liquid chromatography) de fase reversa e o método colorimétrico que tem por base o branqueamento de iodo platinado na presença de sulfetos orgânicos.

## 3. Material e métodos

### 3.1. Material vegetal

Para este ensaio foram utilizados 24 acessos (Tabela 1) de Faveta-de-Beja (*V. narbonensis*) gentilmente cedidos pelo Centro de Recursos Fitogenéticos – INIA (Autovía de Aragón Km 36. Apdo. 1045 28800 Alcalá de Henares, Madrid). Como controlo, foram utilizadas variedades comerciais de duas espécies: *Vicia faba* e *Vicia villosa*.

Tabela 3.1. Designação, código e informação dos locais de colheita (município, latitude, longitude e altitude) dos 24 acessos de Faveta-de-Beja

| Designação | Código    | Município               | Lat. N | Long      | Altitude (cm) |
|------------|-----------|-------------------------|--------|-----------|---------------|
| V1         | BGE001571 | Sanlucar de Barrameda   | 3646   | 00621-W   | 50            |
| V2         | BGE001894 | Casas de fernando       | 3921   | 00219-W   | 725           |
| V3         | BGE005512 | Cazorla                 | 375448 | 0030000-W | 826           |
| V4         | BGE009982 | Toledo                  | 395130 | 0040123-W | 529           |
| V5         | BGE009987 | Jaen                    | 374559 | 0034721-W | 568           |
| V6         | BGE011729 | Palenciana              | 371500 | 0043452-W | 402           |
| V7         | BGE013234 | Almodovar del Campo     | 3842   | 00410-W   | 669           |
| V8         | BGE013235 | Colomera                | 372232 | 0034247-W | 866           |
| V9         | BGE013236 | Chimeneas               | 370802 | 0034912-W | 694           |
| V10        | BGE013237 | Torrijos                | 395858 | 0041703-W | 527           |
| V11        | BGE018826 | Toledo                  | 395130 | 0040123-W | 529           |
| V12        | BGE019584 | Algar                   | 363926 | 0053921-W | 180           |
| V13        | BGE019585 | Puerto Serrano          | 3653   | 00532-W   | 160           |
| V14        | BGE022216 | Selva                   | 3946   | 00257-E   | 142           |
| V15        | BGE022759 | Lipari                  | 3828   | 01456-E   | 240           |
| V16        | BGE023509 | Alcala DE Henares       | 4028   | 00322-W   | 587           |
| V17        | BGE025291 | Villacarrillo           | 38637  | 0030506-W | 794           |
| V18        | BGE029056 | Cullar                  | 3735   | 00234-W   | 891           |
| V19        | BGE029694 | Navacerrada             | 4044   | 00400-W   | 1203          |
| V20        | BGE031092 | Cabanillas de la Sierra | 4049   | 00337-W   | 920           |
| V21        | BGE031093 | Villacarrillo           | 3806   | 00305-W   | 794           |
| V22        | BGE032017 | La Oliva                | 28363  | 0135535-W | 219           |
| V23        | BGE034217 | Cazorla                 | 3754   | 00300-W   | 826           |
| V24        | BGE035453 | Orellana la Vieia       | 390021 | 0053155-W | 351           |

## 3.2. Instalação do ensaio

Este ensaio, constituído por 26 entradas (24 acessos de *V. narbonensis* e 2 controlos – *V. faba* e *V. villosa*), foi realizado numa estufa do *Campus* Agrário de Vairão, em Vila do Conde. Teve início no dia 15 de setembro de 2017, data em que foram semeadas 40 sementes de cada entrada em tabuleiros alveolados com turfa (Figura 3.1). A turfa foi utilizada para promover uma emergência homogênea devido ao seu pH ácido, baixa densidade e alta retenção de água. Os tabuleiros foram regados todos os dias, pelas 7:30h, durante 10min.

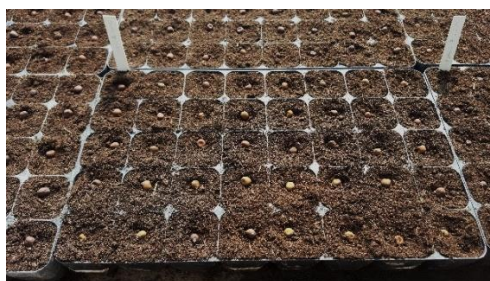


Figura 3.1. Tabuleiros semeados, com os diferentes acessos, a 15 de setembro de 2017

No dia 4 de outubro de 2017, 19 dias após a sementeira (DAS), procedeu-se ao transplante das plântulas germinadas (Figura 3.2.) de 26 entradas para uma área de cerca de 66m<sup>2</sup> no interior da estufa. A área foi dividida em 2 parcelas, uma para cada repetição, com 2,75 m de largura e 11 m de comprimento, separadas por um corredor com 0,5 m de largura. Os acessos classificados como V16, V19, V20 e V22 foram novamente semeados nesta data, pois não tinham germinado plantas suficientes, contudo as plântulas germinadas até esta data foram transplantadas para o terreno. Dos restantes acessos, transplantaram-se 10 plantas por linha, utilizando um compasso de 40 cm entre linhas e 25 cm entre plantas na linha.



Figura 3.2. Plantas germinadas a 4 de outubro de 2017

As 26 entradas foram aleatoriamente colocadas nas 2 repetições e, em ambas as extremidades de cada repetição, foi instalada uma linha de bordadura.

No dia 18 de outubro de 2017, procedeu-se ao transplante de mais plantas dos acessos V19 e V22 até perfazer 10 plantas por linha e dos acessos V16 e V20 até perfazer 6 plantas por linha.

### 3.3. Procedimentos e registos

Em cada linha foram identificadas, com uma tabuleta, 5 plantas para serem efetuados registos semanais. As tabuletas foram colocadas desde a planta número 4 à planta número 8 (ou desde a planta número 2 à planta número 6 nos acessos V16 e V20). No acesso V25 (*V. villosa*) não foram colocadas tabuletas nem efetuados registos semanais, pois este acesso foi apenas utilizado para a avaliação da percentagem relativa de GEC.

Ao longo do tempo, as plantas foram tutoradas, as infestantes foram controladas manualmente (não foram utilizados herbicidas) e a rega ajustada.

#### 3.3.1. Crescimento e desenvolvimento

##### 3.3.1.1. Avaliação morfológica

A avaliação morfológica foi feita para as 5 plantas previamente identificadas de cada linha e foram observados parâmetros de acordo com os descritores (propostos pela International Union for the Protection of New Varieties of Plants) a seguir indicados:

##### 3.3.1.1.1. Hábito de crescimento

Para determinar o hábito de crescimento dos diferentes acessos, este parâmetro foi dividido em 3 categorias: Crescimento determinado; Crescimento semi-determinado; Crescimento indeterminado.

##### 3.3.1.1.2. Número de ramificações

Para determinar o número de ramificações dos diferentes acessos, este parâmetro foi dividido em 3 categorias: [1-5] ramificações; [6-10] ramificações; [11-15] ramificações.

##### 3.3.1.1.3. Cor das flores

Este registo foi obtido por observação visual das flores das plantas.

#### 3.3.1.1.4. Distribuição das vagens

Para determinar a distribuição das vagens dos diferentes acessos, este parâmetro foi dividido em 3 categorias: Uniforme; Basal; Terminal.

#### 3.3.1.1.5. Hábito das vagens

Para determinar o hábito das vagens dos diferentes acessos, este parâmetro foi dividido em 3 categorias: Ereto; Horizontal; Pendente.

#### 3.3.1.1.6. Dias até à floração

A data de floração foi registada como a data em que foram observadas as primeiras flores e o número de dias foi obtido a partir da diferença entre as respetivas datas do aparecimento da primeira flor e a data de sementeira.

#### 3.3.1.1.7. Dias até à maturação

A data de maturação foi registada como a data em que foram observadas as primeiras vagens e o número de dias foi obtido a partir da diferença entre as respetivas datas do aparecimento da primeira vagem e a data de sementeira.

#### 3.3.1.1.8. Tamanho da vagem e número de grãos por vagem

Para determinar o comprimento e largura das vagens, foram medidas cerca de 12 vagens por planta, após a colheita, com uma régua de 15 cm. Das vagens medidas foram retirados e contados os grãos.

#### 3.3.1.2. Altura das plantas ao longo do desenvolvimento

A altura de 5 plantas previamente identificadas de cada linha, foi medida semanalmente com uma fita métrica, a partir dos 28 dias após sementeira (DAS).

### 3.3.2. Produção

No final do ciclo, cada planta foi colhida (sem raiz) e colocada num saco devidamente identificado. Seguidamente cada planta foi pesada e foram retiradas as vagens para se proceder à sua contagem e pesagem. Por fim, foram retirados os grãos de cada vagem, para se proceder à sua contagem e pesagem, por planta. Para as plantas identificadas na linha, foram ainda registados o comprimento e largura das vagens e o número de grãos por vagem. O ensaio na estufa terminou a 27 de junho de 2018 (285 DAS), aquando da última colheita.

#### 3.3.2.1. Altura da planta à colheita

A altura de 5 plantas previamente identificadas de cada linha, foi medida com uma fita métrica, na data da colheita.

#### 3.3.2.2. Peso da planta

Na respetiva data de colheita, o peso de cada planta foi obtido diretamente a partir da pesagem da mesma, sem raiz.

#### 3.3.2.3. Número de vagens por planta

O número de vagens por planta foi obtido por contagem direta do total de vagens de cada planta.

#### 3.3.2.4. Peso das vagens por planta

O peso das vagens por planta foi obtido por pesagem direta do total de vagens existente em cada planta.

#### 3.3.2.5. Peso por vagem

O peso por vagem foi calculado a partir do quociente entre o peso das vagens por planta e o número de vagens por planta.

#### 3.3.2.6. Número de grãos por planta

O número de grãos por planta foi obtido por contagem direta do total de grãos de cada planta.

#### 3.3.2.7. Peso dos grãos por planta

O peso dos grãos por planta foi obtido por pesagem direta do total de grãos existente em cada planta.

#### 3.3.2.8. Número de grãos por vagem

O número de grãos por vagem foi calculado a partir do quociente entre o número de grãos por planta e o número de vagens por planta.

#### 3.3.2.9. Peso de mil grãos

O peso de mil grãos foi calculado a partir do quociente entre o peso dos grãos por planta e o número de grãos por planta, multiplicado por 1000.

#### 3.3.2.10. Razão entre o peso dos grãos e o peso das vagens

Este valor foi obtido a partir do quociente entre o peso dos grãos por planta e o peso das vagens por planta, multiplicado por 100%.

#### 3.3.2.11. Índice de colheita

O índice de colheita foi calculado a partir do quociente entre o peso dos grãos por planta e o peso total da planta (sem raiz).

#### 3.3.2.12. Ciclo

O ciclo das plantas foi determinado a partir da diferença entre a data de colheita e a data de sementeira.

### 3.3.3. Avaliação da percentagem relativa de GEC

#### 3.3.3.1. Plano de amostragem

Desde o dia 27 de outubro de 2017 (42 DAS) e, aproximadamente com uma periodicidade de 3 em 3 semanas, foram efetuadas amostragens das folhas da Faveta-de-Beja e, a partir de 12 de março de 2018 (78 DAS), data em que começaram a surgir as primeiras vagens, foram colhidas amostras de vagens. Após cada colheita, as amostras (folhas e vagens) foram liofilizadas (Cryodos, Telstar) na Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto (FFUP) e conservadas em frascos de colheita até futuras análises de extração, identificação e determinação da percentagem relativa do teor do antinutriente GEC. Todos os ensaios efetuados após a colheita das amostras foram realizados na FFUP.

#### 3.3.3.2. Metodologia de extração de GEC

Para proceder à extração do composto GEC, as amostras previamente liofilizadas foram trituradas num moinho de facas (GRINDOMIX GM 200, Retsch), duas vezes durante 5 segundos a 1 118 g, para homogeneização (Figura 3.3.).



Figura 3.3. Amostra de vagem triturada

O procedimento de extração utilizado foi o descrito por R. Sánchez-Vioque et al (2011), com ligeiras modificações, como brevemente descrito:

Foram pesados 250 mg de amostra em vials de vidro e adicionados 5 mL de solvente etanol/água (70:30 v/v). A extração, durante 30 minutos, foi efetuada numa placa sob agitação (ROTOQUIMICA) (Figura 3.4.) seguida de centrifugação (Heraeus Megafuge 16, Thermo scientific) a 8 223 g durante 30 minutos.

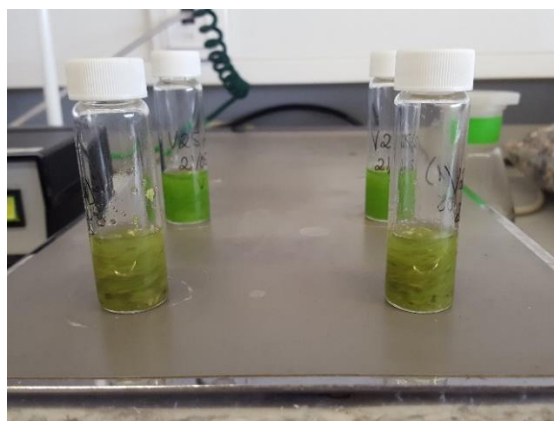


Figura 3.4. Processo de extração em placa sob agitação

No final, foi recolhido o sobrenadante de cada amostra (Figura 3.5.) e transferido 1 mL do mesmo para *ependorfs*. O extrato do *ependorf* foi novamente centrifugado (Heraeus, Biofuge Pico) a 14 825 g durante 5 minutos e filtrado para um vial de 2 mL utilizando um filtro de PTFE de 0,2  $\mu$ m (Whatman). O processo foi realizado em duplicado para cada amostra.

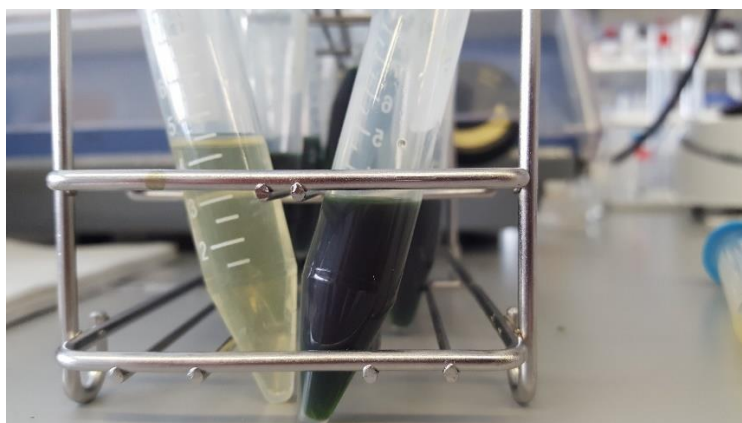


Figura 3.5. Sobrenadantes obtidos das amostras durante o processo de extração de GEC. Amostras de vagens (esquerda) e de folhas (direita).

### 3.3.3.3. Análise por HPLC

O sistema HPLC (Jasco, Japão) consistia numa bomba quaternária (PU-2089, Jasco), um injetor automático (AS-2057) e um detetor de díodos (MD-2018). Os extratos depois de filtrados foram diretamente injetados (20 µL) na coluna de fase reversa Tracer Excel ODSA (250 mm x 4 mm, 5 µm; Teknokroma, Barcelona, Espanha). Sistema de eluição isocrático (ácido tricloroacético em água (1 mL/L)/ ácido tricloroacético em acetonitrilo (1 mL/L) 90/10 (v/v)) e fluxo de injeção 1 mL/minuto à temperatura ambiente. A eluição dos compostos extraídos foi monitorizada aos 214 nm. Foram realizadas corridas de 15 minutos e o tempo de retenção do dipeptido GEC foi observado aos 8 minutos.

Devido à indisponibilidade de padrão Y-glutamyl-S-ethenyl cysteine comercial, foi utilizado como controlo positivo uma amostra de grão de um acesso de Faveta-de-Beja, rico em GEC, disponibilizado pelo INIA (INIA - Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria).

Para determinar a percentagem relativa de GEC, foram integrados os cromatogramas obtidos a 214 nm e comparadas as áreas do composto em análise nas amostras com a do controlo positivo (100%).

## 3.4. **Análise estatística**

Foi realizada uma análise estatística para a avaliação da produção e avaliação da percentagem relativa de GEC com a utilização do programa SAS ("Statistical Analysis System") University Edition.

Para a análise da produção foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = R_i + A_j + P_k + R_i \times A_j + R_i \times P_k + A_j \times P_k + \epsilon_{ijk}$$

Sendo que:

Y: variável dependente em estudo;

R: variável independente "Repetição" (i = 1; 2);

A: variável independente "Acesso" (j = 1; 2; 3; ...; 26 / {25});

P: variável independente "Planta" (k= 1; 2; 3; ...; 12);

$\varepsilon$  : erro.

Para a análise da percentagem relativa de GEC foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = P_i + D_k + P_i \times D_k + \varepsilon_{ijk}$$

Sendo:

Y: variável dependente em estudo;

P: variável independente “Parte da planta” (i = Folha; Vagem; Grão);

D: variável independente “Dias após sementeira (DAS)” (k= 42; 63; 87; 115; 136; 157; 178; 206; 227; 248; 269);

$\varepsilon$  : erro.

## 4. Resultados

Para além das diferenças encontradas entre repetições e acessos, foram também observadas variações entre plantas pertencentes ao mesmo acesso em determinados parâmetros como número de ramificações, altura e peso das plantas, número de vagens e grãos por planta e peso de vagens e grãos.

### 4.1. Crescimento e desenvolvimento

#### 4.1.1. Avaliação morfológica

##### 4.1.1.1. Hábito de crescimento

Foram considerados com crescimento determinado os acessos que cresceram na vertical e se mantiveram eretos ao longo do desenvolvimento (V1-V18, V20, V22, V24 e V26; Figura 4.1.). Os acessos com crescimento semi-determinado (V19, V21 e V23; Fig. 4.2) continham ramificações que cresciam na vertical e mantinham-se eretas e outras ramificações rasteiras que se desenvolviam em direção às outras linhas de plantas.



Figura 4.1. Plantas com hábito de crescimento determinado



Figura 4.2. Plantas com hábito de crescimento semi-determinado

##### 4.1.1.2. Número de ramificações

A maioria dos acessos apresentaram, em média, 1 a 5 ramificações por planta (V1-V18, V20, V22 E V24). Os acessos V21, V23 e V26 (*V. faba*) continham, em média, 6 a 10 ramificações por planta e o acesso V19 foi o que apresentou maior número de ramificações nas plantas tendo, em média, entre 11 a 15 ramificações.

#### 4.1.1.3. Cor das flores

Foram identificados 4 tipos de flores diferentes. O primeiro tipo de flor (Figura 4.3.) foi observado na maioria dos acessos (V1 a V18, V20, V22 e V24) e possui o estandarte púrpura esbranquiçado com veias púrpura e asas púrpuras esbranquiçadas.



Figura 4.3. Flor de Faveta-de-Beja observada nos acessos V1-V18, V20, V22 e V24

O segundo tipo de flor (Figura 4.4.) foi observado no genótipo V19 e possui estandarte púrpura esbranquiçado com veias roxas e asas roxas.



Figura 4.4. Flor de Faveta-de-Beja observada no acesso V19.

O terceiro (Figura 4.5.) foi observado nos genótipos V21 e V23 e possui estandarte com tom púrpura claro, veias roxas e asas amareladas com manchas roxas nas pontas. Por

fim, as flores pertencentes ao acesso V26 (*V. faba*) (Figura 4.6.) possuem estandarte branco amarelado com veias castanhas e asas brancas com manchas castanhas.



Figura 4.5. Flor de Faveta-de-Beja observada nos acessos V21 e V23



Figura 4.6. Flor de Fava (*V. faba*) correspondente ao acesso V26

#### 4.1.1.4. Distribuição das vagens na planta

Foram considerados com distribuição uniforme das vagens, os acessos que continham vagens no topo e parte intermédia das plantas como V19, V21, V23 e V26. Os restantes acessos (V19, V21, V23 E V26) apresentaram uma distribuição terminal das vagens, ou seja, as vagens desenvolveram-se apenas na parte superior da planta. Nenhum dos acessos apresentou vagens apenas na base da planta.

#### 4.1.1.5. Hábito das vagens

De um modo geral, no início do seu desenvolvimento, as vagens de todos os acessos apresentavam um hábito de crescimento ligeiramente ereto (Figura 4.7.). Contudo, à medida que as vagens se desenvolveram foram adotando uma posição horizontal em relação aos caules (Figuras 4.8. e 4.9.). Este comportamento foi observado em todos os acessos.



Figura 4.7. Vagens de Faveta-de-Beja no início do desenvolvimento



Figura 4.8. Vagens de Faveta-de-Beja com hábito de crescimento horizontal



Figura 4.9. Vagens de *V. faba* (V26) com hábito de crescimento horizontal

#### 4.1.1.6. Dias até à floração

Verificou-se uma diferença de 81 dias (Figura 4.10.) entre o acesso mais precoce (109DAS nas plantas de *V. faba*) e as mais tardias (190DAS nos acessos de Faveta-de-Beja V19 e V22).

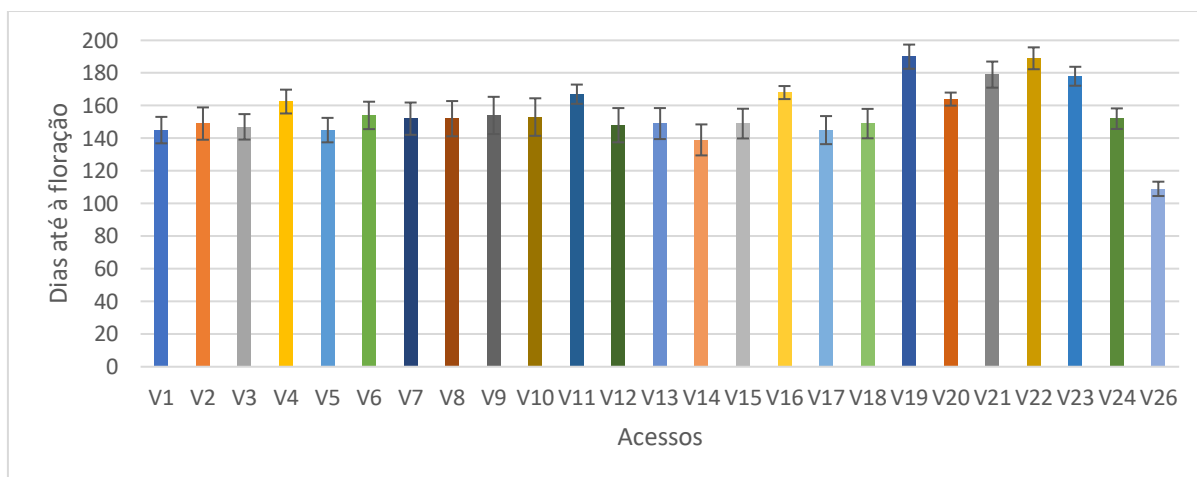


Figura 4.10. Número médio de dias até à floração

#### 4.1.1.7. Dias até à maturação

Cerca de 30 dias após a floração, as plantas de *V. faba* e de *V. narbonensis* entraram em maturação, tendo-se verificado uma diferença de 74 dias (Figura 4.11.) entre o acesso mais precoce (146DAS nas plantas de *V. faba*) e os acessos mais tardios (220DAS, V22 e V19). Entre os acessos de *V. narbonensis*, V14 foi o mais precoce, tendo atingido a maturação aos 161DAS.

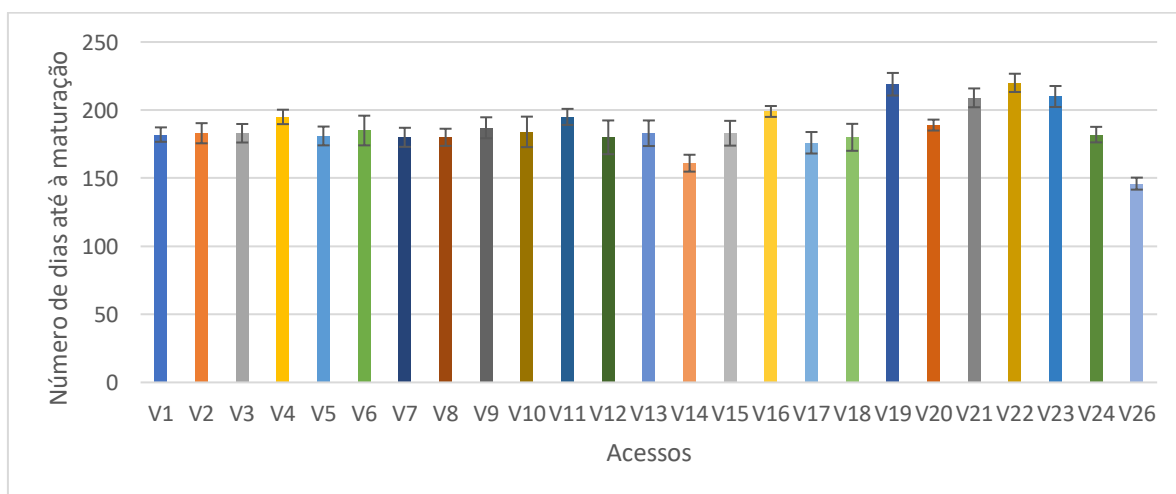


Figura 4.11. Número médio de dias decorridos até à maturação

#### 4.1.1.8. Tamanho da vagem e número de grãos por vagem

No que diz respeito à Faveta-de-Beja, os acessos V19, o V21 e V23 apresentaram, em média, as vagens mais compridas (5,6 cm; Figura 4.12.) assim como um maior número de grãos por vagem (6, 4, 4, respetivamente; Figura 4.18.).

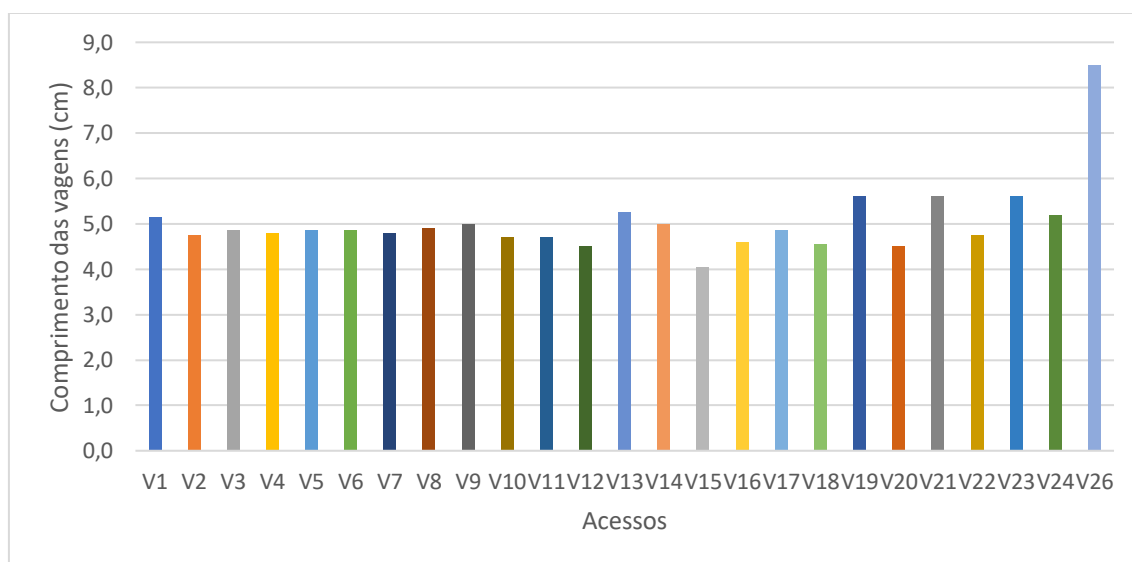


Figura 4.12. Valor médio do comprimento das vagens

A largura média das vagens da Faveta-de-Beja foi bastante homogénea (Figura 4.13.), tendo variado entre 1,25 cm (V18) e 0,9cm (V22).

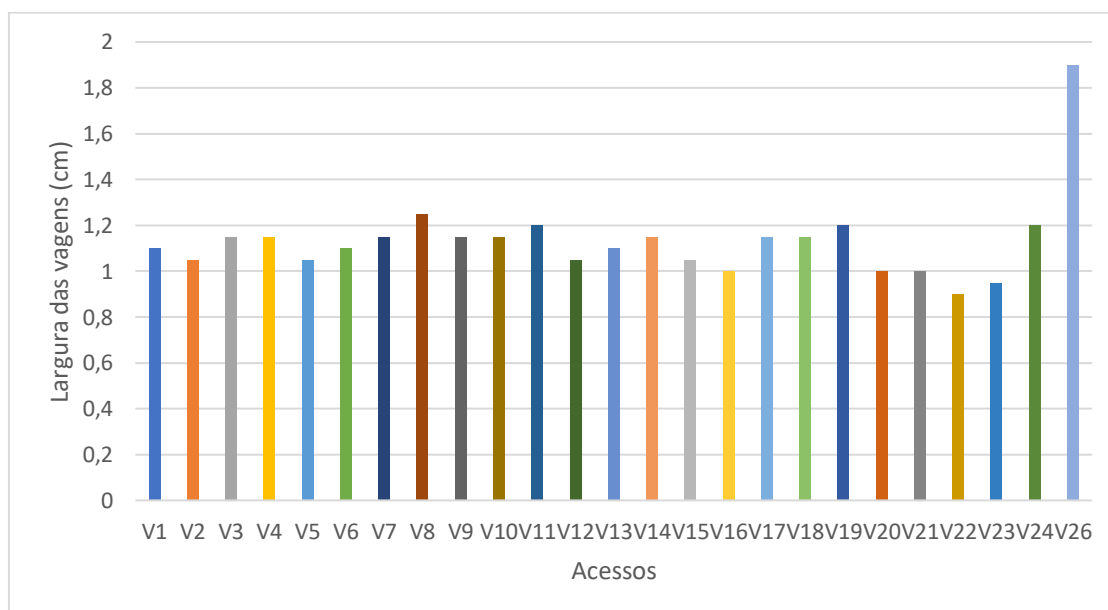


Figura 4.13. Valor médio da largura das vagens

As vagens do acesso V26 (*V. faba*) são maiores do que as vagens da Faveta-de-Beja, atingindo em média um tamanho de 8,5 cm de comprimento por 1,9 cm de largura (Figuras 4.12., 4.13. e 4.14.). Contudo, como o grão é também maior, o número de grãos por vagem, em média, do acesso V26 é 2 (Figura 4.15.).



Figura 4.14. Vagens e respetivos grãos de Fava (*V. faba* – acesso V26), aquando da medição

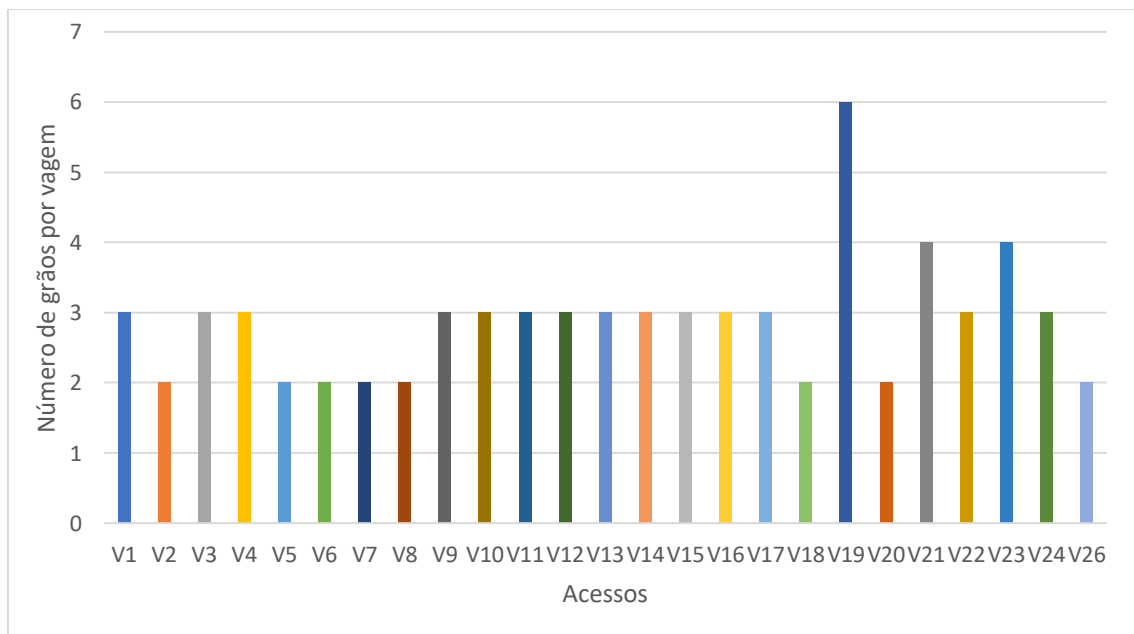


Figura 4.15. Número médio de grãos por vagem obtido por contagem direta

### 4.1.2. Altura das plantas ao longo do desenvolvimento

Na figura 4.16. estão representados os valores médios das alturas das plantas dos diferentes acessos ao longo do seu desenvolvimento. Os acessos V16, V19, V21 e V23 são mais tardios (285DAS) e de menor porte (cerca de 110 cm) em relação aos outros acessos. Os acessos V1, V2, V3, V5 a V17, V24 e V26 são cerca de 42 dias mais precoces (243DAS) e mais altos (cerca de 220 cm), nomeadamente os acessos V6, V9, V13 e V14 (221 cm, 220 cm, 230,5 cm, 223 cm, respetivamente, aos 243DAS).

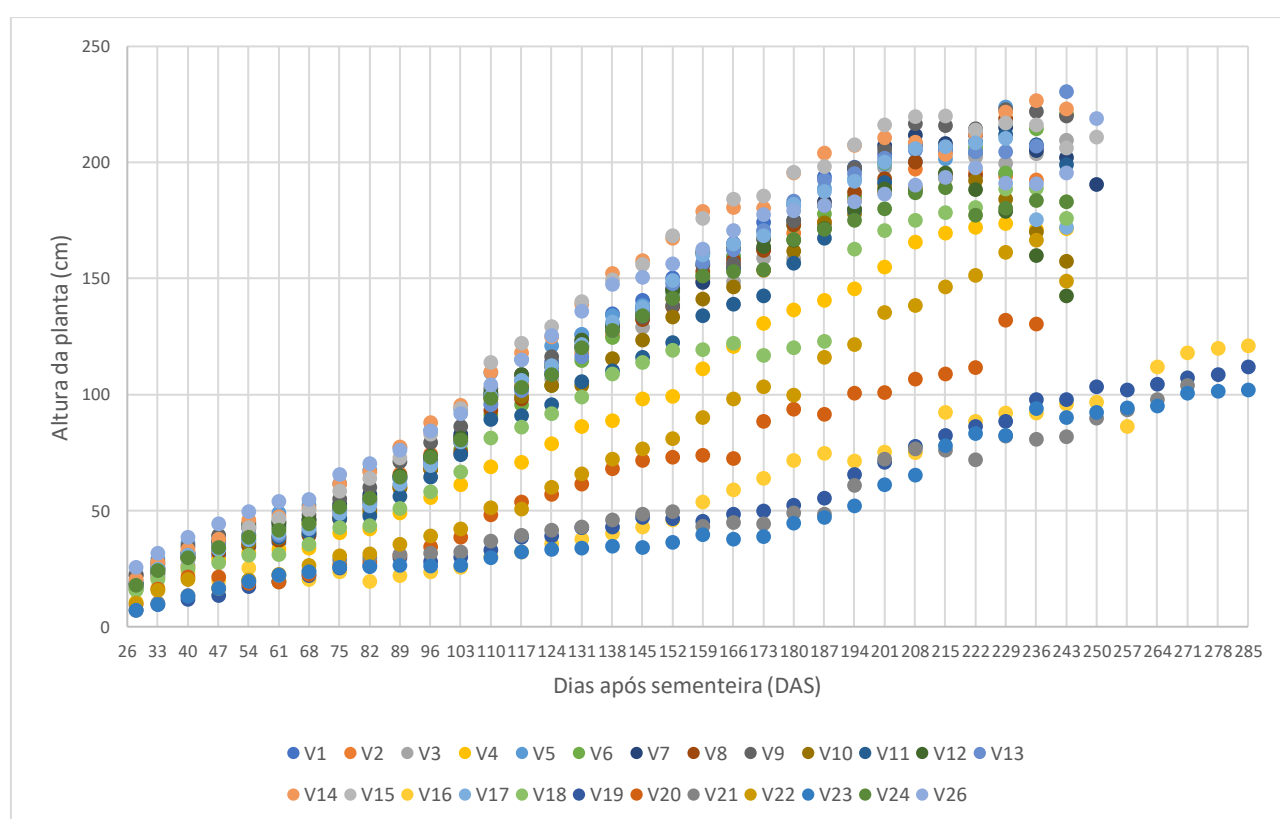


Figura 4.16. Valor médio da altura das plantas em função dos dias após a sementeira

## 4.2. Produção

### 4.2.1. Altura da planta à colheita

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,97 e o coeficiente de variação (CV) de 11%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre acessos.

#### 4.2.1.1. Acesso

A altura média das plantas à colheita variou ( $p < 0,01$ ; Figura 4.17.) entre 220 e 200 cm (acessos V9, V14, V15, V7, V3, V5, V11, V13 e V6), entre 199 e 160 cm (acessos V26, V2, V17, V8, V18, V24, V12, V1, V4, V22 e V10) e entre 110 e 85 cm (acessos V19, V16, V21, V23 e V20).

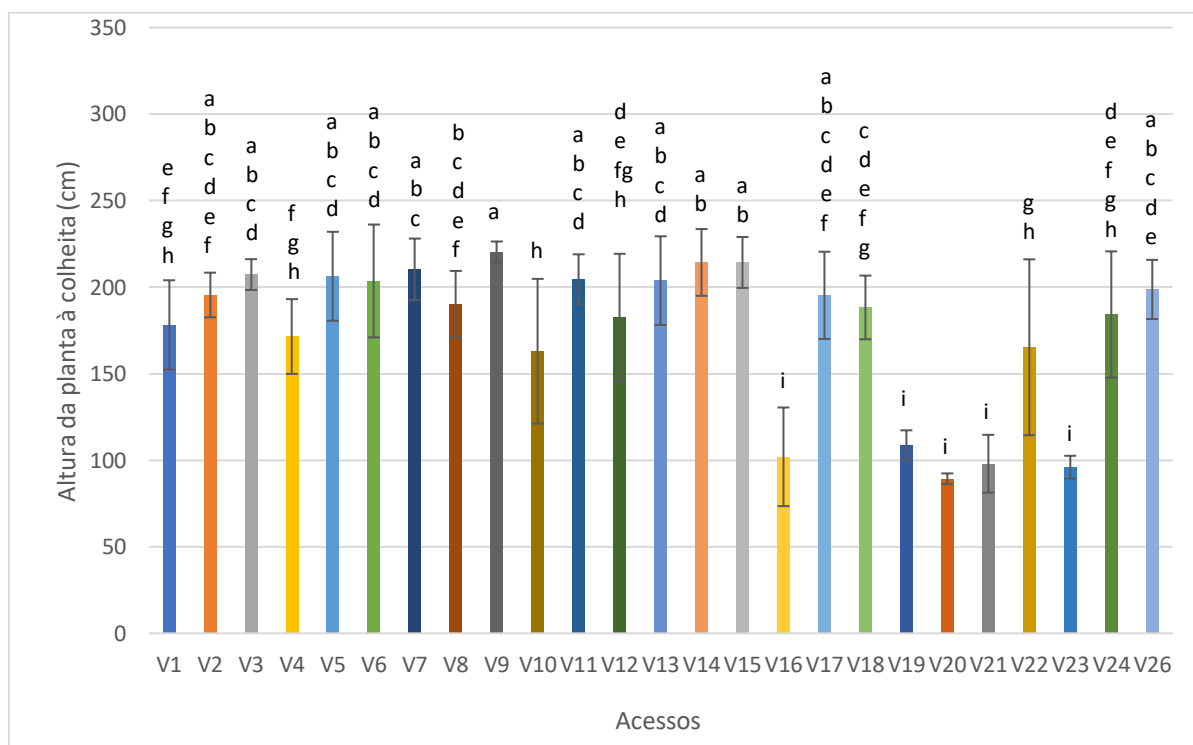


Figura 4.17. Efeito dos acessos no valor médio da altura das plantas à colheita

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

#### 4.2.2. Peso da planta

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,87 e o coeficiente de variação (CV) de 76%.

Encontraram-se diferenças significativas entre acessos ( $p < 0,01$ ).

##### 4.2.2.1. Acesso

O peso médio da planta (Figura 4.18.) varia entre 271 g (V26 (*V. faba*)) e 20 g (V16 e V20).

Dos acessos correspondentes à Faveta-de-Beja, o que obteve maior peso médio das plantas foi o V19 com 104,6 g.

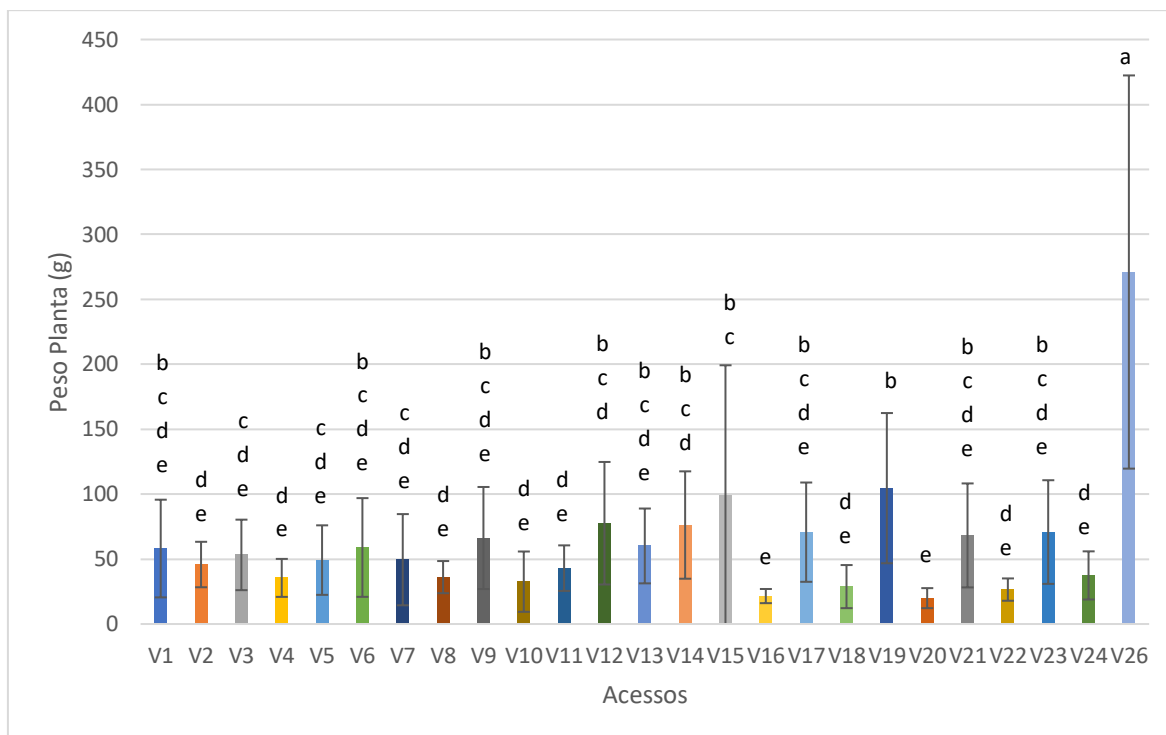


Figura 4.18. Efeito dos acessos no valor médio do peso das plantas

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

### 4.2.3. Número de vagens por planta

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,82 e o coeficiente de variação (CV) de 91%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os acessos.

#### 4.2.3.1. Acesso

O número médio de vagens por planta (Figura 4.19.) variou entre 49 vagens por planta (acesso V19) e 3 vagens por planta (V18 e V20).

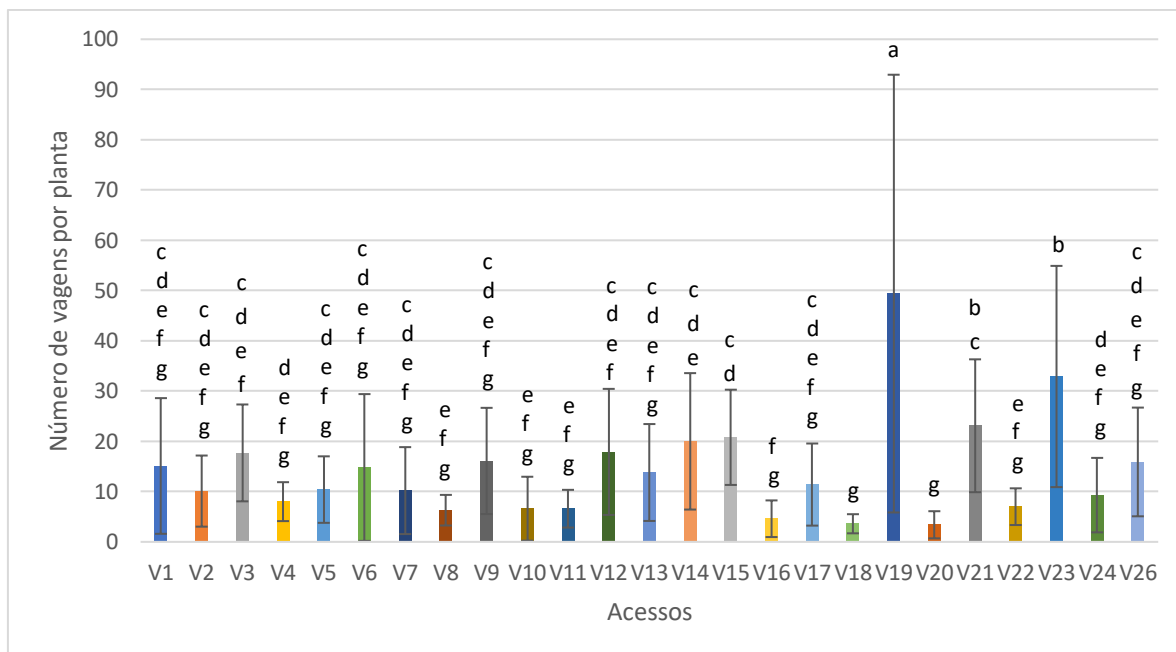


Figura 4.19. Efeito dos acessos no número médio de vagens por planta

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

#### 4.2.4. Peso das vagens por planta

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,83 e o coeficiente de variação (CV) de 70%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os acessos.

##### 4.2.4.1. Acesso

O peso médio das vagens por planta (Figura 4.20.) variou entre 90 g (acesso V26 (*V. faba*)) e 12 g (acesso V20).

Entre os acessos correspondentes à Faveta-de-Beja, os acessos V19, V23, V21, V14, V12, V3, V15, V9, V6, V1, V17, V7, V2 e V5 apresentaram um maior peso médio das vagens variando entre 40,3 e 20 g.

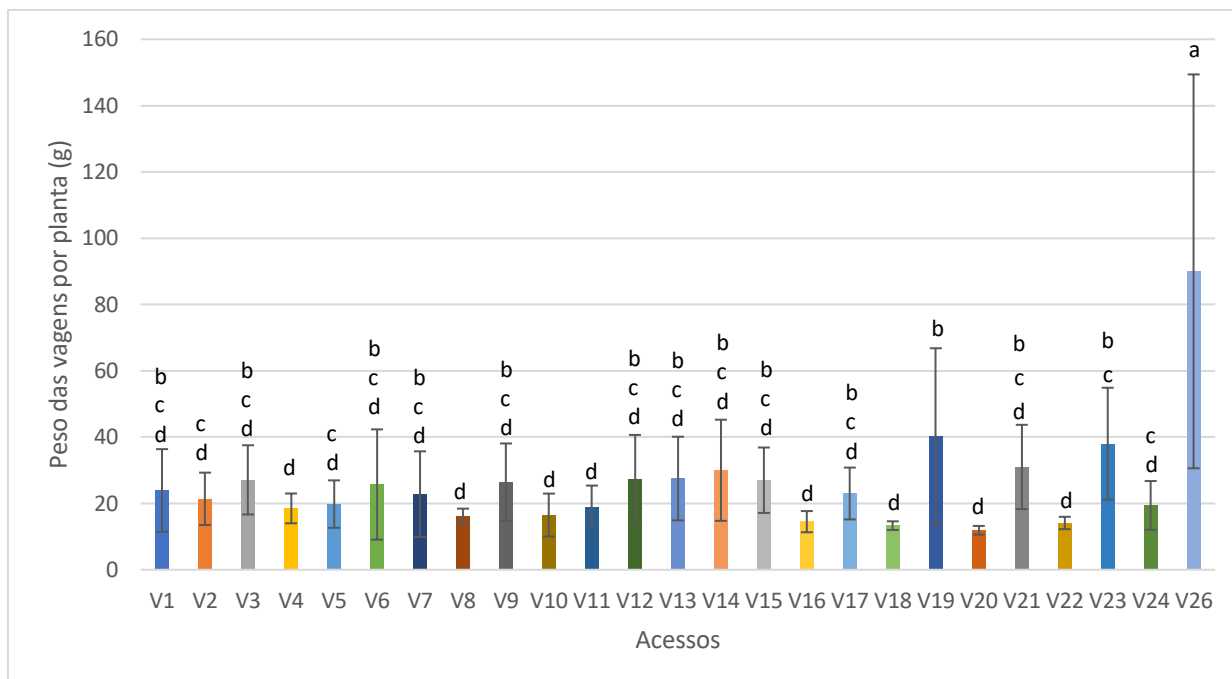


Figura 4.20. Efeito dos acessos no peso médio das vagens por planta

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

#### 4.2.5. Peso por vagem

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,84 e o coeficiente de variação (CV) de 65%.

Encontraram-se diferenças entre acessos ( $p < 0,01$ ).

##### 4.2.5.1. Acesso

O peso médio da vagem (Figura 4.21.) variou entre 4,5 g e 6 g (acessos V10, V20 e V26 (*V. faba*)) e 1,5 g (acesso V19).

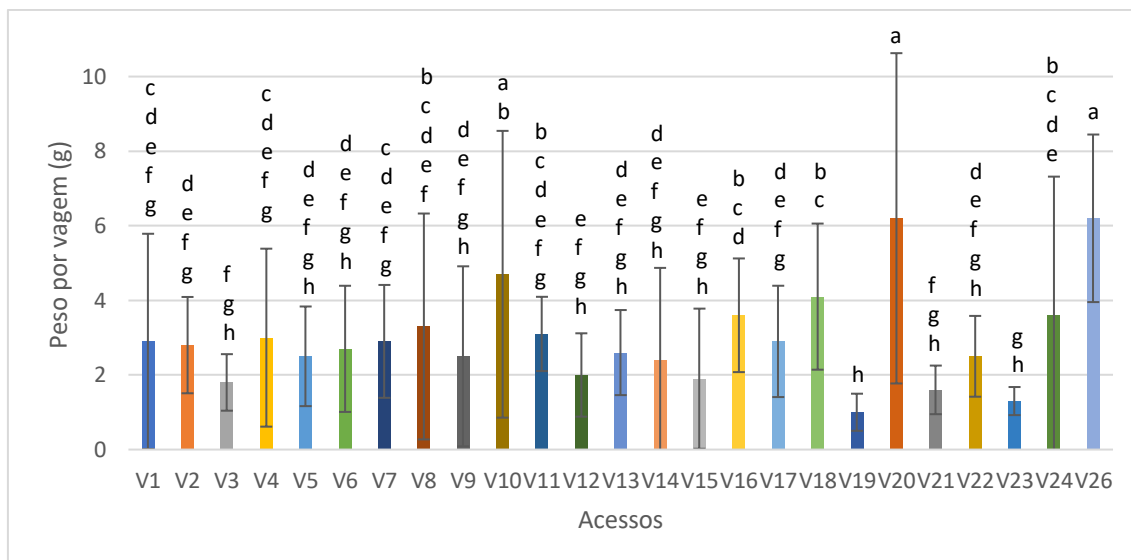


Figura 4.21. Efeito dos acessos no peso médio por vagem

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

#### 4.2.6. Número de grãos por planta

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,88 e o coeficiente de variação (CV) de 109%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os acessos.

##### 4.2.6.1. Acesso

O número médio de grãos por planta (Figura 4.22.) variou entre 258 grãos (acesso V19) e 8 grãos (acessos V20 e V18). As plantas dos acessos V23 e V21 produziram 116 e 90 grãos, respetivamente. Não foram encontradas diferenças significativas entre os restantes acessos.

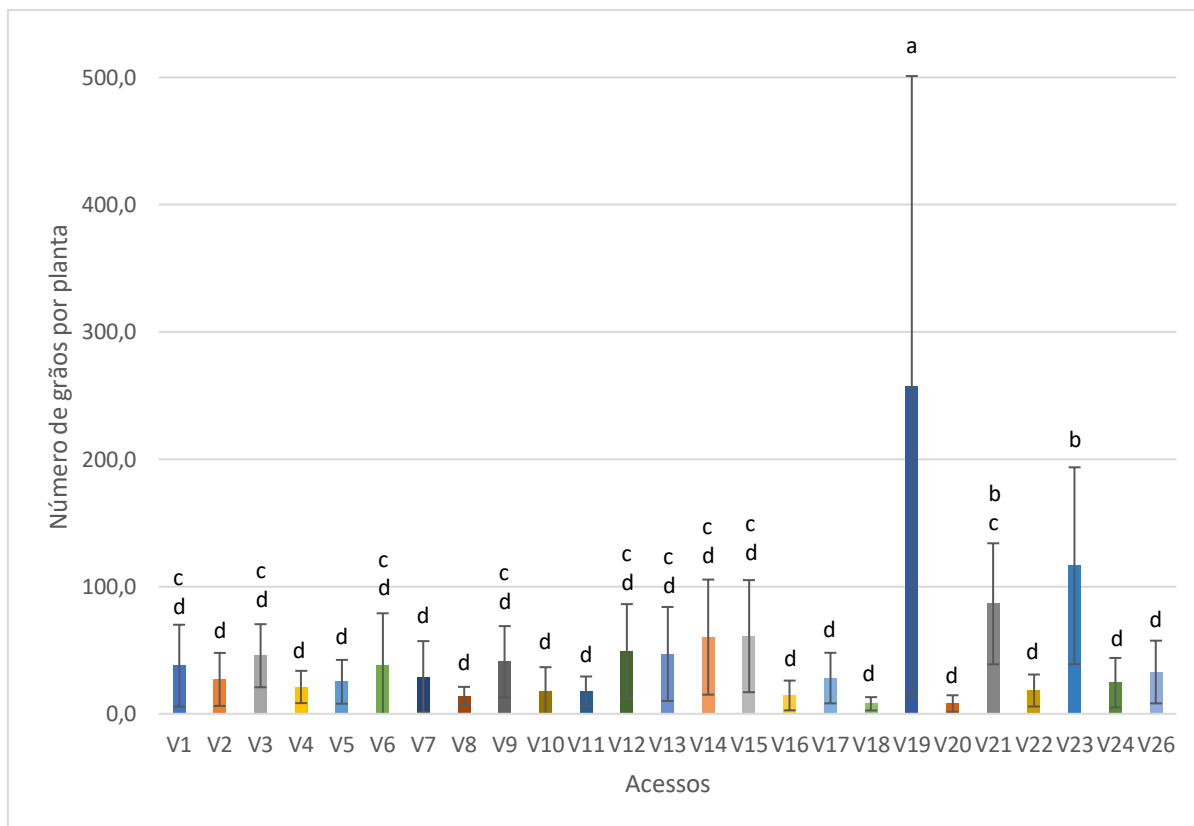


Figura 4.22. Efeito dos acessos no número médio de grãos por planta

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

#### 4.2.7. Peso dos grãos por planta

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,84 e o coeficiente de variação (CV) de 55%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os acessos.

##### 4.2.7.1. Acesso

O peso médio dos grãos por planta (Figura 4.23.) variou entre 55,4 g (acesso V26 (*V. faba*)) e 11,4 g (acesso V20). Não foram encontradas diferenças significativas entre os restantes acessos.

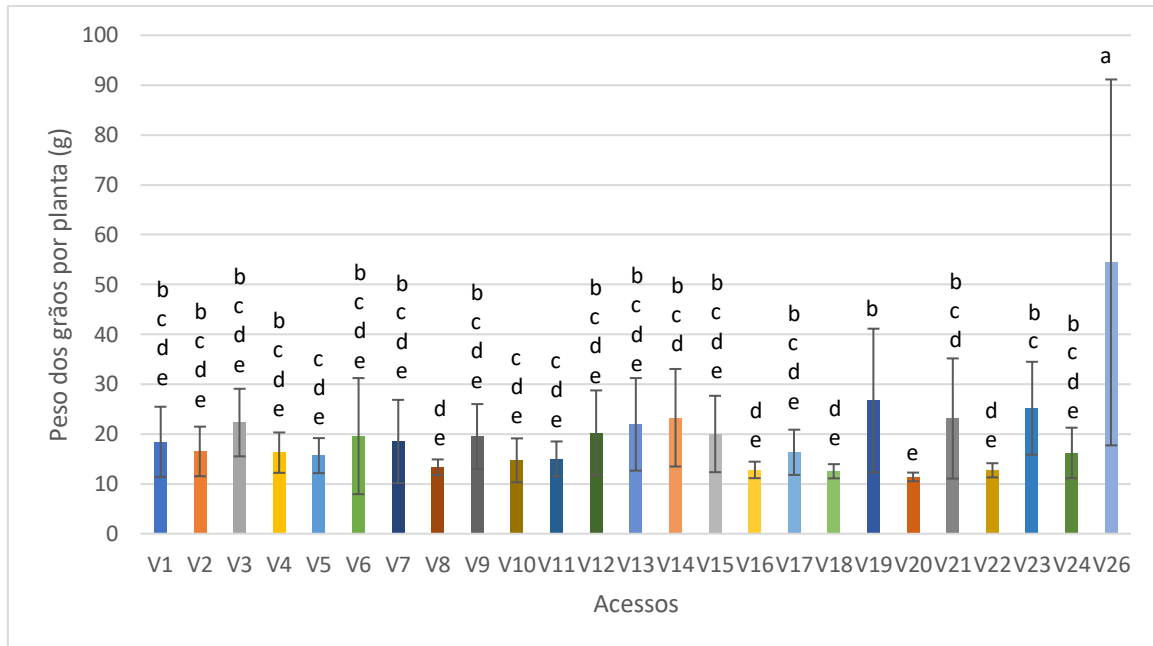


Figura 4.23. Efeito dos acessos no peso médio dos grãos por planta

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

#### 4.2.8. Número de grãos por vagem

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,87 e o coeficiente de variação (CV) de 26%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os acessos.

##### 4.2.8.1. Acesso

O número médio de grãos por vagem (Figura 4.24.) variou entre 5 grãos (acesso V19) e 2 grãos (acessos V5, V8, V20, V18 e V26 (*V. faba*)).

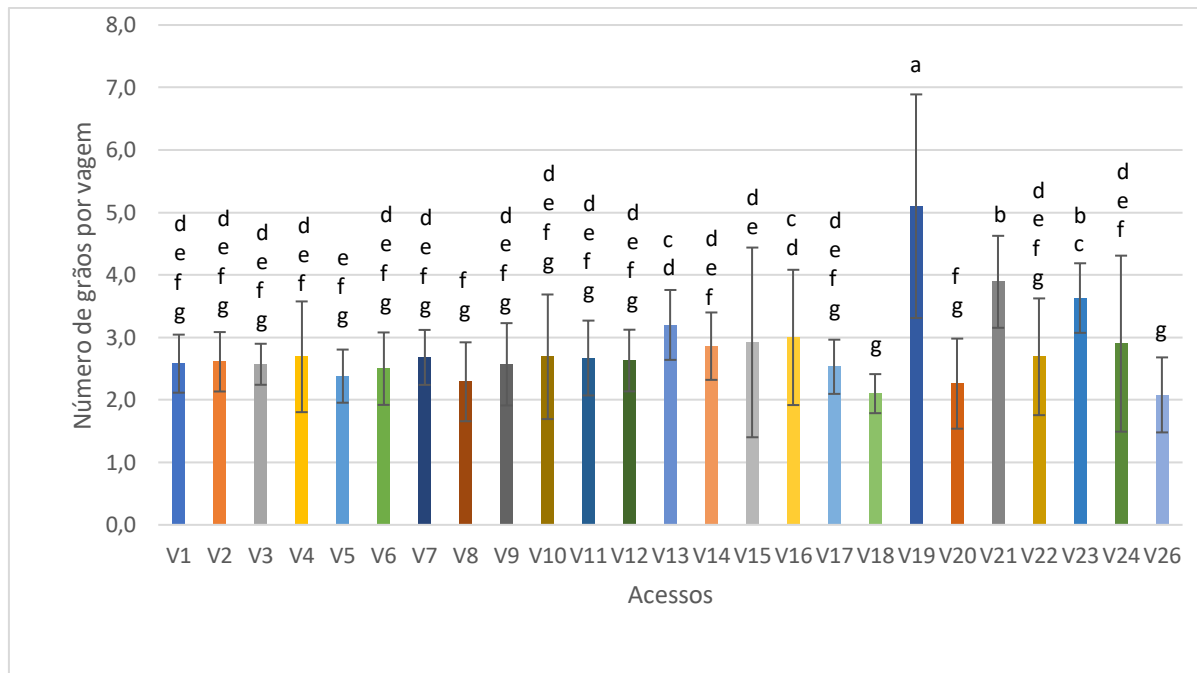


Figura 4.24. Efeito dos acessos no número médio de grãos por vagem

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

### 4.2.9. Peso de mil grãos

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,89 e o coeficiente de variação (CV) de 69%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os acessos.

#### 4.2.9.1. Acesso

O valor médio do peso de mil grãos (Figura 4.25.) variou entre 3,4 g (acesso V20) e 0,2 g (acesso V19).

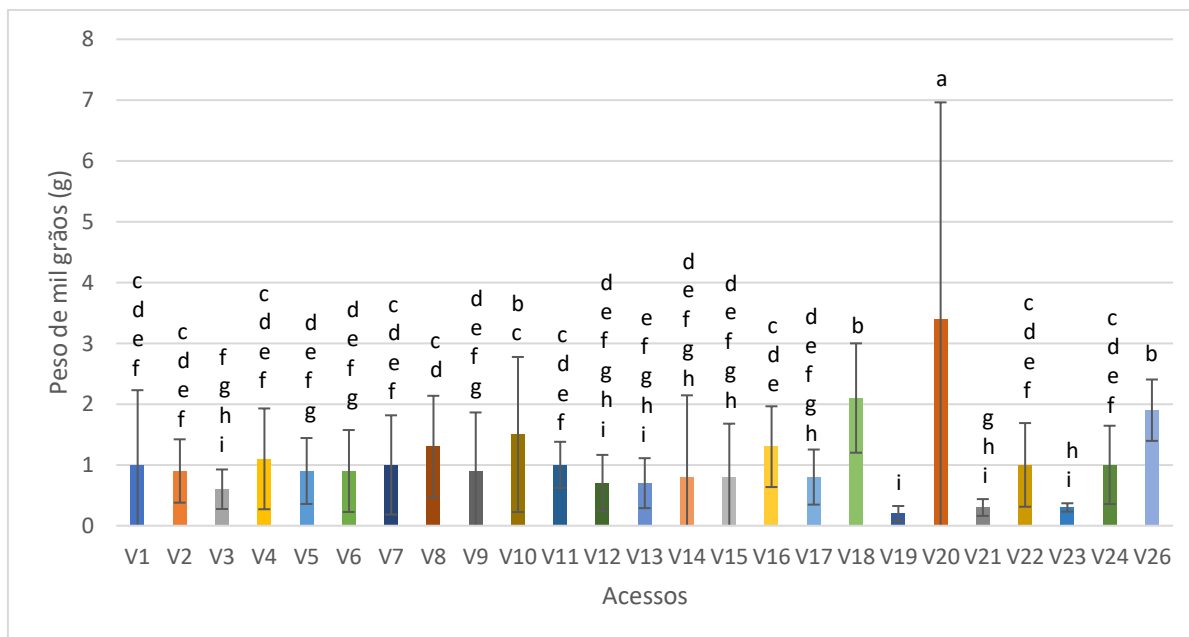


Figura 4.25. Efeito dos acessos no peso médio de mil grãos

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

#### 4.2.10. Razão entre o peso dos grãos e o peso das vagens

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,84 e o coeficiente de variação (CV) de 14%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os acessos.

##### 4.2.10.1. Acesso

Os maiores valores médios da razão entre o peso dos grãos e o peso das vagens (Figura 4.26.) variam entre 96-90% (acessos V20, V18, V10, V22 e V16) e os menores entre 74-65% (acessos V17, V19, V23 e V26 (*V. faba*)).

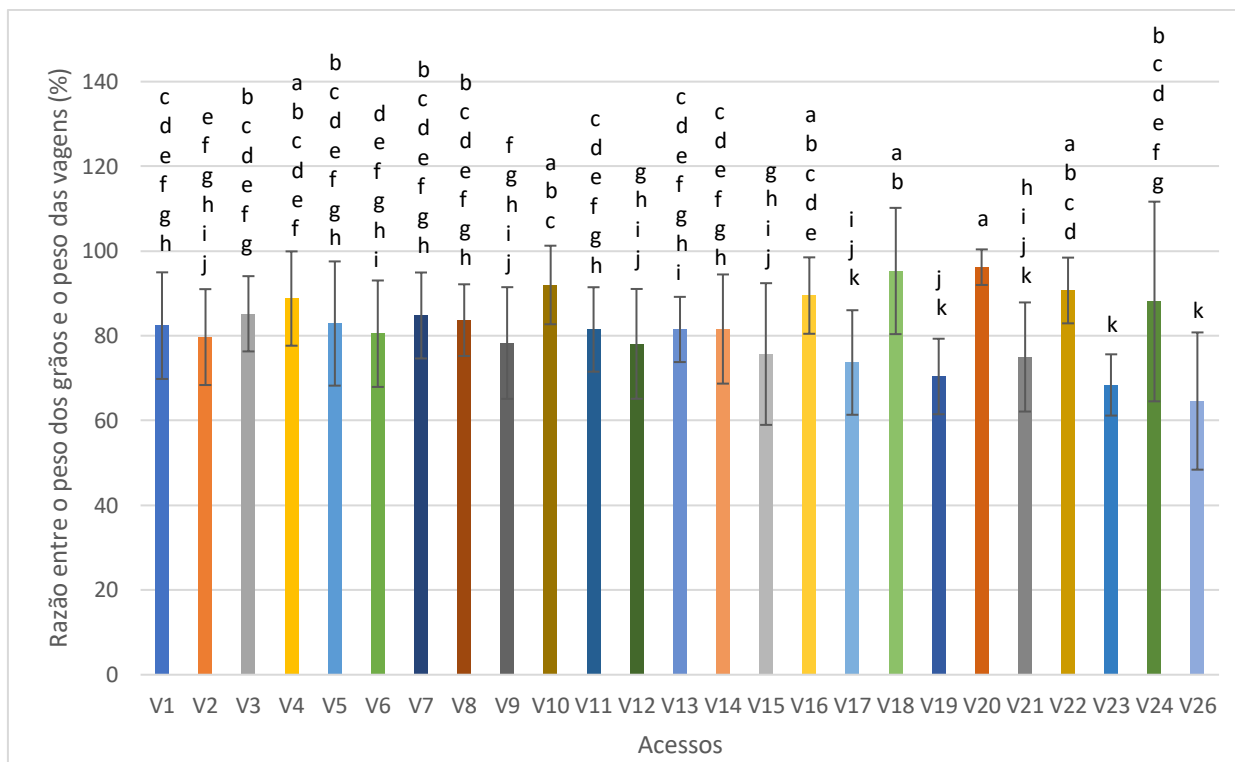


Figura 4.26. Efeito dos acessos no valor médio da razão entre o peso médio dos grãos e o peso médio das vagens

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

#### 4.2.11. Índice de colheita

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,84 e o coeficiente de variação (CV) de 32%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre acessos.

##### 4.2.11.1. Acesso

Os valores médios do índice de colheita do grão (Figura 4.27.) variam entre 64-55% (acessos V20, V16 e V10) e 31-22% (acessos V12, V17, V15, V19 e V26 (*V. faba*)).

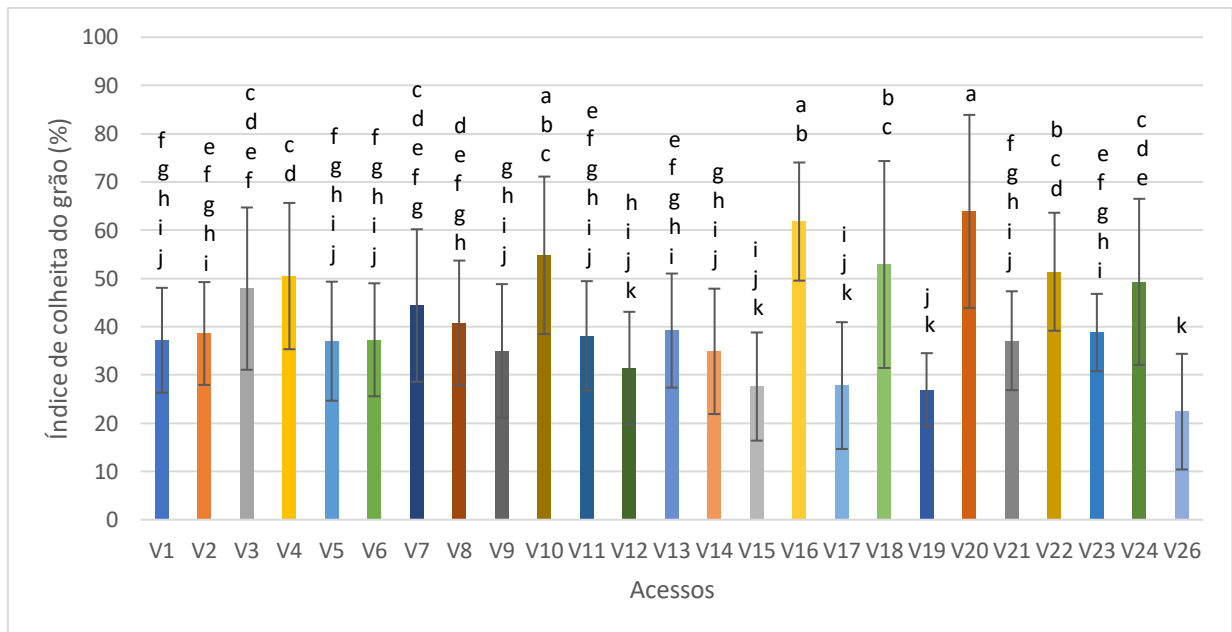


Figura 4.27. Efeito dos acessos no valor médio do índice de colheita

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

## 4.2.12. Ciclo

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,94 e o coeficiente de variação (CV) de 3%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre acessos.

### 4.2.12.1. Acesso

O número médio de dias para as plantas completarem o ciclo (Figura 4.28.) variou entre 279 dias (acesso V19) e 226 dias (acessos V8 e V5).

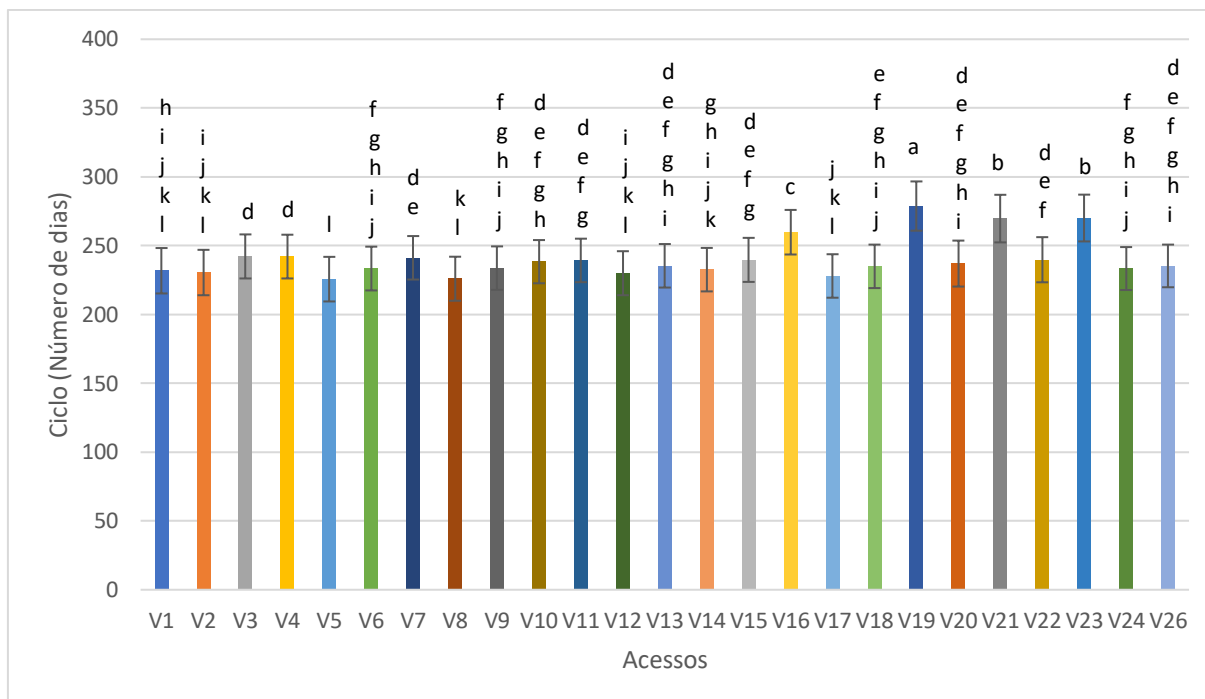


Figura 4.28. Efeito dos acessos no número médio de dias do ciclo das plantas

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

### 4.3. Avaliação da percentagem relativa de GEC

#### 4.3.1. Efeito das partes da planta e dias após sementeira

Para este modelo, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,99 e o coeficiente de variação (CV) de 25%.

Encontraram-se diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre partes das plantas e dias após sementeira.

##### 4.3.1.1. Partes das plantas

Os valores médios da percentagem relativa de GEC mostraram diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre partes das plantas (Figura 4.29.). No grão foram observados valores médio superiores a 120%, na vagem os valores não ultrapassaram os 40% e na folha foi obtido um valor médio de 3,4%.

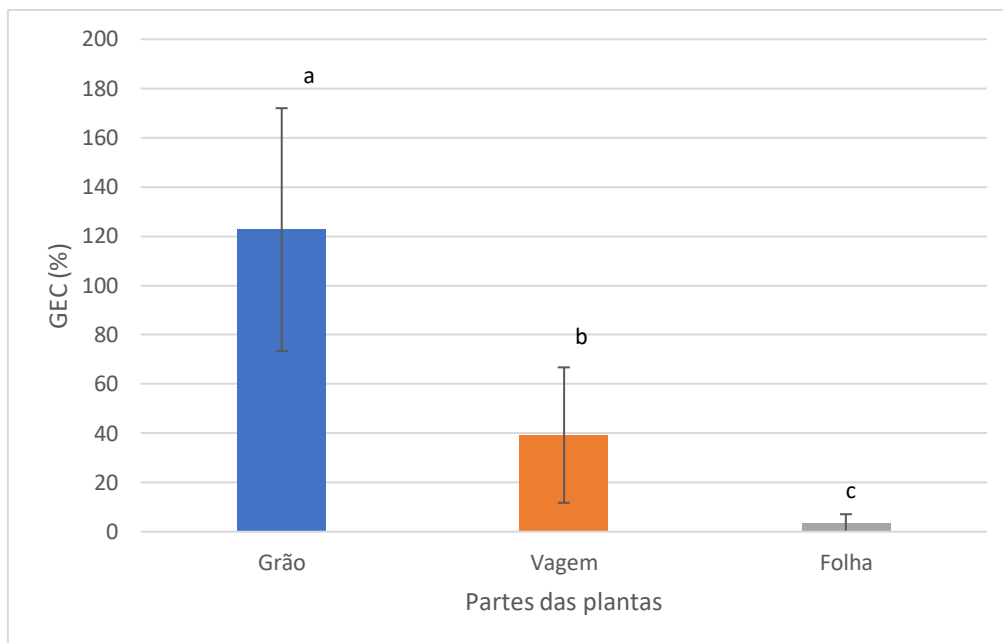


Figura 4.29. Valor médio de GEC no grão, vagem e folha da Faveta-de-beja.

#### 4.3.1.2. Dias após sementeira

O maior valor médio da percentagem de GEC significativamente diferente ( $p < 0,01$ ) dos restantes, observa-se aos 227DAS (92%), que corresponde à primeira data de colheita em que foi obtido o grão maduro (Figura 4.30.). Para os DAS 178, 87, 136, 63, 115, 157 e 42 não foram observadas diferenças significativas e os valores obtidos não foram superiores a 6% (Figura 4.30.).

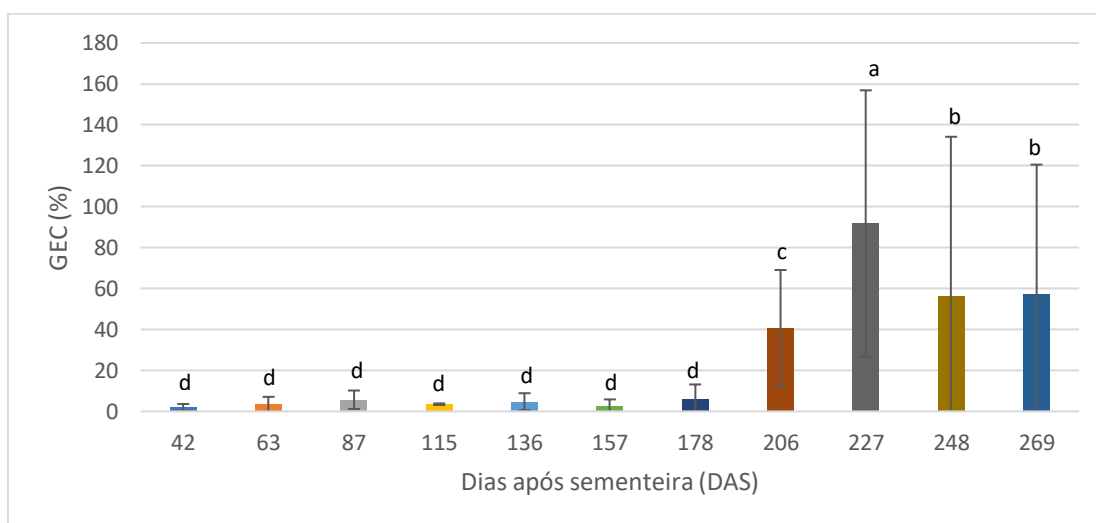


Figura 4.30. Efeito dos dias após sementeira no valor médio de GEC

## 4.3.2. Efeito dos acessos nas diferentes partes da planta

### 4.3.2.1. Grão

Os acessos que apresentaram maior percentagem relativa de GEC no grão são o V20 e o V13, com 194% e 193%, respetivamente. A maioria dos acessos apresentou percentagem relativa superior ao controlo. As espécies utilizadas como controlo, V25 (*V. villosa*) e V26 (*V. faba*), apresentaram menor percentagem relativa de GEC em comparação com os acessos da Faveta-de-Beja, com 23,4% e 0,3% respetivamente (Figura 4.31.).

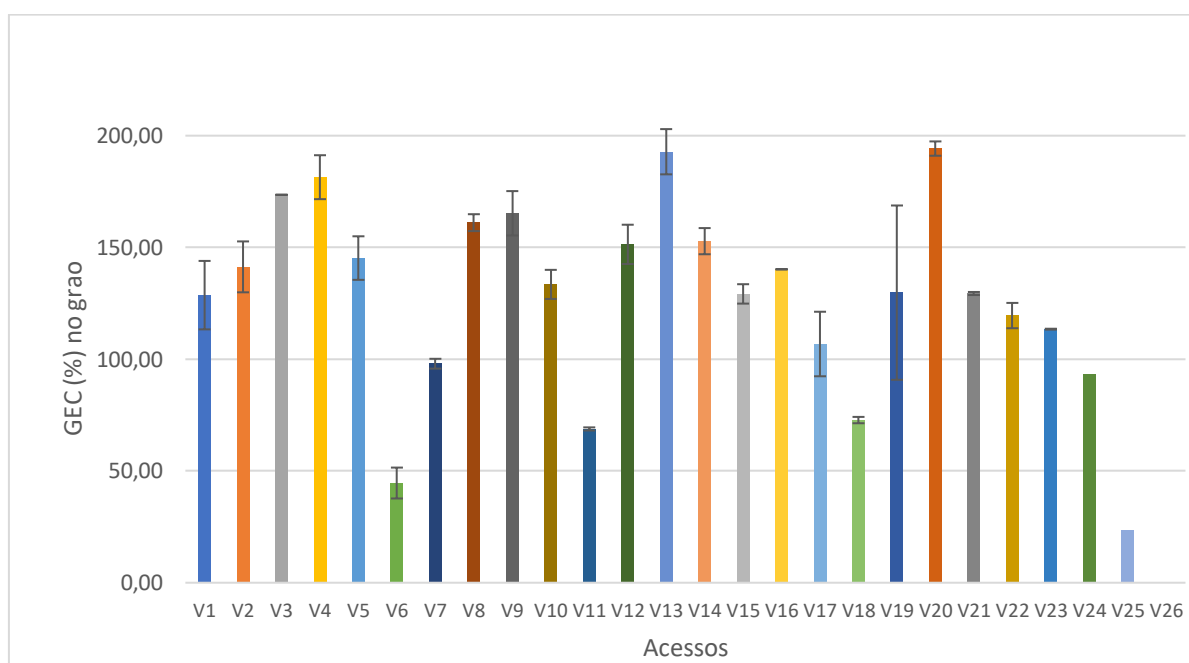


Figura 4.31. Efeito dos acessos no valor medio de GEC no grão.

### 4.3.2.2. Vagem

Para a vagem, não foi possível obter amostras dos acessos V18, V20 e V22 devido à falta de plantas e vagens.

Para o acesso V26 (*V. faba*), quando os cromatogramas foram observados, não existiam picos, o que indica que o composto GEC não foi detetado e no acesso V25 (*V. villosa*) a percentagem obtida foi a menor, de 0,6%.

Dos acessos pertencentes à Faveta-de-Beja, os que apresentaram menores percentagens relativas de GEC nas vagens foram o V7, o V24, o V19 e o V23 com 0,8%, 2,9%, 3,7% e 5,4%, respetivamente (Figura 4.32.).

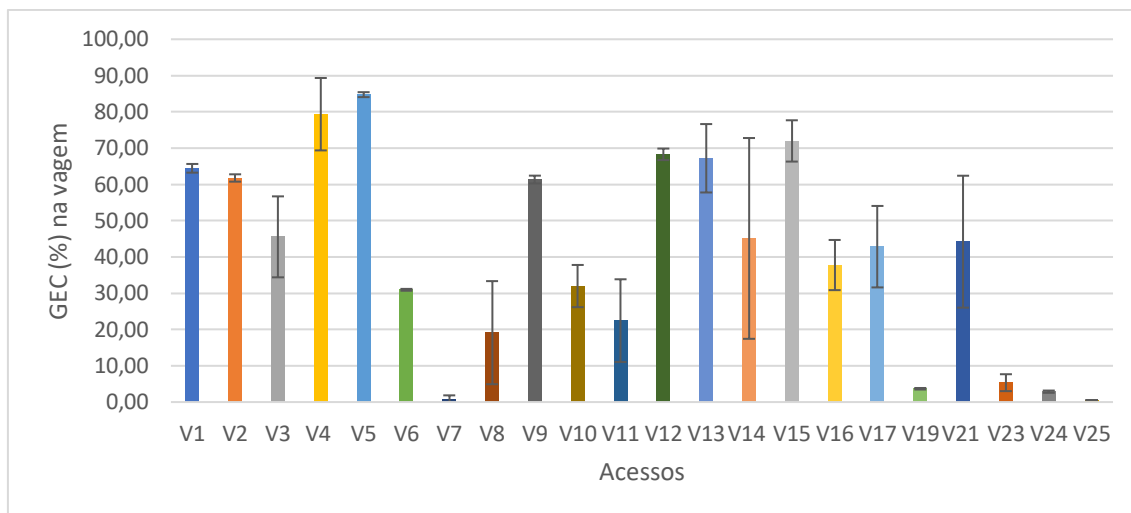


Figura 4.32. Efeito dos acessos no valor medio de GEC na vagem

#### 4.3.2.3. Folha

Na folha, as percentagens relativas de GEC obtidas foram muito menores em comparação com o controlo utilizado no HPLC, não tendo nenhuma atingido, em média, os 10% (Figura 4.33.).

Para os acessos V3 e V4, quando os cromatogramas foram observados, não existiam picos, o que indica que o composto GEC não foi detetado.

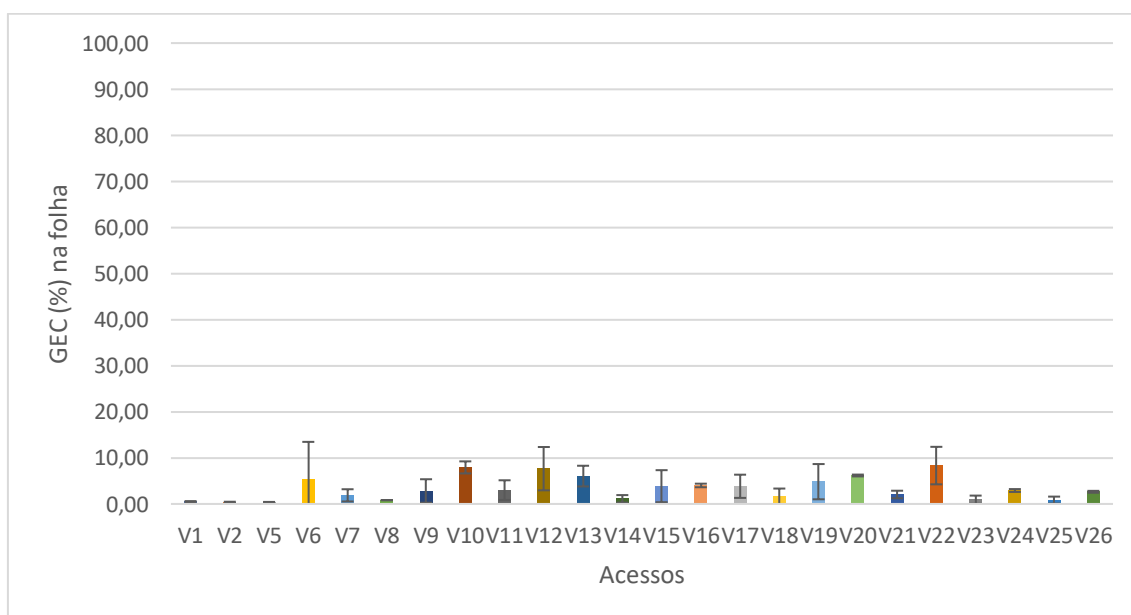


Figura 4.33. Efeito dos acessos no valor medio de GEC na folha

#### 4.3.2.4. Grão, vagem e folha

O valor medio de GEC foi superior no grão em relação à vagem e folha. Com exceção dos acessos V6, V11, V18 e V24, a percentagem relativa de GEC no grão foi superior a 100% e, na vagem, estes valores variam entre 0,6% (acesso V25) e 84,74% (acesso V5). Nos acessos V6, V11 e V18 não se verificou grande variação nos valores de GEC no grão e na vagem. Nas folhas, os valores variaram entre 0,27% (acesso V5) e 8,32% (acesso V22), não tendo sido detetado nos acessos V3 e V4.

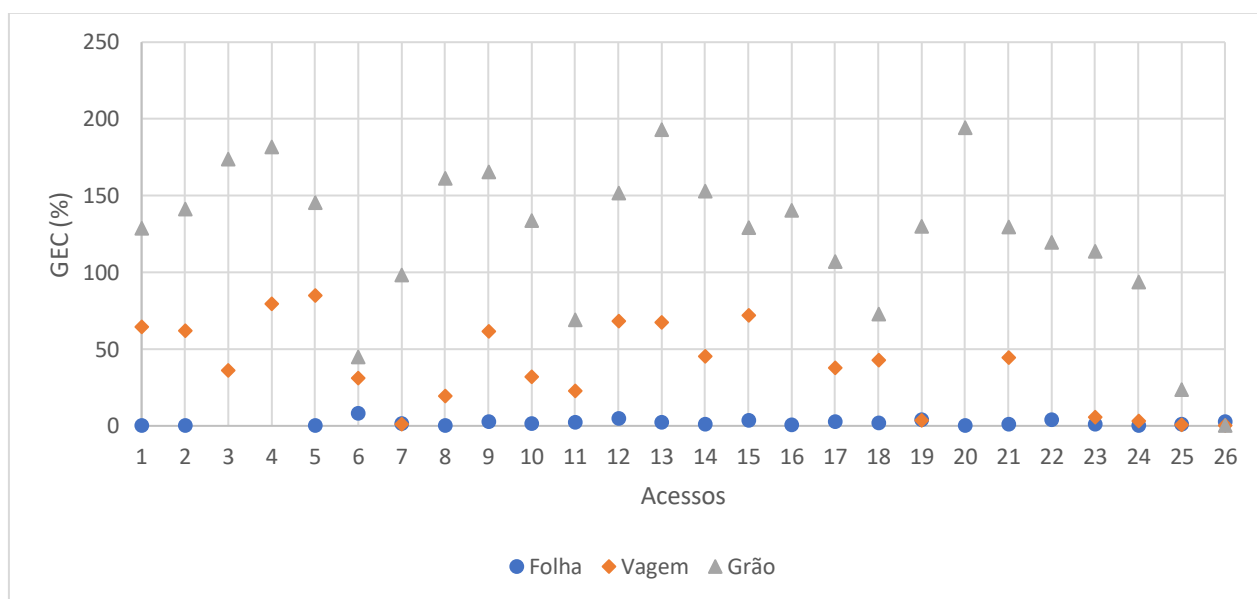


Figura 4.34. Efeito dos acessos na percentagem relativa de GEC no grão, na vagem e folha

#### 4.3.3. Efeito das partes da planta ao longo do desenvolvimento

A percentagem de GEC detetada nas folhas (Figura 4.35.) foi inferior (1-9%) à detetada nas vagens (21-46%) e nos grãos (99-165%). Foi possível determinar a percentagem de GEC nas folhas até os 269DAS, nas vagens entre os 178DAS e os 248DAS e nos grãos entre os 227DAS e os 269DAS.

De um modo geral, a percentagem média de GEC nas folhas manteve-se num valor médio inferior a 10%. Nas vagens o valor médio da percentagem relativa de GEC não foi superior a 50% (aos 206DAS, data próxima da maturação do grão) mas no grão foi superior a 150% (aos 248DAS) em relação ao controlo utilizado.

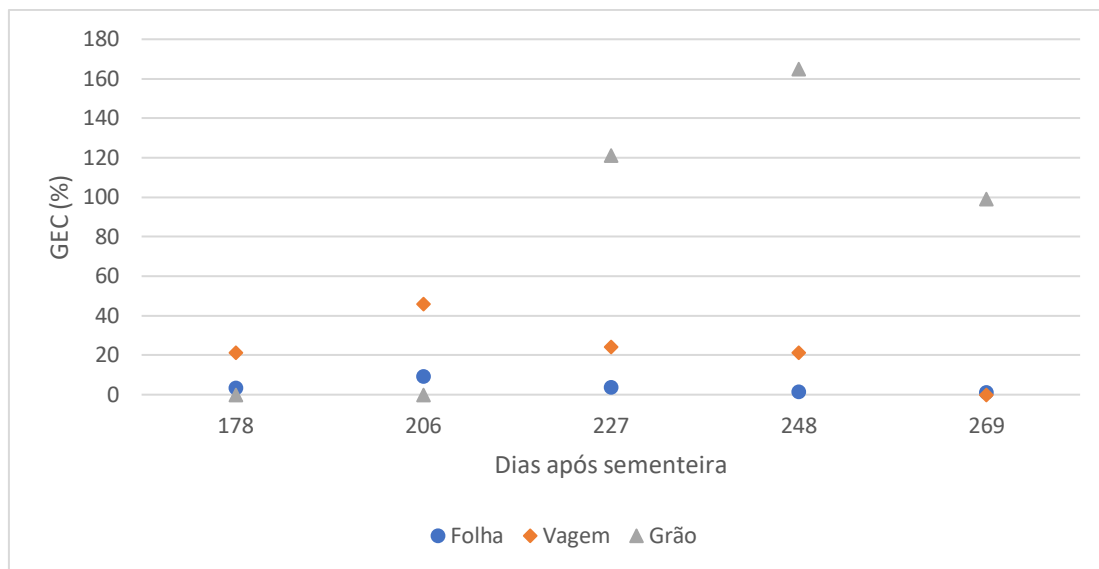


Figura 4.35. Efeito dos dias após sementeira no valor médio da percentagem relativa de GEC nas folhas, vagens e grãos

## 5. Discussão

Na avaliação morfológica é possível observar que os acessos V19, V21 e V23 apresentam diferenças em relação aos restantes e respostas semelhantes entre si. As plantas destes acessos tiveram maior número médio de ramificações e hábitos de crescimento semi-determinados em que algumas ramificações permaneceram eretas, com crescimento vertical ao longo do seu desenvolvimento e outras iam crescendo na base da planta e permaneceram junto ao solo. A distribuição das vagens nas plantas destes acessos foi uniforme enquanto que, nos restantes, as vagens desenvolveram-se apenas no topo das plantas.

Quanto à cor das flores, para além de terem sido observadas diferenças entre os acessos V19, V21 e V23 e os restantes, foram também observadas diferenças entre o acesso V19 e os acessos V21 e V23. As flores observadas na grande parte dos acessos eram de cor púrpura esbranquiçado com veias púrpura no estandarte e asas púrpura esbranquiçado, enquanto que as flores observadas nas plantas do acesso V19 eram de um tom mais escuro com veias roxas no estandarte e asas roxas e, as flores observadas nas plantas dos acessos V21 e V23, eram púrpura de um tom mais claro no estandarte e asas amareladas com manchas roxas nas pontas.

Os acessos V19, V21 e V23 deram origem às vagens mais compridas e com maior número médio de grãos por vagem. Estes acessos necessitaram de mais dias para atingir a floração e a maturação e, juntamente com o acesso V16, foram os que obtiveram o maior ciclo de vida das plantas assim como as plantas com menor altura média à colheita.

A avaliação morfológica realizada sugere que os acessos V19, V21 e V23 pertençam a variedades de Faveta-de-Beja distintas dos restantes acessos.

Nas plantas do acesso V26 (*V. faba*) foi observado um hábito de crescimento determinado, ereto e vertical, como na maioria dos acessos de Faveta-de-Beja. O seu número médio de ramificações e a distribuição das vagens nas plantas foram semelhantes aos acessos V19, V21 e V23, ou seja, número médio de ramificações superior ao dos restantes acessos e distribuição uniforme das vagens na planta. Apesar de as flores serem semelhantes às dos acessos de Faveta-de-Beja a nível morfológico, estas apresentaram cor branca a amarelada no estandarte e asas brancas com

manchas castanhas. O acesso V26 (*V. faba*) produziu vagens maiores, em comprimento e largura, do que os acessos de Faveta-de-Beja, no entanto, o número médio de grãos por vagem foi semelhante (2 grãos por vagem). A floração e a maturação foram atingidas mais cedo para este acesso.

O acesso V19 foi o acesso de Faveta-de-Beja que obteve o maior peso médio das plantas, no entanto não apresentou diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) em relação aos acessos V1, V6, V9, V12, V14, V15, V17, V21 e V23.

No valor médio do número de vagens por planta e número de grãos por planta, o acesso V19 foi o que obteve maiores valores e apresentou diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) em relação aos restantes acessos.

Os acessos V1, V3, V6, V7, V9, V12, V13, V14, V15, V17, V19, V21 e V23 foram os acessos de Faveta-de-Beja que apresentaram maior peso médio das vagens por planta e não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre si.

Para o valor médio do peso por vagem, os acessos não apresentaram grandes diferenças significativas entre si, no entanto, entre os acessos de Faveta-de-Beja, o V20 foi o que apresentou o maior valor, com diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) em relação aos restantes.

O acesso que produziu maior número médio de grãos por planta foi o V19 que apresentou diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) em relação aos restantes acessos, no entanto, quando foi observado o peso médio dos grãos por planta, este não mostrou diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) em relação à maioria dos acessos, nomeadamente V1, V2, V3, V4, V6, V7, V9, V12, V13, V14, V15, V17, V21, V23 e V24.

Como já foi referido na avaliação morfológica, os acessos V19, V21 e V23 possuíam vagens mais compridas e assim obtiveram, em média, maior número de grãos por vagem. O V19 mostrou diferenças significativas em relação aos restantes acessos, o V21 e o V23 não apresentaram diferenças significativas entre si e o V23 não mostrou diferenças significativas dos acessos V13 e V16. Uma grande parte dos acessos, incluindo o V26 (*V. faba*) não mostraram diferenças significativas entre si e obtiveram apenas entre 2 a 3 grãos por vagem.

Quanto ao valor médio do peso de mil grãos, os acessos de Faveta-de-Beja V10, V18 e V20 apresentaram os maiores valores. O V20 mostrou diferenças significativas ( $p<0,01$ ) em relação aos restantes, no entanto, obteve um desvio-padrão superior à média. Os acessos que obtiveram os menores valores médios neste parâmetro e que não mostraram diferenças significativas ( $p<0,01$ ) entre si foram o V3, V12, V13, V19, V21 e V23.

Para os acessos V17, V19, V23 e V26 (*V. faba*), os valores médios da razão entre o peso dos grãos e o peso das vagens foram os menores e não apresentaram diferenças significativas ( $p<0,01$ ) entre si, ou seja, para estes acessos, o peso médio dos grãos foi bastante menor do que o peso médio das vagens em comparação com os restantes acessos. No entanto, todos os acessos apresentaram valores acima dos 50%, o que indica que o peso médio dos grãos foi sempre superior a metade do peso médio das vagens.

A maioria dos acessos terminou o ciclo, em média, entre 226 e 242 dias. O acesso V19 teve uma maturação tardia completando o ciclo, em média, aos 279 DAS e apresentou diferenças significativas ( $p<0,01$ ) em relação aos restantes acessos. Seguidamente os acessos V21 e V23 necessitaram de 270 dias e também apresentaram diferenças significativas ( $p<0,01$ ) em relação aos restantes acessos. Por fim, o V16 necessitou, em média, de 260 dias para as suas plantas completarem o ciclo de vida e também apresentou diferenças significativas ( $p<0,01$ ).

O método de HPLC de fase reversa, desenvolvido por Sánchez-Vioque et al. (2011), que permite uma análise com precisão, fácil e rápida de GEC, foi essencial na deteção deste composto nos 26 acessos em estudo.

Na avaliação da percentagem relativa de GEC nas diferentes partes das plantas foi possível observar que estas apresentam diferenças significativas ( $p<0,01$ ) entre si, com valores médios de 123% para o grão, 39% para a vagem e 3% para a folha em relação ao controlo utilizado.

Ao analisar a percentagem relativa média de GEC entre DAS, observou-se que aos 227 DAS, este valor era superior e significativamente diferente ( $p<0,01$ ) dos restantes, tendo nesta data a maioria dos acessos atingido a maturação do grão. Contudo, entre os DAS

42, 63, 87, 115, 136, 157 e 178, correspondente ao estado vegetativo, não foram observadas diferenças significativas nas amostras de folhas ( $p < 0,01$ ).

Para as diferentes partes das plantas dos diferentes acessos, apesar de não ter sido possível verificar a existência de diferenças significativas, os dados sugerem que a maioria dos acessos apresentam percentagens relativas médias no grão superiores à do controlo utilizado e, como seria de esperar, os acessos V25 (*V. villosa*) e V26 (*V. faba*) foram os que apresentaram menores valores visto pertencerem a espécies diferentes. Sánchez-Vioque et al. (2011) verificaram as maiores concentrações de GEC, nos V16 e V19 (28,9 e 25,2 g/kg, respetivamente). No nosso estudo, como o GEC foi determinado em termos de percentagem relativa, estes valores não se podem comparar.

Para as vagens dos diferentes acessos, os valores médios das percentagens relativas obtidos foram sempre inferiores ao do controlo utilizado. Esta observação sugere que a quantidade de GEC presente no grão aumente à medida que o grão atinge a sua maturação. Tendo em conta os resultados obtidos, os acessos de Faveta-de-Beja com menores percentagens relativas de GEC na vagem foram o V7, V19, V23 e V24 que não chegaram a atingir 5% em relação ao controlo utilizado. Para o acesso V26 (*V. faba*), o composto não foi detetado nas vagens.

Na folha, os valores médios da percentagem relativa de GEC obtidos não ultrapassaram os 10% e, para a maioria dos acessos, não ultrapassaram os 5% em relação ao controlo utilizado. Estes resultados sugerem que as folhas de Faveta-de-Beja possam ser consumidas sem causarem problemas de toxicidade associados ao GEC.

## 6. Conclusão

O acesso V19 apresentou diferenças morfológicas em relação aos restantes acessos e foi o que obteve os maiores valores médios do peso das plantas, do número de vagens por planta, do peso das vagens por planta e do número de grãos por planta.

Os acessos V21 e V23 também apresentaram diferenças morfológicas em comparação com os restantes acessos, mas mostraram ser semelhantes ao acesso V19 em determinados parâmetros produtivos e morfológicos, nomeadamente no hábito de crescimento, distribuição das vagens na planta, altura e peso das plantas e peso das vagens e grãos.

Os acessos V10, V16 e V20 foram os que obtiveram maior valor médio do índice de colheita, tendo tido baixa produção de biomassa. Contudo, estes acessos mostraram percentagens relativas de GEC no grão superiores à do controlo utilizado. Consequentemente, o grão destes acessos poderá ser tóxico para monogástricos se ingerido em grandes quantidades e em fresco.

O composto GEC foi observado em maior quantidade no grão, intermédia na vagem e menor na folha. De facto, este composto foi descrito como estando presente no grão da Faveta-de-Beja, onde é utilizado como mecanismo de defesa de maneira a garantir a germinação da planta. De um modo geral, esta cultura poderá ser consumida até ao início da formação da vagem (206 DAS), quando a percentagem relativa de GEC não atinge valores superiores a 50%.

Dos resultados obtidos, o acesso que poderia ser utilizado para a produção de grão seria o V6 que, apesar de ter obtido um índice médio de colheita entre 30 e 40%, foi o que obteve menor percentagem média relativa de GEC, não tendo atingido os 50% em comparação com o controlo utilizado.

Os acessos V19 e V23 tiveram, para as vagens, percentagens relativas de GEC baixas em comparação com o controlo (5 e 4%) e, sendo os acessos que produziram maior número médio de vagens por planta e obtiveram maior peso médio de vagens por planta, estes seriam os mais indicados para a produção de vagens.

Como a percentagem relativa de GEC nas folhas foi muito inferior (<10%), é possível que as folhas de Faveta-de-Beja possam ser consumidas sem existirem problemas de

toxicidade. Partindo deste pressuposto, os acessos mais indicados à produção de folhas seriam os que obtiveram maiores pesos médios por planta, nomeadamente V1, V6, V9, V12, V14, V15, V17, V19, V21 e V23 assim como os acessos V3 e V4 em que o composto não foi detetado nas folhas.

Por fim, para desenvolver este tema seria interessante fazer um estudo sobre o conteúdo nutricional das folhas de Faveta-de-Beja e perceber de que maneira estas poderiam ser integradas na alimentação humana.

## Bibliografia

- Abd El Moneim, A. M. (1992). Narbon Vetch (*Vicia narbonensis* L.): a potencial feed legume crop for dry areas in West Africa. *Journal of Agronomy and Crop Science* 169: 347-353
- Altinok, S. (2002). The effects of different mixture of hairy vetch (*Vicia villosa* L.) and Narbonne vetch (*Vicia narbonensis* L.) seeded with barley (*Hordeum vulgare* L.) on silage quality. *Tarim Bilimleri Dergisi* 8(3): 232-237
- Bennett, S. J., Maxted, N. (1997). An ecogeographic analysis of the *Vicia narbonensis* complex. *Genetic Resources and Crop Evolution* 44: 411-428
- Bryant, J. A., Hughes, S. G. (2011). Wild crop relatives: genomic and breeding resources. Legume crops and forages. Chapter 14: 279
- Castleman, G. (2000). A Guide for Feeding Narbon Bean to Animals. Department of Natural Resources and Environment, Australia
- Ecocrop. (2013). Ecocrop Database. FAO, Rome, Italy. Acedido a 29-09-2018 em <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropView?id=10809>
- El-Bok, S., Jabri, C., Ben-Brahim, T., Lamine, O., El-Gazzah, M., Zoghalmi-Khéilil, A. (2015). Pod, seed traits and cytotaxonomic studies of some *Vicia narbonensis* L. accessions (Fabaceae). *Saudi Journal of Biological Sciences* 24: 1689-1696
- El-Bok, S., Zoghalmi-Khelil, A., Ben Brahim, T., Ouji, A., Hassen, H., Lamine, O., Jabri, C., Douggar, R., El-Gazzah, M. (2014). Chromosome number and karyotype analysis of some taxa of *Vicia* genus (Fabaceae): revision and description. *International Journal of Agriculture and Biology* 16: 1067-1074
- Enneking, D. (1994). The toxicity of *Vicia* species and their utilisation as grain legumes. PhD thesis, University of Adelaide, South Australia
- Enneking, D., Delaere, I. M., Tate, M. (1998). *Phytochemistry* 48: 643-645
- Enneking, D., Maxted, N. (1995). Narbon bean (*Vicia narbonensis* L.). *Evolution of Crop plants* 2nd ed: 316-321

Enneking, D., Wink, M. (2000). Towards the elimination of anti-nutritional factors in grain legumes. *Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21<sup>st</sup> Century*: 671-683

FAO. (2016) Climate change and food security: risks and responses

FAO. (2016) The state of food and agriculture – climate change, agriculture and food security

FAO. (2017) Agricultural transformation in Africa – The role of natural resources. *Nature and Faune* vol. 31 (1)

Firincioglu, H. K., Unal, S., Pank, Z., Beniwal, S. P. S. (2012). Growth and development of narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) genotypes in the semi-arid central Turkey. *Spanish Journal of Agricultural Research* 10(2): 430-442

Flora Ibérica. Acedido a 29-09-2018 em [http://www.floraiberica.es/PHP/cientificos\\_.php?gen=Vicia](http://www.floraiberica.es/PHP/cientificos_.php?gen=Vicia)

HYPPA. (2000). Unité de Malherbologie & Agronomie Weed Science & Agronomy INRA-Dijon. Acedido a 29-09-2018 em [https://www2.dijon.inra.fr/hyppa/hyppa-a/vicna\\_ah.htm](https://www2.dijon.inra.fr/hyppa/hyppa-a/vicna_ah.htm)

Kendir, H., Sahin-Demirbag, N., Aasim, M., Khawar, K. M. (2008). In vitro plant regeneration from Turkish Narbon Vetch (*Vicia narbonensis* L. var. *narbonensis* L.). *African Journal of Biotechnology* 8(4): 614-618

Korte, C. J. (2000). Development of Narbon Bean as a Commercial Crop for Low Rainfall Cropping Zones. Department of Natural Resources and Environment, Australia

Mateo Box, J. M. (1961). Leguminosas de grano. Salvat Editores

Mebarkia, A., Abbas, K., Abdelguerfi, A. (2010) Phenology and Agronomic Performances of the Species *Vicia narbonensis* L. in the Semi-arid Region of Sétif. *Journal of Agronomy* 9(3): 75-81

Nadal, S., Moreno, M. T., Martínez, C., Cubero, J. I. (2004). Los alberjones (*Vicia narbonensis*): el redescubrimiento de una leguminosa.

Royo, M. A., Tate, M., Enneking, D. (2006). Narbon bean (*Vicia narbonensis* L.): farmer's dream or devil's bean?. *Grain Legumes* 47: 18-19

Sánchez-Vioque, R., Girón-Calle, J., Rodríguez-Conde, M. F., Vioque, J., De-los-Mozos-Pascual, M., Santana-Méridas, O., Izquierdo-Melero, M. E., Alaiz, M. (2011). Determination of Y-glutamyl-S-ethenyl-cysteine in narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) seeds by high performance liquid chromatography. *Animal Feed Science and Technology* 165: 125-130

Sánchez-Vioque, R., Rodríguez-Conde, M. F., Vioque, J., Girón-Calle, J., Santana-Méridas, O., De-los-Mozos-Pascual, M., Izquierdo-Melero, M. E., Alaiz, M. (2011). A colorimetric method for determination of Y-glutamyl-S-ethenyl-cysteine in narbon vetch (*Vicia narbonensis* L.) seeds. *Analytical Biochemistry* 418: 180-183

Siddique, K. H. M., Loss, S. P., Regan, K. L., Jettner, R. L. (1999). *Australian Journal of Agricultural Research* 50: 375-387