

Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

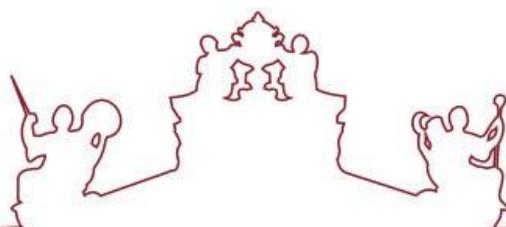
Mestrado em Engenharia Agrónómica

Dissertação

Controlo de infestantes em pós-emergência na cultura do grão-de-bico
(*Cicer Arietinum* L.)

José Miguel Mira Lopes Inácio

Orientador(es) | José Francisco Barros



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

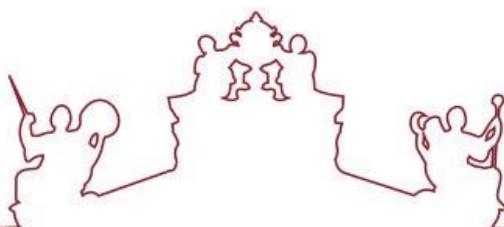
Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

Controlo de infestantes em pós-emergência na cultura do grão-de-bico
(*Cicer Arietinum* L.)

José Miguel Mira Lopes Inácio

Orientador(es) | José Francisco Barros



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | Vasco Fitas da Cruz (Universidade de Évora)

Vogais | Isabel Maria Vitória Duarte Maçãs Duarte (Instituto Nacional de Investigação Agrária) (Arguente)

José Francisco Barros (Universidade de Évora) (Orientador)

*“Escolhe um trabalho de que gostes,
e não terás de trabalhar nem um dia na tua vida.”*

Confúcio

AGRADECIMENTOS

Começo por deixar uma enorme palavra de agradecimento ao Professor José Francisco Calado Barros, por ter aceitado ser o meu orientador, por tudo o que me proporcionou neste trabalho e, sobretudo, pela sua disponibilidade, por todo o apoio e por todo o conhecimento que me transmitiu ao longo da elaboração desta dissertação.

À Engenheira Filipa Santos e ao Engenheiro Manuel Figo, pelo apoio técnico nos ensaios.

À Doutora Isabel Duarte e ao INIAV (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária) através da Estação de Melhoramento de Plantas de Elvas, por todo o apoio prestado na realização deste ensaio.

Aos meus pais, irmão e à Ana, deixo o meu maior agradecimento, por me terem acompanhado ao longo de toda esta etapa, pela compreensão e por todo o apoio e motivação, que foi essencial para conclusão deste trabalho.

Por fim, quero também agradecer a todos os meus amigos e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a elaboração desta dissertação.

RESUMO

O presente trabalho foi levado a cabo na Herdade do Passinho (Elvas), pertença do INIAV (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária) no ano agrícola de 2018/2019 e consistiu no estudo do efeito de dois herbicidas comerciais, no caso o Agil[®] e o Lentagran[®], cujas substâncias ativas são o propaquizafope e o piridato, respetivamente. A primeira destas duas substâncias ativas, está indicada para controlar infestantes de folha estreita (monocotiledóneas) e a segunda, para controlar infestantes de folha larga (dicotiledóneas) em pós-emergência, na cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.).

Foi objetivo deste trabalho, estudar a eficácia do propaquizafope no controlo do *Lolium rigidum* Gaudin (erva-febra) e do piridato, no controlo das infestantes de folha larga presentes no ensaio, bem como o seu efeito na produtividade da cultura. Para isso, aplicaram-se três doses diferentes de propaquizafope em mistura com uma dose de piridato, em duas épocas diferentes, correspondendo cada uma delas a dois estádios de desenvolvimento também diferentes, das infestantes e da própria cultura.

Constatou-se, que a eficácia do propaquizafope no controlo do *Lolium rigidum* foi elevada para as duas doses mais altas, em ambas as épocas de aplicação e significativamente menor para a dose mais baixa, também em ambas as épocas. O piridato, mostrou uma muito baixa eficácia no controlo das infestantes dicotiledóneas, em ambas as épocas de aplicação. Esta baixa eficácia, conduziu a uma diferença não significativa na produtividade da cultura entre todos os tratamentos, onde se aplicaram os herbicidas. Não foram observados, quaisquer sintomas de fitotoxicidade dos herbicidas na cultura.

Palavras-chave: grão-de-bico, infestantes, herbicidas, propaquizafope e piridato.

Post-emergence weed control in chickpea crop (*Cicer Arietinum* L.)

ABSTRACT

The present work was carried out in the Farm of Passinho (Elvas), belonging to INIAV (National Institute of Agrarian and Veterinary Research) in the year of 2018/2019 and consisted in the study of the effect of two commercial herbicides, in this case Agil® and Lentagran®, whose active ingredients are propaquizafop and pyridate, respectively. The first of these two active ingredients is indicated to control grass weeds and the second, to control broadleaved weeds in post-emergence, in the chickpea crop (*Cicer arietinum* L.). The aim of this work was to study the efficacy of propaquizafop in the control of *Lolium rigidum* Gaudin (erva-febra) and pyridate, in the control of broadleaved weeds present in the experiment, as well as its effect on crop yield. For this, three different doses of propaquizafop were applied in mixture with a dose of pyridate, in two different timings, each corresponding also, to two different weed and crop development stages.

The obtained results showed that the efficacy of propaquizafop in the control of *Lolium rigidum* was high for the two highest doses, in both application timings and significantly lower for the lowest dose, also in both timings. Pyridate showed a very low efficacy in the control of broadleaved weeds in both application timings. This low efficacy led to a non-significant difference in crop yield among all treatments, where herbicides were applied. No symptoms of herbicide phytotoxicity were observed in the crop.

Key Words: chickpea, weeds, herbicides, propaquizafop and pyridate.

ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE QUADROS.....	V
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2. 1. A Cultura do Grão-de-Bico.....	3
2. 1. 1. Caracterização botânica.....	3
2. 1. 1. 1. Taxonomia.....	3
2. 1. 1. 2. Morfologia.....	3
2. 1. 1. 3. Variedades.....	5
2. 1. 1. 4. Fases de desenvolvimento do grão-de-bico.....	6
2. 1. 2. Importância da cultura do grão-de-bico.....	6
2. 1. 3. Controlo de infestantes no grão-de-bico.....	8
2. 1. 3. 1. Importância do controlo de infestantes no grão-de-bico.....	8
2. 1. 3. 2. Controlo mecânico de infestantes na cultura do grão-de-bico.....	10
2. 1. 3. 3. Controlo químico de infestantes no grão-de-bico.....	11
2. 1. 3. 3. 1. Características dos herbicidas estudados na cultura do grão-de-bico.....	14
2. 1. 4. Relação entre a aplicação de herbicidas, a produção de grão e os componentes da produção.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Descrição do ensaio.....	19
3.2. Caracterização edafo-climática.....	19
3.2.1. Caracterização climática.....	19

3.2.2. Caracterização edáfica	21
3.3. Técnicas culturais.....	22
3.4. Tratamentos e delineamento experimental	24
3.5. Observações e determinações	26
3.5.1. Eficácia dos herbicidas	26
3.5.2. Produção de grão e seus componentes	28
3.6. Tratamento estatístico.....	30
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	31
4.1. Eficácia dos herbicidas	31
4.1.1 Eficácia do propaquizafope	31
4.1.2. Eficácia do piridato	32
4.2. Produção de grão.....	33
4.3. Componentes da produção, índice de colheita e matéria seca total	35
5. CONCLUSÕES.....	41
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS	I
Anexo 1. Valores dos quadrados médios, probabilidade, erro e coeficiente de variação dos componentes da produção, do índice de colheita e da matéria seca total.....	II

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Planta típica de grão-de-bico	4
Figura 2 - Esquema do ensaio	26
Figura 3 - Relação entre a eficácia do herbicida propaquizafope no controlo do <i>Lolium</i> e a produção de grão, para a média dos tratamentos	35
Figura 4 - Relação entre a eficácia do herbicida piridato no controlo das infestantes dicotiledóneas e a produção de grão, para a média dos tratamentos	36
Figura 5 - Relação entre a altura das plantas e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos	38
Figura 6 - Relação entre o número de vagens por planta e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos	39
Figura 7 - Relação entre o peso de 100 grãos e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos	39
Figura 8 - Relação entre o número de grãos por unidade de área e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos	40
Figura 9 - Relação entre a produção de matéria seca total por unidade de área e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos.....	40
Figura 10 - Relação entre o índice de colheita e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos	41

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Dados climáticos de Elvas, para o período de 1982 a 2012 (Estação Meteorológica de Elvas).....	20
Quadro 2 - Dados climáticos para Elvas, no ano agrícola de 2018/2019 (Estação Meteorológica da Estação de Melhoramento de Plantas de Elvas - INIAV).....	20
Quadro 3 - Algumas características físicas e químicas do solo Vc (calcário vermelho de calcário).....	21
Quadro 4 - Calendário das operações culturais e contagem de infestantes efetuada no ensaio	24
Quadro 5 - Tratamentos e épocas de aplicação dos herbicidas	25
Quadro 6 - Número médio de infestantes presentes e reinfestação verificadas no ensaio, para as duas épocas de aplicação dos herbicidas	28
Quadro 7 - Eficácia (%) do propaquizafope no controlo de <i>Lolium rigidum</i> G.....	31
Quadro 8 - Eficácia (%) do piridato no controlo das infestantes dicotiledóneas	32
Quadro 9 - Produção de grão (g m ⁻²)	33
Quadro 10 - Efeito dos diferentes tratamentos nos componentes da produção, na matéria seca total e no índice de colheita	35

ANEXOS

Anexo 1- Valores dos quadrados médios, probabilidade, erro e coeficiente de variação das componentes da produção do índice de colheita e da matéria seca total	II
--	----

1. INTRODUÇÃO

O grão-de-bico é uma proteagínosa muito importante em todo o mundo quer para alimentação humana, quer fazendo parte de rações para animais. É rica em proteína (21,1 %), carboidratos (61,5 %), ácidos gordos (4,5 %), sendo também rica em cálcio, ferro e vitamina B3 (Bhutada e Bhale, 2015). No entanto, o balanço entre a oferta e a procura é bastante negativo, com a primeira a ser muito inferior à segunda, particularmente no continente Europeu, mas também em Portugal.

Segundo Duarte *et al* (2014), o grão-de-bico é uma das culturas importantes em termos de produção de proteína vegetal, com boa capacidade de adaptação às condições mediterrânicas. É na verdade, uma espécie muito bem-adaptada às alterações ambientais próprias do clima mediterrânico e em sementeiras de outono-inverno pode alcançar produções muito satisfatórias, pelo facto da cultura crescer e desenvolver-se durante o inverno, com mais humidade no solo. Assim, é cada vez mais premente, o aumento da área semeada com esta cultura no nosso país, bem como o aumento da sua produtividade nas nossas condições ecológicas mediterrânicas. Porém, isto não é tarefa fácil, porque vários constrangimentos se colocam e, entre eles, está a dificuldade no controlo das infestantes, as quais podem conduzir a quebras de produtividade bastante significativas na cultura. O controlo mecânico é contraproducente por ser dispendioso pois, para um controlo eficaz das infestantes ao longo do ciclo da cultura, seria necessária a passagem das alfaías agrícolas, mais que uma vez. Também a erosão que este método de controlo das infestantes poderá causar nos solos, em sementeiras de outono-inverno, é um aspeto que não pode ser descurado. Por outro lado, os herbicidas de pré-emergência homologados em Portugal para a cultura do grão-de-bico, têm-se revelado pouco eficazes no controlo de muitas infestantes que surgem na cultura e para controlar infestantes de folha larga (dicotiledóneas) em pós-emergência, existe apenas uma substância ativa (piridato) homologada, mas sobre a qual não existem estudos concludentes relativamente à sua eficácia no controlo dessas infestantes, bem como da tolerância da cultura a esta substância. No nosso país, não há qualquer herbicida de pós-emergência, homologado para controlar infestantes de folha estreita (monocotiledóneas), na cultura do grão-de-bico.

Deste modo, foi objetivo do presente trabalho, estudar a eficácia da mistura de duas substâncias ativas de pós-emergência (propaquizafope + piridato) para controlar infestantes de folha estreita e folha larga na cultura do grão-de-bico. A substância ativa propaquizafope não está homologada no nosso país para a cultura do grão-de-bico, mas encontra-se registada na nossa vizinha Espanha, para controlar infestantes de folha estreita em pós-emergência nesta cultura, em condições edafo-climáticas semelhantes às nossas.

O propaquizafope foi aplicado em três doses diferentes e o piridato, apenas com uma dose, em duas épocas de aplicação, correspondendo a diferentes fases de desenvolvimento das infestantes e da cultura, de modo a determinar-se a sua eficácia no controlo das infestantes e na produtividade da cultura, bem como, aferir da tolerância desta, a estas substâncias ativas, em fases diferentes do seu desenvolvimento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. 1. A Cultura do Grão-de-Bico

2. 1. 1. Caracterização botânica

2. 1. 1. 1. Taxonomia

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) com origem no sudeste da Turquia, nas adjacências com a Síria (Ladizinsky 1975), pertence ao género *Cicer*, família Fabaceae e subfamília Faboideae. *Cicer* é originado do latim, derivando do grego “kikus”, que significa força ou resistência. Duschak (1871) refere que “kikar” significa redondo e deriva do Hebrew “Kirkes”. Taxonomicamente, o género *Cicer* foi originalmente classificado na tribo Vicieae, mas a sua posição é suficientemente distinta para considerá-lo numa tribo própria a Cicerae. Os últimos trabalhos sobre taxonomia mostram, que existem 43 espécies do género *Cicer*, sendo nove anuais e 34 perenes ou vivazes (Van Der Maesen, 1987). A palavra arietinum é também latina, traduzida do Grego “krios”, outro nome para o carneiro e o grão-de-bico, numa alusão à forma da semente, a qual se assemelha a uma cabeça de carneiro (Van der Maesen, 1987).

2. 1. 1. 2. Morfologia

O grão-de-bico é uma planta herbácea anual diploide ($2n=2x=16$), com ramos a partir da base e apresentando uma grande variação morfológica na maioria das suas características, podendo ser considerada praticamente, um pequeno arbusto (Diwakar e Singh, 1995).

Tem um crescimento indeterminado, o que significa que o seu crescimento vegetativo continua, mesmo depois de ter atingido a fase de desenvolvimento da floração. Consequentemente, é frequente haver uma sequência de folhas, botões florais, flores e aparecimento de vagens ao longo de cada um dos ramos da planta.

As plantas do grão-de-bico contêm diversas glândulas excretoras e só param de florir, quando sujeitas a alguma forma de “stress”, tal como, deficiência hídrica,

temperaturas muito elevadas, geadas, deficiências em nutrientes, como por exemplo o azoto, fitotoxicidade provocada por produtos químicos (herbicidas, fungicidas, inseticidas, etc.) e ainda, “stress” provocado por danos mecânicos (Saskpulse, 2011).

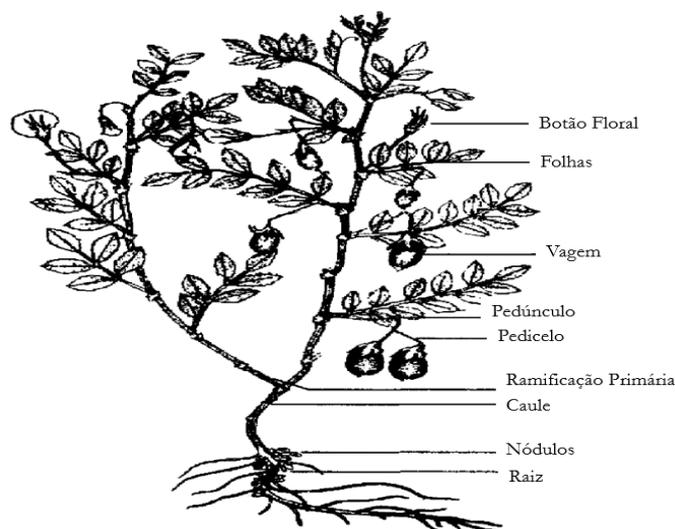


Figura 1 - Planta típica de grão-de-bico (Singh e Dikawar, 1995)

A germinação no grão-de-bico é hipógea, ou seja, os cotilédones ficam abaixo da superfície do solo (Kosgey, 1994).

O sistema radical do grão-de-bico é caracterizado por ter uma raiz principal bem desenvolvida e poucas raízes laterais (3 ou 4). Não obstante o sistema radical possa atingir 1,2 metros de profundidade, a maior parte dele, concentra-se nos primeiros 60 cm de solo (Singh, 1997). As raízes têm tecidos parenquimatosos ricos em amido e apresentam nódulos, consequência da sua associação simbiótica com bactérias do género *Rhizobium*. A planta do grão-de-bico pode ser prostrada ou ereta, com uma altura que pode atingir 1,3 metros (Vieira *et al.*, 2001).

As folhas são geralmente compostas por folíolos imparipinulados, com margens serradas e estipuladas na base, podendo, por vezes, os folíolos serem paripinulados ou trifoliados (Vieira *et al.*, 2001). O número de pares de folíolos por folha, pode variar de três a mais de treze e têm geralmente, 10-15 milímetros de comprimento e 4-12 milímetros de largura. As estípulas (estruturas que ligam a folhas ao caule) têm geralmente 3-5 mm de comprimento e 2-4 mm de largura. Toda a superfície externa da planta, com exceção da corola, é coberta com pelos (Vieira *et al.*, 2001).

As flores, tipicamente papilionáceas, são solitárias e axilares, pequenas e, geralmente, com corola branca, rosácea ou violácea (IBGR, 1985). Os pedúnculos têm 6 a 30 mm de comprimento e os pedicelos, 6 a 13 mm (Vieira *et al.*, 2001).

O grão-de-bico é uma planta tipicamente de autopolinização, podendo ocorrer também, alguma polinização entomófila, pelas abelhas. A floração pode ocorrer entre 30 a 100 dias após a sementeira (Summerfield *et al.*, 1987).

O fruto do grão-de-bico é uma vagem pubescente, acuminada e intumescida, com um tamanho médio de 15 a 20 mm de comprimento (IBPGR, 1985), podendo conter de uma a quatro sementes de superfície enrugada, no seu interior (Allen e Allen, 1981). O formato da vagem pode ser romboide, oblongo ou ovado (Singh, 1997). Em média, os ramos primários contribuem para 54% da produção, os ramos secundários para 27% e o ramo principal para 19% (Singh, 1997).

2. 1. 1. 3. Variedades

Existem bastantes variedades de grão-de-bico e todas elas pertencem a um dos dois tipos de grão-de-bico existentes, que são o tipo Desi e o tipo Kabuli.

O tipo Desi caracteriza-se por apresentar uma semente de pequeno calibre (microsperma), aparência angular, a superfície rugosa, sendo o seu revestimento espesso de cor amarela, castanha, preta ou verde. As plantas são de porte pequeno, com folhas pequenas e as flores de cor púrpura. Este tipo de grão-de-bico representa 80 a 85% da produção mundial (Jukanti *et al.*, 2012), tendo maior expressão no subcontinente indiano, na Etiópia, Irão e México (Pande *et al.*, 2005).

O tipo Kabuli caracteriza-se por apresentar uma semente de maior calibre (macrosperma), sendo o peso de 100 sementes superior a 25 gramas, de forma arredondada, com uma superfície lisa, um revestimento fino, com menor teor de fibras que o tipo Desi e de cor creme ou branca. As plantas apresentam um porte médio a alto, com folíolos maiores, em comparação com o tipo Desi e flores de coloração branca. Este tipo de grão-de-bico tem uma maior expressão na região do Mediterrâneo, que inclui o sul da Europa, Ásia ocidental e norte de África, assim como a Austrália e a América do Norte (Pande *et al.*, 2005).

2. 1. 1. 4. Fases de desenvolvimento do grão-de-bico

A cultura do grão-de-bico, assim como qualquer outra cultura, apresenta várias fases de desenvolvimento, estando elas divididas em três etapas distintas, que são: a fase de crescimento vegetativo, a fase de desenvolvimento reprodutivo e a maturação fisiológica. A fase de crescimento vegetativo está dividida em seis subfases, que são: VE (emergência da semente), V1 (primeira folha multifoliada começou a desenvolver-se a partir da gema), V2 (segunda folha multifoliada começou a desenvolver-se), V3 (terceira folha multifoliada começou a desenvolver-se), V4 (quarta folha multifoliada começou a desenvolver-se) e VN (N folha multifoliada começou a desenvolver-se). A fase de desenvolvimento reprodutivo está também, dividida em seis subfases, que são: R1 (floração, uma flor aberta na planta), R2 (floração completa, maior parte das flores estão abertas), R3 (vagem visível), R4 (vagem atingiu o tamanho final e está plana), R5 (primeiras sementes enchem as cavidades da vagem) e R6 (total enchimento da vagem, redonda). Por fim, a fase da maturação fisiológica é composta por duas subfases, sendo elas: R7 (as folhas começam a secar e 50% das vagens secam) e RH [90% das vagens estão secas (a cultura está pronta a ser colhida)] (Nothorn Pulse Growers Association – USA).

2. 1. 2. Importância da cultura do grão-de-bico

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) pertence à família botânica *Fabaceae* ou *Leguminosae* (leguminosa) e é uma das culturas leguminosas mais importantes como fonte de proteína em todo o mundo, sendo cultivada em mais de 10 milhões de hectares, com uma produção de cerca de 9 milhões de toneladas de grão (Buthada e Bhale, 2015). É o continente Asiático o maior produtor, com uma produção aproximada de 84,5 %, do total. A Índia é o maior produtor desta cultura, com uma área cultivada de cerca de 8 milhões de hectares e uma produção total aproximada, de 7,1 milhões de toneladas de grão (Buthada e Bhale, 2015). Portugal é um país deficitário em grão-de-bico, embora esta cultura seja cultivada praticamente um pouco por todo o País, exceto nas regiões húmidas do Norte e centro litoral e nas terras mais altas das Beiras (Tavares de Sousa, 1989). A superfície semeada de grão-de-bico, foi em 2017, de 1833 hectares, tendo-se obtido uma produção total de grão, de 1506 toneladas (INE, 2017).

Sendo uma planta proteagínosa, ou seja, muito rica em proteína (18 a 36 %) e com aptidão para a produção de grão, está cada vez mais, a tornar-se uma prioridade, não só para a agricultura europeia, mas também para a agricultura mundial (Duarte *et al.*, 2015). A grande falta de fontes proteicas, principalmente para os alimentos compostos para animais, está a deixar a Europa cada vez mais dependente de matérias primas oriundas de países terceiros, como é por exemplo, o caso da soja. Também para a alimentação humana, o panorama é muito preocupante e, em Portugal, todos os anos, temos necessidade de importar cerca de 70 mil toneladas de grão-de-bico (Duarte *et al.*, 2015).

Esta cultura, sendo fundamental como fonte proteica, é também muito importante nos sistemas agrícolas, nomeadamente fazendo parte das rotações de culturas, possibilitando a sua diversificação. Como leguminosa que é, fixa simbioticamente o azoto atmosférico através da associação das suas raízes com bactérias do género *Rhizobium* (Chudleigh, 2012), tornando-a autossuficiente neste macronutriente principal e deixando no solo, algum desse azoto para a cultura que a segue na rotação, reduzindo desse modo a necessidade de adubação azotada e conseqüentemente, os custos de produção. É também de extrema importância no controlo de doenças, interrompendo o ciclo de muitas delas e no controlo de infestantes, devido à sua data de sementeira. Por estas razões, não só em Portugal, mas em muitos outros países, o grão-de-bico utiliza-se normalmente como cultura integrada na rotação de cereais (Barros *et al.*, 2018). Quando o agricultor opta por utilizar a sementeira direta (não mobilização) como técnica de instalação das culturas, o grão-de-bico desempenha também, um papel importante na criação de porosidade biológica ao longo do perfil do solo, devido ao crescimento e diâmetro das suas raízes, que é um dos objetivos que se pretende atingir com esta técnica. Este aspeto, tem particular interesse em cereais de outono-inverno. Todas as vantagens da cultura do grão-de-bico para os cereais no geral e para o trigo em particular, têm ficado demonstradas (Taran *et al.*, 2013).

2. 1. 3. Controle de infestantes no grão-de-bico

2. 1. 3. 1. Importância do controle de infestantes no grão-de-bico

Não existe na cultura do grão-de-bico, uma flora infestante específica, como sucede na maioria das outras culturas. Estão identificadas mais de 75 espécies de infestantes, que surgem nesta cultura, na região Mediterrânea (Loudyi, 1988), não obstante, a associação de certas espécies com a cultura, seja função da adaptação ao clima, tipo de solo e sua fertilidade, rotação de culturas, data de sementeira, gestão da água e tecnologia do controle das infestantes (Solh e Pala, 1990).

O grão-de-bico é pouco competitivo com as infestantes, pela sua taxa de crescimento lenta e desenvolvimento limitado da área foliar nos primeiros estádios de desenvolvimento e estabelecimento (Khan *et al.*, 2012; Kaushik *et al.*, 2014), sendo a infestação um dos maiores constrangimentos na produção.

As infestantes competem com a cultura pelo espaço, água e nutrientes, causando perdas de produção consideráveis (Singh *et al.*, 2008; Kaushik *et al.*, 2014) se não forem controladas adequadamente. No entanto, as espécies de infestantes têm diferentes efeitos na quebra de produção da cultura, dependendo do seu hábito de crescimento, necessidades de nutrientes e absorção de água (Solh e Pala, 1990), sendo as infestantes anuais de folha-larga, as que mais competem com o grão-de-bico, devido ao seu padrão similar de crescimento e, a severidade da competição, aumenta com o avanço no crescimento (Bhan e Kukula, 1987). Segundo Lemerle *et al.* (1995) não só no grão-de-bico, mas nas culturas leguminosas para produção de grão, em geral, a densidade de plantas, é um fator importante que afeta a competição da cultura com as infestantes e, conseqüentemente, a produção de grão.

O arranjo espacial em leguminosas para grão, pode reduzir a emergência das infestantes e aumentar a capacidade competitiva da cultura e, entrelinhas estreitas, geralmente aumentam a altura das plantas, a qual está positivamente correlacionada com a forte capacidade de supressão das infestantes (Mohler, 1996). No entanto, Benvenuti e Macchia (2000) referem, que a competição entre plantas nas culturas de leguminosas para grão sugere, que a capacidade das culturas para suprimir as infestantes, com altas densidades, está muitas vezes inversamente correlacionada, com a produtividade dessas culturas.

De acordo com Tanveer *et al.* (2010) e Tepe *et al.* (2011), a severidade da quebra de produção depende da quantidade e espécies de infestantes presentes, da duração da infestação, do nível de fertilidade, das condições climáticas, as quais afetam o crescimento da cultura e das infestantes e, muitas destas, removem os nutrientes mais eficientemente, que a própria cultura. Em condições de sequeiro, a eficiência do uso da água pelas infestantes, pode aumentar severamente a deficiência hídrica. Muitas infestantes, podem crescer mais rapidamente que a cultura e terem porte mais alto, inibindo o crescimento desta e, interceptando a radiação solar, afetam a fotossíntese com consequências na sua produtividade (Rao, 2000). As infestantes representam também, uma oportunidade de albergar insetos (pragas) e doenças, contribuindo para a redução da produção, deterioram a qualidade da semente e criam problemas de armazenamento das mesmas (Rashid *et al.*, 2009).

O atraso no controlo das infestantes pode resultar numa quebra acentuada da produção da cultura devido à competição dessas infestantes. O período crítico para o controlo das infestantes é o mínimo espaço de tempo durante o qual as infestantes devem ser controladas em ordem a prevenir perdas na produção da cultura (Weaver e Tan, 1983).

Segundo os mesmos autores, o início e o fim deste período não é fixo, mas está altamente dependente das espécies de infestantes, densidade, competitividade e periodicidade na emergência, mas também das condições climáticas, tipo de solo, local e condições de irrigação. Singh e Singh (1992) consideram o período inicial de 60 dias, enquanto Goud *et al.* (2013) referem, 30 a 45 dias depois da sementeira, como o período crítico para a competição da cultura com as infestantes. Por sua vez, Mohammadi *et al.* (2005) referem, que o grão-de-bico deve ficar livre de infestantes entre a 5ª folha e a plena floração, de modo a prevenir mais que 10 % na quebra de produção. Contudo, a competição torna-se mais severa depois dos 60 dias após a sementeira (Solh e Pala, 1990) e na região Mediterrânica, o período crítico poderá variar entre 5 e 7 semanas depois da emergência da cultura do grão-de-bico (Al-Thahabi *et al.*, 1994).

A quebra de produção da cultura do grão-de-bico devido à competição com as infestantes, pode ser superior a 98 % (Solh e Pala, 1990), ou maior que 75 % (Chaudhary *et al.*, 2005), pode variar entre 40 a 94 % (Khan *et al.*, 2011) ou entre 22 e 100 % (Gore *et al.*, 2015). Segundo Naghashzadeh e Beyranvand (2015), a aplicação de Lentagran (piridato) 30 dias após a emergência, obteve os melhores resultados, aumentando a produção de grão e diminuindo a população de infestantes.

2. 1. 3. 2. Controlo mecânico de infestantes na cultura do grão-de-bico

O controlo mecânico de infestantes na cultura do grão-de-bico, vai desde a monda manual até às mobilizações realizadas com alfaías agrícolas.

O controlo de infestantes em pré-sementeira é de extrema importância em qualquer cultura e obviamente também, no grão-de-bico. Caso o agricultor não opte por instalar a cultura através da sementeira direta (não mobilização), o controlo mecânico de infestantes em pré-sementeira será sempre uma possibilidade e quanto mais infestantes se controlarem nesta época, menor quantidade haverá durante o ciclo da cultura. A necessidade de produzir sementes “biológicas” promove o controlo mecânico de infestantes. No entanto, este método de controlo de infestantes estimula a reinfestação, pelo distúrbio que causa no solo, o que conduz à necessidade de mais do que uma passagem com as alfaías durante o desenvolvimento da cultura, para se obter um controlo eficaz. Bhan e Kukula, (1987) referem, que o grão-de-bico é normalmente sachado 2 ou 3 vezes nos primeiros estádios de desenvolvimento, o que torna o controlo mecânico com custos elevados. Além do mais, se as infestantes forem controladas mecanicamente, o espaçamento entrelinhas terá de ser maior, o que diminui a competição da cultura com as próprias infestantes e ainda, aumentará a erosão hídrica, em sementeiras de outono-inverno.

Na produção industrializada, o controlo mecânico de infestantes é limitado pela entrelinha estreita comumente usada e mesmo com entrelinhas mais largas poderão ocorrer danos na cultura, principalmente em plantas mais jovens.

As infestantes que surgem durante o crescimento vegetativo e durante o início da floração, são as que causam maior prejuízo na cultura do grão-de-bico e para se poder realizar o seu controlo mecânico, o espaçamento da entrelinha deverá ser de 50 centímetros (Duarte *et al.*, 2015).

De acordo com Knot e Halila, (1986) a frequência da remoção das infestantes pelo método mecânico, varia com os sistemas de produção e com fatores ambientais, podendo ser necessário cinco ou mais controlos mecânicos para manter a cultura livre de infestantes ao longo do seu ciclo, o que está de acordo com Tanveer *et al.* (1998), os quais referem não haver dúvidas que o controlo mecânico de infestantes seja efetivo, mas não pode ser adotado em larga escala devido à mobilização intensiva e ao custo que acarreta.

2. 1. 3. 3. Controlo químico de infestantes no grão-de-bico

Controlar quimicamente as infestantes, significa aplicar herbicidas, os quais são regulados por vários organismos estatais e europeus, podendo estes produtos divergirem grandemente entre entidades reguladoras.

A disponibilidade de herbicidas homologados para a cultura do grão-de-bico é limitada e além disso, os herbicidas que são efetivos no controlo de um determinado espectro de infestantes nesta cultura, num determinado sistema de produção e área geográfica particular, podem ser completamente diferentes noutro sistema de produção e área geográfica. Deste modo, herbicidas aplicados num determinado país ou região, podem ser ilegais ou inefetivos em outros países ou regiões.

O controlo de infestantes inicia-se antes da cultura ser instalada, ou seja, em pré-sementeira. Quando o agricultor optar por instalar a sua cultura utilizando a técnica da sementeira direta, a única hipótese para controlar infestantes em pré-sementeira, é a química, através da aplicação de herbicidas totais, sendo o glifosato a substância ativa mais utilizada, a qual é sistémica, total e não residual. Este herbicida, permite o controlo de todas as infestantes presentes (mono e dicotiledóneas/anuais e vivazes). Quando o agricultor optar por outro sistema de instalação das culturas, que não a técnica de sementeira direta, o controlo de infestantes poderá ser mecânico ou químico, ou mesmo, este último, poderá ser complementar ao primeiro.

O controlo em pré-sementeira revela-se de extrema importância, porque quanto maior for a quantidade de infestantes controlada nesta época, menor será a pressão posterior destas plantas, na cultura. Dada a germinação escalonada das infestantes, mesmo um controlo eficaz em pré-sementeira não dispensará um posterior controlo em pré-emergência ou pós-emergência, ou por vezes, ambos.

Os herbicidas residuais e seletivos de pré-emergência, aplicados depois da cultura instalada e antes desta e das infestantes emergirem, poderão ter um efeito que variará de alguns dias a várias semanas, sendo esta duração, função das características do herbicida, das doses de aplicação e das condições ambientais, entre outros fatores.

Os herbicidas seletivos de pós-emergência disponíveis para o grão-de-bico são muito limitados, em relação aos disponíveis para outras culturas leguminosas (Denish *et al.*, 2011; Gupta *et al.*, 2018). Existem muito poucos herbicidas de pós-emergência para controlar infestantes de folha larga na cultura do grão-de-bico, sendo a fitotoxicidade que

podem causar, muitas vezes, a sua limitação, não só na produção desta cultura, mas também, em muitas outras leguminosas (Taran *et al.*, 2013; Gupta *et al.*, 2018), resultando num decréscimo significativo da produção, devido às infestantes (Vasilakoglou, 2013). Segundo Taran *et al.* (2013) e Gupta *et al.* (2018), tal como muitas outras leguminosas, o grão-de-bico é mais tolerante aos herbicidas de pré-emergência, comparando com os de pós-emergência e para os mesmos autores, o mesmo herbicida, quando aplicado em pós-emergência, poderá causar mais danos à cultura, do que quando aplicado em pré-emergência. No entanto, a tolerância do grão-de-bico aos herbicidas de pré-emergência, também dependerá da cultivar, das doses aplicadas e das condições ambientais (VanGessel *et al.*, 2000; Taran *et al.*, 2013).

Como é referido por Knights (1991) e Taran *et al.* (2013), um dos maiores obstáculos para o sucesso da cultura do grão-de-bico é a fraca capacidade de competir com as infestantes, podendo haver severas quebras de produção em situações de infestação e a falta de herbicidas de pós-emergência registados para controlar infestantes de folha larga, reduz as opções para o seu manejo. Para Bhan e Kukula (1987) as aplicações de herbicidas em pós-emergência no grão-de-bico, necessitam de grande cuidado no que respeita ao estágio de desenvolvimento e temperatura, de modo a reduzir a fitotoxicidade.

A toxicidade na cultura do grão-de-bico pela aplicação de herbicidas de pós-emergência, manifesta-se por estreitamento, clorose e queimadura das folhas e queda das mesmas, redução do crescimento vegetativo, sendo os órgãos reprodutivos também afetados, conduzindo conseqüentemente à quebra de produção de matéria seca total das plantas e ainda, pelo atraso na floração e maturação da cultura (Taran *et al.*, 2013; Gupta *et al.*, 2018). Segundo Banniza e Vanderberg (2010) e Taran *et al.* (2013) a clorose e a queimadura das folhas aumentam a suscetibilidade das plantas à infeção por microrganismos patogénicos, aumentando o risco de doenças e principalmente da denominada **raiva**, provocada pelo fungo *aschochyta rabiei*, (Pass.) Labr, uma das doenças mais nefastas senão mesmo, a mais nefasta, para a cultura do grão-de-bico.

Segundo Anderson *et al.* (2004), os herbicidas podem afetar a nodulação, a atividade nitrogenase total, a fotossíntese líquida, o peso seco dos caules e raízes, a fixação de azoto e a produção de grão. O crescimento das raízes está associado ao número de nódulos, peso seco dos nódulos, azoto nas raízes, azoto total e azoto fixado. A redução do peso seco das raízes e caules, reduzirá a capacidade da planta para absorver nutrientes,

contribuindo para a falta de resposta ao azoto. A redução na nodulação induzida pelos herbicidas, pode ser o resultado de lesões causadas no sistema radicular ou no *Rhizobium*, antes ou durante a infeção, existindo, no entanto, variedades mais sensíveis a todos estes problemas, do que outras (Datta *et al.*, 2009). Há também, a possibilidade dos herbicidas residuais sendo persistentes no solo, como são os de pré-emergência, possam ter igualmente, um longo impacto na sobrevivência e função do *Rhizobium* (Eberbach e Douglas, 1991). Contudo, muitos herbicidas apenas afetam estes parâmetros, quando aplicados em doses superiores às recomendadas, outros não afetam para as doses recomendadas, enquanto que outros podem ser prejudiciais, mesmo para as doses recomendadas (Khan *et al.*, 2004). No entanto e de acordo com Pahwa e Prakask (1992) a fixação de azoto e, conseqüentemente, a produção de grão-de-bico são reduzidos pela aplicação de herbicidas (Pahwa e Prakask, 1992).

A eficácia dos herbicidas de pós-emergência no controlo de infestantes, depende da quantidade e espécies de infestantes presentes, das doses de aplicação, da fase de desenvolvimento em que se encontram, sendo mais suscetíveis aos herbicidas quanto mais precoces forem essas fases e, também, das condições ambientais (Barros *et al.*, 2016). As infestantes podem ser controladas com doses de herbicida reduzidas, quando são jovens e por isso, mais suscetíveis a estes produtos (Loux *et al.*, 2013; Barros *et al.*, 2016) e segundo Kudsk (2008), numa perspetiva de manejo integrado das infestantes, será importante aplicar doses reduzidas de herbicidas.

Bhalla *et al.* (1998), realizando ensaios na cultura do grão-de-bico e aplicando diversos herbicidas de pré e pós-emergência, obtiveram uma eficácia no controlo das infestantes, que variou entre 50 e 64%, sendo os herbicidas de pré-emergência mais eficazes. Rashid *et al.* (2009) concluíram, que o fornecimento de nutrientes e aplicação de produtos de proteção da cultura (inseticidas e fungicidas) não é suficiente para aumentar a produção da cultura se não houver um controlo eficaz das infestantes.

Em Portugal, existem apenas duas substâncias ativas de pré-sementeira homologadas para controlar infestantes de folha larga (dicotiledóneas) na cultura do grão-de-bico, que são a pendimetalina e a aclonifena. No nosso país, não existem herbicidas de pós-emergência homologados para controlar infestantes de folha estreita nesta cultura e existe apenas uma substância ativa para controlar infestantes de folha larga, que é o piridato. Kay e McMilan (1990) referem, que o piridato é seletivo para o grão-de-bico, mesmo para doses acima de 4,0 Kg ha⁻¹ e que apenas foi observado uma vez, problemas

de fitotoxicidade para 4 Kg ha⁻¹, quando aplicado pouco antes da floração. Por sua vez, McKay *et al.* (2002) referem, que as infestantes de folha estreita, podem ser eficazmente controladas por substâncias como os ariloxifenoxipropionatos, de que é exemplo o propaquizafope, com excelente segurança para a cultura.

2. 1. 3. 3. 1. Características dos herbicidas estudados na cultura do grão-de-bico

Um dos herbicidas estudados na cultura do grão-de-bico, foi o comercialmente designado por LENTAGRAN[®] 45 WP, cuja substância ativa é o piridato. O Lentagran[®] apresenta-se na formulação de pó molhável (WP) com 45% (p/p) de piridato. Esta substância ativa pertence ao grupo químico das fenil piridazinas e é designado (nome químico) pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) como, 6-cloro-3-fenilpiridazina-4-il octilsulfanilformato. Pertence, em função do seu local de ação na planta, ao grupo C3 (Herbicide Resistance Action Committee), ou seja, possui uma translocação limitada através do apoplasto, inibindo a fotossíntese ao nível do fotossistema II (inibe a atividade da proteína D1).

O Lentagran[®] é um herbicida seletivo de absorção foliar que atua por contato e é aplicado em pós-emergência de diversas culturas para controlo de infestantes de folha larga (dicotiledóneas) sendo atualmente o único herbicida homologado em Portugal para aplicação em pós-emergência, na cultura do grão-de-bico. Este herbicida, permite a mistura com outros herbicidas, de modo a aumentar o espetro de ação.

São infestantes suscetíveis a este herbicida, as seguintes: urtiga-morta (*Mercurialis annua* L.), malvão (*Abutilon theophrasti* Medik), bredos (*Amaranthus retroflexus* L.), morrião vermelho (*Anagallis arvensis* L.), margação (*Anthemis arvensis* L.), erva moira (*Solanum nigrum* L.), erva moleirinha (*Fumaria officinalis* L.), catassol (*Chenopodium album* L.), figueira-do-inferno (*Datura stramonium* L.), urtiga-menor (*Urtica urens* L.), bolsa-de-pastor (*Capsella bursa-pastoris* L.), amor-de-hortelão (*Galium aparine* L.), erva feijoeira (*Polygonum convolvulus* L.), *Lamium* spp., erva-da-modã (*Galinsoga parviflora* Cav), mal-casada (*Polygonum lapathifolium* L.), esparguta (*Spergula arvensis* L.) margaças (*Matricaria* spp.) e *Galeopsis* spp., *Vicia* spp.

São infestantes resistentes a este herbicida, as seguintes: rabo de raposa (*Alopecurus myosuroides* Huds), aveia-louca (*Avena fatua* L.), cardo-das-vinhas

(*Cirsium arvense* (L) Scop), cavalinha-dos-campos (*Equisetum arvense* L.), papoila-das-searas (*Papaver rhoeas* L.), sempre-noiva (*Polygonum aviculare* L.), saramago (*Raphanus raphanistrum* L.), corriola (*Convolvulus arvenses* L.), mostarda-dos-campos (*Sinapis arvensis* L.), poa-comum (*Poa trivialis* L.).

Outro herbicida estudado foi o Agil[®] 100 EC (nome comercial), cuja substância ativa é o propaquizafope. O Agil[®] apresenta-se na formulação de concentrado para emulsão com 100 g L⁻¹ ou 9,6 % de propaquizafope, o qual pertence ao grupo químico do ácido ariloxifenoxipropiónico. É designado pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) como, 2-Isopropilidenodiaminooxiethyl (R) -2- [4- (6-cloroquinoxalin-2- iloxi) fenoxi] propionato e atua na planta através da inibição da ACCase (Acetil Coenzima A Carboxilase), pertencendo deste modo, ao grupo A, segundo a classificação HRAC (Herbicide Resistance Action Committee).

O Agil[®] é um herbicida seletivo e sistémico de pós-emergência absorvido pelas folhas, atuando sobre os tecidos meristemáticos, mas também, pelas raízes das plantas. Pode ser usado em diversas culturas de folha larga, para controlar infestantes de folha estreita, tanto vivazes como anuais. Para ser mais eficaz deve ser aplicado quando as infestantes estão em crescimento ativo depois da emergência e com adequada humidade do solo. Este herbicida ainda não se encontra homologado em Portugal para a cultura do grão-de-bico, mas está homologado em Espanha, sendo aplicado nesta cultura em condições edafo-climáticas idênticas às do nosso país.

São exemplos de algumas infestantes suscetíveis ao Agil[®], as seguintes: *Avena* spp., espigão (*Bromus diandrus* Roth), grama (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), erva-cabecinha (*Phalaris minor* Retz), azevém (*Lolium multiflorum* Lam), erva-febra (*Lolium rigidum* Gaudin), joio (*Lolium temulentum* L.), entre outras. São resistentes a este herbicida, de um modo geral, todas as infestantes dicotiledóneas.

2. 1. 4. Relação entre a aplicação de herbicidas, a produção de grão e os componentes da produção

A produção de grão por unidade de área, correlaciona-se positiva ou negativamente com os diferentes componentes da produção, podendo essa correlação ser significativa ou não. Kaushik *et al.* (2014), estudando o efeito de vários herbicidas de pré-emergência e o herbicida de pós-emergência imazetapir, obtiveram uma maior e significativa altura das plantas, número de ramos/planta e número de vagens/planta nos talhões onde o controle das infestantes foi realizado manualmente, sendo estes componentes da produção, significativamente menores nos talhões testemunha (controle).

O herbicida de pós-emergência (imazetapir) não aumentou significativamente a altura das plantas, relativamente ao tratamento controle e produziu significativamente menos vagens/planta que o tratamento com controle manual das infestantes. Segundo os mesmos autores, o número de vagens/planta parece estar associado ao número de ramos/planta e desse modo, aumentando-se o número de ramos, aumenta-se o número de pontos de formação das vagens e conseqüentemente o número de vagens/planta. O tratamento com este herbicida de pós-emergência, também não apresentou diferenças significativas relativamente aos outros tratamentos no que respeita ao índice de colheita, sendo este, significativamente menor, no tratamento controle, conseqüência da limitação na formação e translocação dos assimilatos para o grão, devido à competição da cultura com as infestantes o que restringiu a produção de grão em relação à produção de matéria seca total e, portanto, o índice de colheita.

No mesmo estudo, a produção de grão por unidade de área não foi significativamente diferente entre o tratamento com o herbicida imazetapir e os outros tratamentos, onde se realizou o controle químico de infestantes. Segundo os mesmos autores (Kaushik *et al.*, 2014), a aplicação simples de um herbicida reduz a produção de grão comparado com o seu uso integrado com a monda manual. Esta redução da produção, poderá ficar a dever-se à competição da cultura com as infestantes, particularmente em estádios tardios da cultura, quando o efeito do herbicida já esteja diluído e, a cultura, sofra um segundo fluxo de infestação. Também, Bhutada e Bhale (2015), realizando ensaios onde aplicaram diversos herbicidas de pré-emergência e um herbicida de pós-emergência para controle de infestantes de folha estreita (monocotiledóneas), no caso o quizalafop-*p*-etilo, constataram, que o controle efetivo

das infestantes na cultura do grão-de-bico em fases precoces do seu desenvolvimento aumentaram significativamente o número de vagens/planta e que tanto o número de vagens/planta, como o peso do grão, foram significativamente maiores no tratamento onde o controle de infestantes foi realizado manualmente, ao longo de todo o ciclo da cultura. Na opinião dos mesmos autores, isto terá sido consequência da eliminação da competição das infestantes com a cultura quer nas primeiras fases de desenvolvimento, quer na parte final do ciclo, o que conduziu a uma maior acumulação de matéria seca e, portanto, a um acréscimo nestes componentes da produção.

Por sua vez, Mishra *et al.* (2005), à semelhança dos estudos anteriormente referidos, aplicando três herbicidas de pós-emergência na cultura do grão-de-bico verificaram, que os tratamentos que se mantiveram livres de infestantes ao longo de todo o ciclo da cultura, apresentaram maiores e significativos número de vagens/planta, peso de 100 grãos, produção de palha e produção de grão por unidade de área, relativamente à aplicação dos herbicidas de pós-emergência. Os mesmos autores referem igualmente, que a redução significativa na produção de grão foi, consequência da redução também significativa, no número de vagens/planta e no número de grãos/vagem. Gore *et al.* (2015), realizando ensaios onde aplicaram os herbicidas de pós-emergência imazetapir, quizalafop-*p*-etilo e propaquizafop ($0.75 \text{ g s.a ha}^{-1}$) e os herbicidas de pré-emergência pendimetalina, oxifluorfena, trifluralina, metribuzina, verificaram que as maiores e significativas produção de grão, produção de palha e matéria seca total, foram obtidas quando o controle de infestantes se realizou manualmente e quando se aplicou o herbicida pendimetalina em pré-emergência. Dentro dos tratamentos químicos, o propaquizafop só produziu significativamente menos grão e matéria seca total, que a pendimetalina. Ansar *et al.* (2010), testando vários herbicidas de pré e pós-emergência não obtiveram diferenças significativas na altura das plantas, peso de 1000 grãos e no número de grãos/vagem, sendo além destes três parâmetros também, o número de vagens/planta, significativamente maior no tratamento em que o controle de infestantes foi realizado manualmente e significativamente menor, no tratamento controle. Segundo os mesmos autores, o decréscimo significativo na altura das plantas nos talhões controle, mostram claramente, o efeito da competição das infestantes com a cultura.

Khan *et al.* (1989) e Gravois e Helms (1992), referem uma correlação positiva e significativa entre a produção de grão por unidade de área, a altura das plantas, o número de ramos/planta, o número de vagens/planta e o peso de 100 grãos. Katiyar *et al.* (1981),

Tomar *et al.* (1982) e Bhavani *et al.* (2008), obtiveram correlações positivas e significativas entre a produção de grão por unidade de área, o número de vagens/planta e o peso de 100 grãos, enquanto Ciftci *et al.* (2004), encontraram na cultura do grão-de-bico, correlações positivas e altamente significativas entre a produção de grão por unidade de área e a altura das plantas, o número de ramos/planta, o número de vagens/planta, a produção de matéria seca (grão + palha), o índice de colheita e o número de grãos/planta e correlações negativas entre a produção de grão por unidade de área e o peso de 100 grãos. Correlações positivas e significativas foram encontradas entre o número de vagens/planta, o número de sementes/planta e o peso de 100 grãos e entre o número de sementes/planta e a produção de grão/planta (Ali *et al.*, 2009; Sozen e Karadavut, 2018).

Segundo Kayan e Adak (2012), a altura da planta, a produção biológica por planta (produção total de matéria seca da parte aérea) e o número de vagens/planta parecem ter uma grande importância em relação à produção de grão na cultura do grão-de-bico, mas o índice de colheita tem um efeito negativo nessa mesma produção de grão (Tomar *et al.*, 1982) o que contraria o observado por Bakhsh *et al.* (1998), os quais referem ser o índice de colheita, um dos parâmetros que mais efeito direto tem na produção de grão e na produção biológica.

Por sua vez, Chopdar *et al.* (2017) encontraram correlações positivas e significativas entre a produção de grão/planta e o índice de colheita (0,790), o número de sementes/vagem (0,675), o número de ramos/planta (0,611), o número de vagens/planta (0,401) a matéria seca/planta (0,493) e o peso de 100 grãos (0,330).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição do ensaio

O trabalho apresentado, consistiu na realização de um ensaio de campo na cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), tendo como objetivo o estudo de dois herbicidas comerciais (Agil[®] e Lentagran[®]), na eficácia do controlo de infestantes em pós-emergência e na produtividade da cultura. Foram aplicadas três doses do herbicida Agil[®] e uma dose do herbicida Lentagran[®], em duas fases diferentes do desenvolvimento das infestantes e da própria cultura (épocas de aplicação).

Este ensaio, foi levado a cabo na Herdade do Passinho (Elvas) pertencente ao INIAV (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária), no ano agrícola de 2018/2019.

3.2. Caracterização edafo-climática

3.2.1. Caracterização climática

O ensaio de campo realizou-se em Elvas (Latitude: 38°52'53" N; Longitude: 7°09'46" e Altitude do nível do mar: 326 m), cidade da região Alentejo e sub-região do Alto Alentejo, o que segundo a classificação climática de Köppen e Geiger se caracteriza por um clima temperado com inverno chuvoso e verão seco e quente, classificado como mediterrânico ou subtropical seco (Csa). Segundo a mesma classificação climática, o clima de tipo C é um clima temperado, em que as temperaturas do mês mais frio se encontram entre os 0 e os 18 °C, o s caracteriza o clima como tendo uma estação seca (verão) e o a, como tendo um verão quente, em que a temperatura média do mês mais quente é superior a 22 °C. Assim, o clima mediterrânico apresenta uma secura estival acentuada e um outono e inverno chuvosos, mas não tão chuvosos como em certas regiões de Portugal, com maior altitude ou mais próximas da influência marítima.

Quadro 1 - Dados climáticos de Elvas, para o período de 1982 a 2012 (Estação Meteorológica de Elvas)

	jan.	fev.	mar.	abri.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
Temp. média (°C)	8,8	9,9	12,1	14,4	17,2	21,8	24,8	25,1	22,3	17,7	12,5	9,1
Temp. mínima (°C)	4,8	5,4	7,3	9,0	11,3	14,8	16,8	17,3	15,8	12,4	8,2	5,3
Temp. máxima (°C)	12,8	14,5	17,0	19,8	23,2	28,9	32,9	32,9	28,9	23,0	16,8	13,0
Precipit. (mm)	76	74	56	56	41	29	5	5	29	68	81	78

Fonte: CLIMA-DATA.ORG

O *Quadro 1* mostra que Elvas tem uma precipitação média anual de 598 mm e se comparar o mês mais seco com o mês mais chuvoso, verifica-se que existe uma diferença na precipitação de 76 mm, sendo julho o mês mais seco, com 5 mm e o mês mais chuvoso é novembro, com 81 mm. Ao longo do ano, as temperaturas médias variam 16,3 °C, sendo agosto o mês mais quente e janeiro o mês mais frio.

Quadro 2 - Dados climáticos para Elvas, no ano agrícola de 2018/2019 (Estação Meteorológica da Estação de Melhoramento de Plantas de Elvas - INIAV)

	jan.	fev.	mar.	abri.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.
Temp. média (°C)	8,9	11,2	13,8	14,6	20,8	21,9	25,3	25,9	26,0	18,7	12,5	9,8
Temp. mínima (°C)	2,7	4,4	6,2	8,2	13,0	13,6	16,4	16,8	17,8	12,4	8,1	4,8
Temp. máxima (°C)	13,2	17,9	21,3	20,9	28,8	30,1	34,2	34,9	34,2	25,0	17,0	14,6
Precipit. (mm)	19,2	24,8	12,5	68,3	4,9	0,4	0	16,4	5,0	86,4	110	19,9

Fonte: Estação de Melhoramento de Plantas de Elvas

Se se compararem os valores da precipitação dos meses em que a cultura esteve no solo, no ano agrícola de 2018/2019 (*Quadro 2*) com os valores médios de 30 anos (*Quadro 1*) verifica-se, que apenas no mês de abril essa precipitação foi superior no ano do ensaio, sendo bastante inferior em todos os outros meses. Também, a precipitação total anual, com 368,4 mm, foi muito inferior à média de 30 anos, onde se registaram 598 mm. Relativamente às temperaturas, verifica-se que todas elas, apresentaram valores semelhantes para os dois períodos em análise.

3.2.2. Caracterização edáfica

Tal como foi referido anteriormente, o solo onde se realizou o ensaio, está cartografado como Vc (solo calcário vermelho de calcário) e do qual se apresentam no *Quadro 3* algumas características físicas e químicas, descritas por Cardoso (1965).

Quadro 3 - Algumas características físicas e químicas do solo Vc (calcário vermelho de calcário)

Hor.	Prof. (cm)	Ar.gr. (%)	Ar. Fin (%)	Limo (%)	Argila (%)	M.O. (%)	pH (H ₂ O)	pH (Cl ₂ Ca)	dap
Ap	0-40	18,8	34,7	18,4	28,1	1,72	7,8	6,9	1,36
B	40-60	14,9	29,0	19,9	36,2	1,08	7,8	6,8	1,19
C	60-100	18,7	45,8	17,9	17,6	-	8,0	-	1,36

Fonte: Cardoso (1965)

Descrição do perfil

Horizonte Ap – 25 a 40 cm; pardo-avermelhado ou vermelho; franco, franco-argilo-arenoso ou franco argiloso calcário, por vezes com fragmentos de calcário compacto; estrutura granulosa fina ou média moderada; friável; efervescência viva ao CIH; pH 7,5 a 8,5.

Horizonte C – Material originário; material com calcário friável ou noduloso, em geral vermelho-amarelado, constituindo transição para calcário compacto ou não compacto, por vezes friável. Na sua parte superior existe, por vezes, um horizonte Cca na maioria não endurecido. Nestes solos diferencia-se às vezes, um horizonte B do tipo “cambic”.

3.3. Técnicas culturais

A cultura do grão-de-bico, foi instalada na 3ª semana de janeiro, tendo a emergência ocorrido cerca de 1 mês depois, na 3ª semana de fevereiro. O sistema de mobilização utilizado na instalação da cultura foi a mobilização reduzida, tendo-se efetuado uma passagem de vibrocultor para controlar as infestantes em pré-sementeira e uma outra passagem com a mesma alfaia agrícola, com o objetivo de preparar a cama da semente. A variedade utilizada, foi a Elmo (Tipo Desi), com uma densidade de sementeira de 140 kg ha⁻¹. A folha da herdade onde se realizou o ensaio, está inserida na rotação de culturas: Grão-de-bico → Cevada dística → Pousio. A sementeira da cultura foi levada a cabo com um semeador de fluxo contínuo, com depósitos para a semente e para o adubo, permitindo desse modo, a realização simultânea da sementeira e da adubação de fundo. Nesta adubação, aplicaram-se 170 kg ha⁻¹ do adubo ternário: 22-7-5 + 37 % de S (enxofre).

Tal como referido anteriormente, o objetivo do ensaio foi estudar a eficácia de dois herbicidas no controlo de infestantes monocotiledóneas e dicotiledóneas em pós-emergência, na cultura do grão-de-bico. Um dos herbicidas, é o comercialmente designado por Agil[®] 100 EC, cuja substância ativa é o propaquizafop e está indicado para controlar infestantes de folha estreita (monocotiledóneas) e o segundo, o Lentagran[®] 45 WP, em que a substância ativa é o piridato, indicado no controlo de infestantes de folha larga (dicotiledóneas). Estes herbicidas, foram aplicados em duas datas diferentes do desenvolvimento das infestantes e da própria cultura.

O aparecimento de uma clorose férrica na cultura, conduziu a que no final de março se tivesse aplicado 378 g ha⁻¹ de quelato de ferro [Fe solúvel em água] + 189 g ha⁻¹ de Fe quelatado com [O,O] EDDHA + 189 g ha⁻¹ de Fe quelatado com [O,P] EDDHA (Keliron[®], 60 g kg⁻¹ + 30 g kg⁻¹ + 30 g kg⁻¹, SC Biolchim). Para prevenir o aparecimento

do fungo *Ascochyta rabiei*, que ataca o grão-de-bico, fez-se uma aplicação do fungicida Prosaro[®], cuja formulação é um concentrado para emulsão, com 125 g L⁻¹ ou 12,7 % (p/p) de protioconazol e 125 g L⁻¹ ou 12,7 % (p/p) de tebuconazol. A aplicação deste fungicida teve lugar no início de abril. Em finais de maio, aplicaram-se 10 g s.a ha⁻¹ do inseticida deltramina (Decis Expert[®], 100 g L⁻¹, SL, Bayer) para prevenir o aparecimento do inseto *Helicoverpa armígera*. Para aplicar os herbicidas, o inseticida, o fungicida e o ferro, utilizou-se um pulverizador de pressão de jato projetado próprio para ensaios, marca Baumnn Saatzuchtbedarf e modelo PL1. Este pulverizador tem uma barra horizontal de 3 metros de largura e está equipado com bicos de fenda, espaçados de 50 centímetros, com um ângulo de abertura do jato, de 110° e diâmetro do orifício, variável em função do volume de calda aplicado. A pressão de funcionamento é conseguida por oxigénio armazenado em garrafa de ar comprimido e a presença de um velocímetro, auxilia a manter uma velocidade de avanço constante ao longo do comprimento dos talhões. Os herbicidas de pós-emergência, foram aplicados em 200 litros de água, tendo-se neste caso, adaptado os bicos de 1,2 mm de diâmetro, sendo a pressão utilizada de 200 kPa e a velocidade de avanço do pulverizador, de 2,75 km h⁻¹. O fungicida e o inseticida foram aplicados com 300 litros de água por hectare, tendo-se neste caso, utilizado os bicos de 1,2 mm, com uma pressão de 300 kPa e uma velocidade de avanço de 2,3 km h⁻¹. Para aplicar o ferro, com um volume de água de 400 litros por hectare, utilizaram-se os bicos de 1,4 mm, com uma pressão de 300 kPa e uma velocidade de avanço de 4,7 km h⁻¹.

A colheita da cultura foi levada a cabo por uma ceifeira-debulhadora própria para ensaios, com uma largura de trabalho de 1,35 m. Cada talhão, tinha uma área de 30 m² (10 m x 3 m), tendo sido colhida uma área útil de 13,5 m².

Quadro 4 - Calendário das operações culturais e contagem de infestantes efetuada no ensaio

Operações culturais	Datas
Controlo de infestantes em pré-sementeira	21 de janeiro
Preparação da cama da semente	21 de janeiro
Sementeira e adubação de fundo	22 de janeiro
1ª monda manual dos talhões Livre	13 de março
1ª contagem de infestantes da 1ª época de aplicação	26 de março
1ª época de aplicação dos herbicidas	26 de março
Aplicação de ferro na cultura	26 de março
Aplicação do fungicida prosaro	2 de abril
2ª monda manual dos talhões Livre	12 de abril
1ª contagem das infestantes da 2ª época de aplicação	12 de abril
2ª época de aplicação dos herbicidas	12 de abril
2ª contagem das infestantes da 1ª época de aplicação	14 de maio
Aplicação do inseticida decis	14 de maio
2ª contagem das infestantes da 2ª época de aplicação	30 de maio
Colheita da cultura	15 de julho

3.4. Tratamentos e delineamento experimental

Tal como referido anteriormente, realizou-se um ensaio de campo, para estudar a eficácia de dois herbicidas de pós-emergência no controlo das infestantes e o seu efeito na produtividade da cultura do grão-de-bico. Aplicou-se uma mistura de dois herbicidas, sendo um deles o Agil[®] 100 EC, cuja substância ativa é o propaquizafope e o outro, o Lentagran[®] 45 WP, tendo como substância ativa o piridato. O primeiro destes dois herbicidas, destinado ao controlo de infestantes gramíneas (monocotiledóneas), foi aplicado em três doses diferentes (d1-50 g s.a ha⁻¹; d2-75 g s.a ha⁻¹ e d3-100 g s.a. ha⁻¹). A menor destas três doses, corresponde à dose mínima recomendada pelo fabricante do produto e a dose mais alta, corresponde à dose máxima recomendada, para a cultura do grão-de-bico. O piridato foi aplicado em uma única dose (450 g s.a ha⁻¹), a qual corresponde à dose mínima recomendada. O volume de calda utilizado, foi de 200 L ha⁻¹. Além dos tratamentos com os herbicidas, o ensaio incluiu também, o tratamento testemunha (onde não se aplicou qualquer herbicida) e o tratamento LIVRE (onde o controlo de infestantes foi realizado manualmente, ao longo do ciclo da cultura). Os herbicidas foram aplicados em duas épocas distintas do desenvolvimento das infestantes

e da própria cultura. Na 1ª época de aplicação, cerca de 85 % das infestantes dicotiledóneas encontravam-se na fase de 2 a 4 pares de folhas, encontrando-se cerca de 10 % em fases de desenvolvimento anteriores e 5 % em fases mais adiantadas. Nesta época, cerca de 95 % das infestantes monocotiledóneas presentes, correspondiam à erva-febra (*Lolium rigidum* Gaudin), verificando-se também, a presença de aproximadamente 3 % de Balanco-maior (*Avena sterilis* L.) e 2 % de grama (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Nesta 1ª época, a cultura apresentava-se na fase de 3 folhas multifoliadas (estádio V3) e o *Lolium* encontrava-se entre as fases de início e meio do afilhamento. Na 2ª época de aplicação, cerca de 70 % das infestantes dicotiledóneas encontravam-se nas fases de desenvolvimento entre os 6 e os 8 pares de folhas, 20 % entre os 4 e 6 pares de folhas e 10 % entre os 2 e 4 pares de folhas. Das infestantes monocotiledóneas anuais presentes, cerca de 97 % era erva-febra e 3 % era balanco. Destas, cerca de 90 % encontravam-se na fase de afilhamento completo e 10 %, no meio do afilhamento. Do total das monocotiledóneas presentes, 10 % correspondia à grama (vivaz) a qual estava nas fases de desenvolvimento de 4 a 5 folhas. A cultura, encontrava-se na fase de 5 folhas multifoliadas (estádio Vn).

Quadro 5 - Tratamentos e épocas de aplicação dos herbicidas

T1 – Tratamento testemunha (controlo)
T2 – Tratamento LIVRE (controlo manual de infestantes)
T3 – Propaquizalofe (50 g s.a ha ⁻¹) + Piridato (450 g s.a ha ⁻¹) – 1ª Época de aplicação
T4 – Propaquizalofe (75 g s.a ha ⁻¹) + Piridato (450 g s.a ha ⁻¹) – 1ª Época de aplicação
T5 – Propaquizalofe (100 g s.a ha ⁻¹) + Piridato (450 g s.a ha ⁻¹) – 1ª Época de aplicação
T6 - Propaquizalofe (50 g s.a ha ⁻¹) + Piridato (450 g s.a ha ⁻¹) – 2ª Época de aplicação
T7 - Propaquizalofe (75 g s.a ha ⁻¹) + Piridato (450 g s.a ha ⁻¹) – 2ª Época de aplicação
T8 - Propaquizalofe (100 g s.a ha ⁻¹) + Piridato (450 g s.a ha ⁻¹) – 2ª Época de aplicação

O ensaio foi delineado em blocos casualizados e o número de repetições foi de quatro, tal como mostra a *Figura 2*.

REP I

T4	T1	T2	T8	T5	T6	T7	T3
----	----	----	----	----	----	----	----

REP II

T1	T7	T6	T3	T5	T4	T2	T8
----	----	----	----	----	----	----	----

REP III

T5	T8	T3	T1	T6	T2	T7	T4
----	----	----	----	----	----	----	----

REP IV

T8	T3	T7	T2	T5	T4	T6	T1
----	----	----	----	----	----	----	----

Figura 2 - Esquema do ensaio

3.5. Observações e determinações

3.5.1. Eficácia dos herbicidas

A eficácia dos herbicidas foi determinada em duas épocas distintas, a que corresponderam também, fases distintas do desenvolvimento das infestantes mono e dicotiledóneas presentes no ensaio, tal como mencionado anteriormente. As infestantes monocotiledóneas presentes no ensaio, foram as seguintes: *Lolium rigidum* G. (erva-febra), *Cynodon dactylon* (L.) Pers, (grama) *Avena sterilis* L. (balanco-maior). As infestantes dicotiledóneas, foram: *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg (chicória-silvestre), *Lactuca serriola* (alface-brava-menor), *Chenopodium album* L. (Catassol), *Cnicus benedictus* L. (cardo-santo), *Chrysanthemum segetum* L. (pampilho-das-searas), *Sonchus oleraceus* L. (serralha-macia), *Raphanus raphanistrum* L.(saramago), *Amaranthus retroflexus* L. (amaranto-comum), *Reseda media* Lag. (reseda-brava), *Eryngium campestre* L. (cardo-corredor), *Echium plantagineum* L. (soagem), *Calendula arvensis* L. (erva-vaqueira), *Rumex conglomeratus* Murray (labaça-ordinária), *Daucus carota* L. (cenoura-brava), *Centaurea pullata* L. (cardinho-das-almorreimas), *Sylibum*

marianum (L.) Gaertn. (cardo-leiteiro), *Anagallis arvensis* L. (morrião), *Convolvulus arvensis* L. (corriola), *Capsella bursa-pastoris* L. (bolsa-de-pastor), *Galium aparine* L. (amor-de-hortelão), *Picris echioides* L. (raspa-saias), *Cichorium intybus* L. (almeirão), *Polygonum aviculare* L. (sempre-noiva) e *Stellaria média* (L.) Vill (morugem-branca).

Com exceção dos talhões LIVRE, onde não se contabilizaram quaisquer infestantes, estas foram contadas duas vezes, mas não foram removidas. A primeira contagem teve lugar imediatamente antes do tratamento, em cada uma das épocas de aplicação dos herbicidas e, a segunda contagem, aproximadamente dois meses após o tratamento, em caixilhos de madeira com 50 cm x 50 cm, colocados em todos os talhões e na parte central destes. Das infestantes monocotiledóneas presentes, apenas se contabilizou o *Lolium rigidum* G. a qual, foi a mais representativa deste tipo de infestantes no ensaio e, conseqüentemente, foi a infestante onde se determinou a eficácia do herbicida propaquizafope.

A eficácia dos tratamentos é expressa como a percentagem de infestantes controladas e pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$1. Ef = 100 - ((C2 - d)/C1) * 100$$

onde,

Ef – Eficiência do tratamento (%).

C1 – número de infestantes por m² contadas antes do tratamento

C2 – número de infestantes por m² contadas depois do tratamento

d – diferença no número de infestantes por m² contadas nos talhões testemunha (reinfestação)

O número médio de infestantes contabilizado nos talhões do ensaio, nas duas épocas antes da aplicação dos herbicidas, bem como a reinfestação verificada, são apresentados no *Quadro 6*.

Quadro 6 - Número médio de infestantes presentes e reinfestação verificadas no ensaio, para as duas épocas de aplicação dos herbicidas

Época de aplicação	Nº de infestantes m ⁻²		Reinfestação (infestantes m ⁻²)	
	Lolium	Dicotiledóneas	Lolium	Dicotiledóneas
D1	25	47	3	5
D2	33	57	0	4

3.5.2. Produção de grão e seus componentes

Produção de grão por unidade de área

Os talhões do ensaio tinham uma área de 30 m², onde se colheram 13,5 m². A partir da área colhida, determinou-se a produção de grão por unidade de área (g m⁻²) através da seguinte expressão:

$$2. \text{Prod.grão seco (g m}^{-2}\text{)} = \text{prod.grão (g m}^{-2}\text{)} * [1 - \text{teor de humidade (\%)}] / 100$$

O teor de humidade foi determinado em estufa, com uma temperatura de 65 °C até peso constante, determinando-se o peso do grão para 8% de humidade, através da multiplicação da produção de grão seco por 1,087.

Peso de 100 grãos

Para determinar o peso de 100 grãos (g), retirou-se de cada tratamento, uma amostra de grão, fazendo-se a contagem em laboratório com um contador próprio, de 100 grãos, os quais foram colocados em estufa a 65 °C, até peso constante.

Número de grãos por unidade de área

O número de grãos por unidade de área, foi determinado através da relação entre a produção de grão por metro quadrado e o peso de 100 grãos, através da expressão:

$$3. N^{\circ} \text{ de grãos } m^{-2} = \text{prod. grão (g } m^{-2}) * [100/\text{peso de 100 grãos secos (g)}]$$

Número de vagens por planta

Para determinar o número de vagens por planta, contabilizaram-se as vagens em cada uma das 10 plantas escolhidas aleatoriamente, na parte central de cada talhão.

Altura das plantas

Nas mesmas plantas onde se contaram as vagens, mediu-se a altura das plantas, em centímetros.

Índice de colheita

As 10 plantas onde se contaram as vagens e se mediu a altura das plantas, foram colhidas manualmente e posteriormente debulhadas, separando-se o grão da parte aérea.

O índice de colheita foi obtido através da relação entre o peso do grão seco e o peso da biomassa (grão+palha) seca, através da expressão:

$$4. \text{Índice de Colheita} = \text{prod. grão (g } m^{-2}) / \text{prod.grão (g } m^{-2}) + \text{prod.palha (g } m^{-2})$$

Matéria seca total por unidade de área

A matéria seca por unidade de área (g m⁻²), foi obtida através do somatório da produção de palha seca e da produção de grão seco.

Número de grãos por planta

O número de grãos por planta, obteve-se a partir da razão entre o peso seco do grão e o peso médio do grão.

Número de plantas por unidade de área

O número de plantas por unidade de área, foi calculado através da relação entre o número de grãos por metro quadrado e o número de grãos por planta.

3.6. Tratamento estatístico

O tratamento estatístico do ensaio consistiu na análise de variância e no estabelecimento de equações de regressão. A análise de variância da eficácia dos tratamentos no controlo de infestantes, da produção de grão e dos componentes da produção, foi feita de acordo com o delineamento experimental do ensaio, tendo-se verificado os pressupostos da ANOVA, ou seja, as amostras são aleatórias e independentes, as populações apresentam uma distribuição normal e as variâncias populacionais são iguais. A separação de médias, foi efetuada com recurso ao teste F para um nível de significância de 5 % ($p \leq 5\%$), de acordo com o teste de separação múltipla de médias de Duncan. O programa estatístico utilizado, foi o MSTAT-C (versão 1.42) (Michigan State University). O modelo utilizado deste programa, foi o 7. As equações de regressão, foram determinadas utilizando o programa Excel (Office 365).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Eficácia dos herbicidas

4.1.1 Eficácia do propaquizafope

Quadro 7 - Eficácia (%) do propaquizafope no controlo de *Lolium rigidum* G.

Tratamentos					
T3	T4	T5	T6	T7	T8
82,3 c	93,9 ab	95,1 a	76,6 d	90,0 b	92,0 ab
Fatores	G. L.	Valor de F	Q. médio	Valor de K (probab.)	
Tratamentos	5	30.7915	211.112	0,00001	
Repetições	3	0,4188	2,872	-	
Erro	15	-	6,856	-	

Coefficiente de variação = 2,96 %

Tratamentos: Os valores seguidos pela mesma letra ou letras, não são significativamente diferentes para um nível de 0,001 %.

Correspondendo a 1^a data de aplicação do herbicida, aos tratamentos T3, T4 e T5 e a 2^a data, aos tratamentos T6, T7 e T8, verifica-se pelos resultados apresentados no Quadro 7, que em ambas as datas, a eficácia do herbicida propaquizafope no controlo do *Lolium rigidum* foi significativamente maior, para as duas doses mais altas (T4, T5, T7 e T8). No entanto e, em ambas as datas de aplicação, a diferença entre a dose mais alta recomendada do herbicida (100 g s.a ha⁻¹ – T5 e T8) e a dose intermédia (75 g s.a ha⁻¹ – T4 e T7), não foi significativa. Embora não determinada, visualmente foi possível verificar, que este herbicida mostrou também, uma boa eficácia no controlo da grama. Os resultados obtidos estão de acordo McKay *et al.* (2002) os quais referem, que as infestantes de folha estreita, podem ser eficazmente controladas por substâncias como os ariloxifenoxipropionatos, de que é exemplo o propaquizafope, com excelente segurança para a cultura.

4.1.2. Eficácia do piridato

Quadro 8 - Eficácia (%) do piridato no controlo das infestantes dicotiledóneas

Tratamentos					
T3	T4	T5	T6	T7	T8
15,5	17,5	14,2	17,9	15,3	11,9
Fatores	G. L.	Valor de F	Q. médio	Valor de K (probab.)	
Tratamentos	5	1,3458	19,484	0,297	
Repetições	3	2,6056	37,722	0,0901	
Erro	15	-	14,477	-	

Coefficiente de variação = 24,72 %

Pelo *Quadro 8*, constata-se, que a dose mínima recomendada de piridato (450 g s.a ha⁻¹) obteve uma eficácia muito baixa no controlo das infestantes dicotiledóneas, nas duas épocas de aplicação, não havendo diferença significativa entre elas. Estes resultados, estão de acordo com os obtidos por Bhalla *et al.* (1998), os quais aplicando herbicidas de pré e pós-emergência na cultura do grão-de-bico, obtiveram também eficácias no controlo de infestantes muito baixas, sendo ainda mais baixas nos herbicidas de pós-emergência.

Os resultados obtidos para o herbicida propaquizafope no controlo do *Lolium rigidum* G. (erva-febra) como mostra o *Quadro 7* demonstram, que as infestantes podem ser eficazmente controladas com doses inferiores à máxima recomendada, o que está de acordo com Loux *et al.* (2013) e Barros *et al.* (2016). No caso do piridato, isso não se verificou, para a dose mínima recomendada (450 g s.a ha⁻¹) na maioria das infestantes presentes, tendo sido visível algum efeito tóxico, e consequentemente algum controlo, nas infestantes *Amaranthus retroflexus* L. (amaranto-comum), *Galium aparine* L. (amor-de-hortelão) e *Chenopodium album* L. (Catassol).

Não foram observados quaisquer sintomas de fitotoxicidade na cultura, o que está de acordo com McKay *et al.* (2002) os quais, referem ser o propaquizafope seguro para a cultura do grão-de-bico e com Kay e McMilan (1990), que verificaram ser o piridato seletivo para o grão-de-bico, mesmo para doses acima de 1800 g s.a ha⁻¹.

4.2. Produção de grão

Quadro 9 - Produção de grão ($g\ m^{-2}$)

Tratamentos							
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
83,2 b	121,2 a	84,0 b	85,9 b	75,5 b	74,5 b	83,0 b	76,7 b
Fatores	G. L.	Valor de F	Q. médio	Valor de K (probab.)			
Tratamentos	7	3,9050	908,837	0,0071			
Repetições	3	13,1673	3064,529	0,0000			
Erro	21	-	232,737	-			

Coefficiente de variação = 17,84 %

Tratamentos: Os valores seguidos pela mesma letra ou letras, não são significativamente diferentes para um nível de probabilidade de 1 %.

Relativamente à produção de grão por unidade de área (*Quadro 9*) verificou-se, que a mesma foi significativamente maior no tratamento onde o controlo das infestantes foi realizado manualmente (T2), não se verificando diferenças significativas entre os outros tratamentos. Um bom controlo do *Lolium rigidum* pelo propaquizafope, não foi suficiente para aumentar significativamente a produção de grão por unidade de área. A reduzida eficácia do piridato no controlo das infestantes dicotiledóneas, as quais representavam a maior população de infestantes no ensaio, terá contribuído para a diferença não significativa nos diferentes tratamentos onde se aplicaram os herbicidas e, também, para a diferença não significativa entre estes e o tratamento testemunha (T1), relativamente à produção de grão por unidade de área.

Os resultados obtidos, estão de acordo com os referidos por Mishra *et al.* (2005), Ansar *et al.* (2010) e Kaushik *et al.* (2014) os quais, testando vários herbicidas de pré e pós-emergência na cultura do grão-de-bico, obtiveram uma maior e significativa produção de grão, em tratamentos onde o controlo das infestantes foi realizado manualmente, consequência da reduzida eficácia dos herbicidas aplicados.

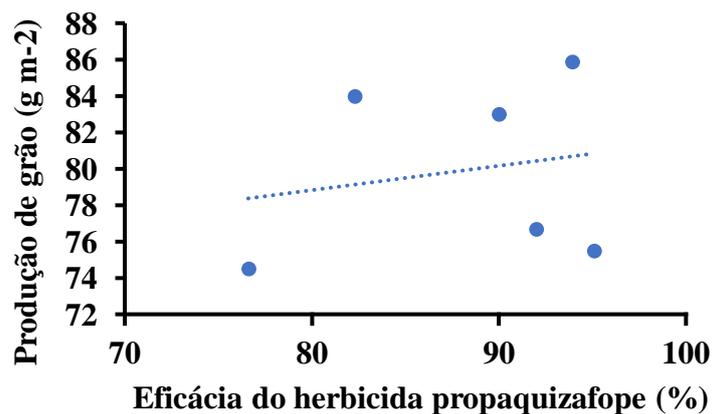


Figura 3 - Relação entre a eficácia do herbicida propaquizafop no controlo do *Lolium* e a produção de grão, para a média dos tratamentos

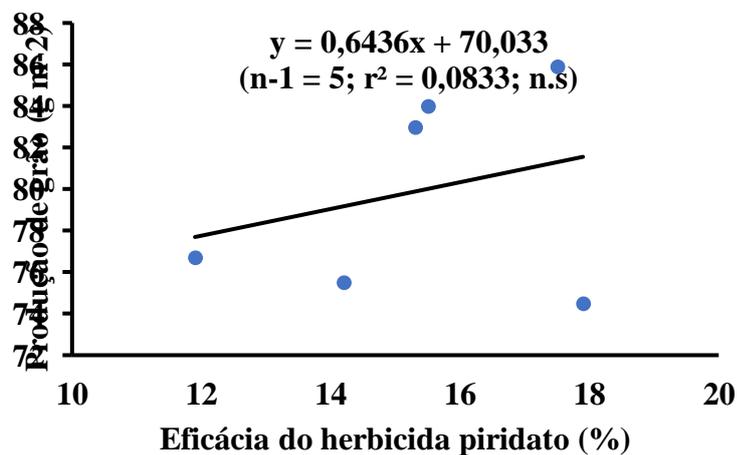


Figura 4 - Relação entre a eficácia do herbicida piridato no controlo das infestantes dicotiledóneas e a produção de grão, para a média dos tratamentos

Para os dois herbicidas em estudo, verificou-se uma correlação não significativa entre a sua eficácia no controlo das infestantes e a produção de grão por unidade de área (*Figuras 3 e 4*). A muito reduzida eficácia do piridato no controlo das infestantes de folha larga (dicotiledóneas) terá sido determinante, para a obtenção destes resultados.

4.3. Componentes da produção, índice de colheita e matéria seca total

Quadro 10 - Efeito dos diferentes tratamentos nos componentes da produção, na matéria seca total e no índice de colheita

Parâm. Trat.	Nº de plantas por m ²	Altura das plantas (cm)	Nº vagens por planta	Peso 100 grãos (g)	Nº grãos por planta	Nº grãos m ²	IC	M.S total (g m ⁻²)
T1	18	32,8 c	30 c	24,7 bc	19 b	338 b	0,520	160,7 b
T2	16	37,4 a	57 a	26,7 a	28 a	455 a	0,500	247,9 a
T3	18	32,2 c	35 bc	25,6 ac	20 ab	329 b	0,505	167,6 b
T4	14	33,9 bc	39 bc	25,9 ac	24 ab	331 b	0,520	167,1 b
T5	15	34,2 bc	34 bc	25,6 ac	21 ab	295 b	0,505	150,3 b
T6	15	33,4 bc	33 bc	24,5 c	21 ab	304 b	0,522	144,4 b
T7	12	36,1 ab	43 bc	25,7 ac	27 a	321 b	0,520	160,3 b
T8	12	36,0 ab	41 bc	26,0 ab	25 ab	298 b	0,520	148,2 b

Os valores seguidos pela mesma letra ou letras, não são significativamente diferentes para um nível de probabilidade de 5 %, pelo teste de separação múltipla de médias de Duncan

Dos parâmetros estudados (*Quadro 10*), apenas o número de plantas por unidade de área e o índice de colheita, não apresentaram diferenças significativas entre tratamentos. O tratamento T2 (monda manual), obteve uma maior e significativa diferença em relação aos outros tratamentos, no que respeita ao número de vagens por planta, ao número de grãos por unidade de área e à produção de matéria seca total por unidade de área. A diferença não significativa entre os diversos tratamentos no índice de colheita, significa, que em todos eles, as plantas apresentaram a mesma eficiência no transporte de fotoassimilatos para o grão.

Os resultados obtidos no presente estudo, estão de acordo com os obtidos por Mishra *et al.* (2005), Ansar *et al.* (2010), Kaushik *et al.* (2014), Buthade e Bhale (2015) e Gore *et al.* (2015) os quais, aplicando diversos herbicidas de pré e pós-emergência na cultura do grão-de-bico, referem que o maior e significativo número de vagens por planta foi obtido nos tratamentos, onde o controlo de infestantes se realizou manualmente, não

havendo diferenças significativas entre os tratamentos, onde se aplicaram os herbicidas. Kaushik *et al.* (2014), aplicando o herbicida de pós-emergência imazetapir, constataram que este não aumentou significativamente a altura das plantas em relação ao controle manual, nem apresentou diferenças significativas no índice de colheita em relação aos outros tratamentos, o que está de acordo com os resultados obtidos, no estudo apresentado. Principalmente, a baixa eficácia do piridato no controle das infestantes dicotiledóneas, mesmo na data mais precoce do seu desenvolvimento, mas também a diferença não significativa na eficácia do controle do *Lolium* das doses mais altas de propaquizafop nas duas épocas de aplicação, terão conduzido a um resultado inverso ao obtido por Buthada e Bhale (2015) os quais referem, que o controle de infestantes em fases precoces do seu desenvolvimento, conduzem ao aumento significativo do número de vagens por planta. As diferenças não significativas no peso médio do grão para a maioria dos tratamentos, onde se aplicaram os herbicidas, contrariam também, os resultados obtidos pelos mesmos autores (Buthada e Bhale, 2015) e por Mishra *et al.* (2005) os quais referem, ser o peso do grão significativamente maior com o controle manual das infestantes. A maior e significativa produção de matéria seca total por unidade de área no tratamento com controle manual das infestantes, está de acordo com os resultados obtidos por Gore *et al.* (2015). A diferença não significativa em alguns componentes da produção, bem como no índice de colheita e na produção de matéria seca total, entre o tratamento controle (testemunha) e os tratamentos onde se aplicaram os herbicidas, terá sido consequência do reduzido controle das infestantes dicotiledóneas pelo piridato, em ambas as épocas de aplicação, mostrando desse modo, o efeito da competição dessas mesma infestantes, com a cultura.

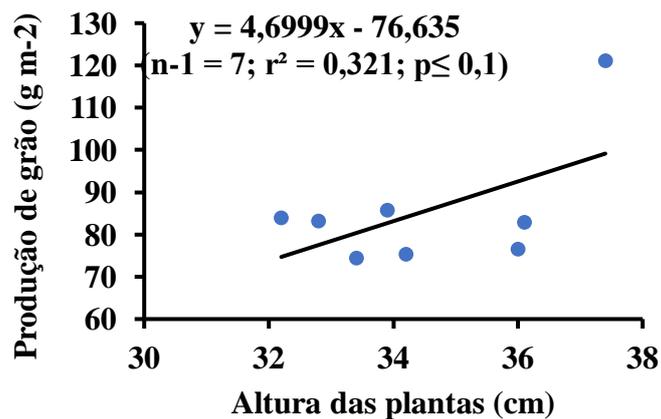


Figura 5 - Relação entre a altura das plantas e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos

A Figura 5 mostra uma correlação positiva e significativa entre a altura das plantas e a produção de grão por unidade de área.

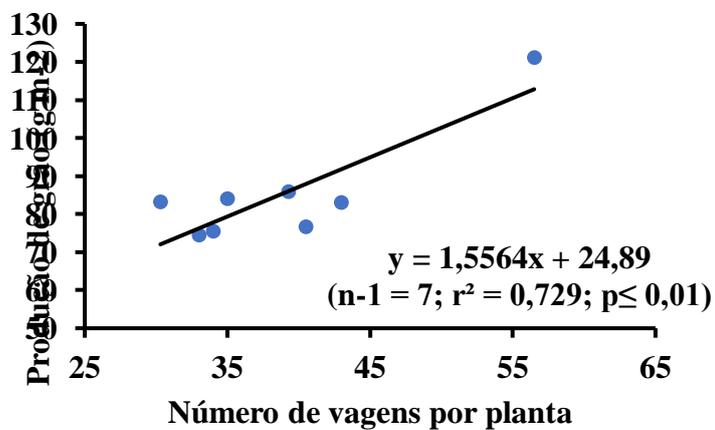


Figura 6 - Relação entre o número de vagens por planta e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos

A relação entre o número de vagens por planta e a produção de grão por unidade de área, foi altamente significativa (Figura 6).

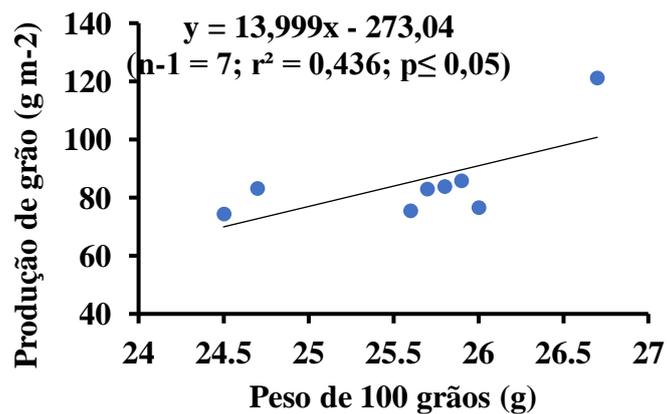


Figura 7 - Relação entre o peso de 100 grãos e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos

Verificou-se uma correlação positiva e significativa entre o peso de 100 grãos e a produção de grão por unidade de área (Figura 7).

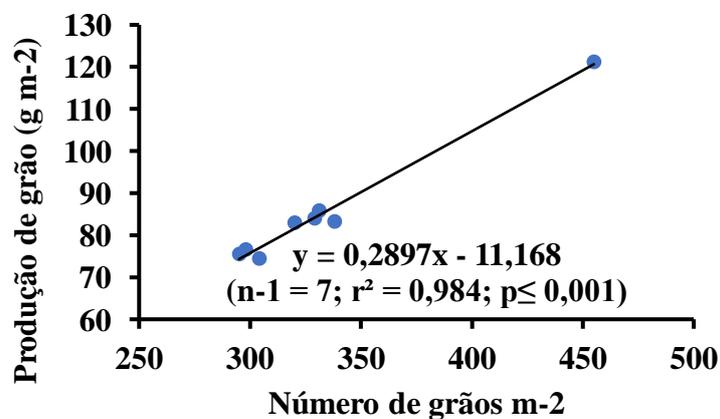


Figura 8 - Relação entre o número de grãos por unidade de área e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos

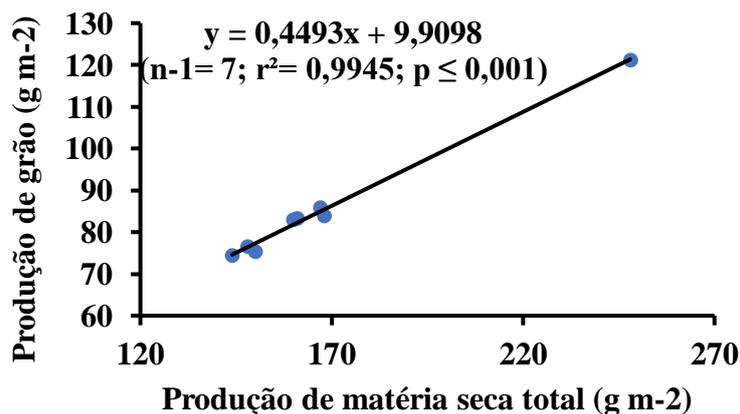


Figura 9 - Relação entre a produção de matéria seca total por unidade de área e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos

Tanto o número de grãos por unidade de área, como a produção de matéria seca total por unidade de área, estiveram altamente correlacionados com a produção de grão por unidade de área (Figuras 8 e 9).

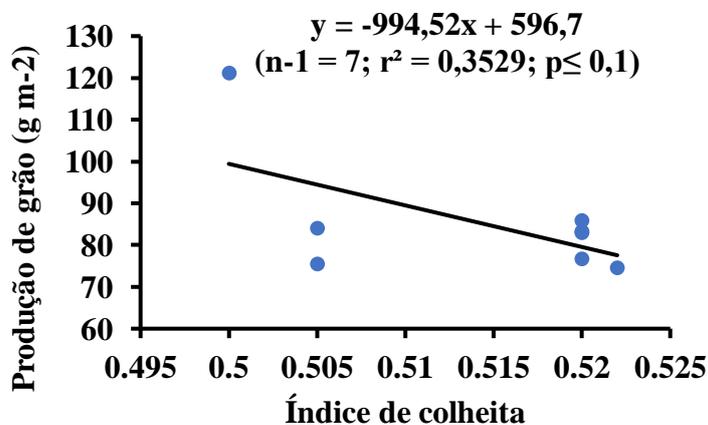


Figura 10 - Relação entre o índice de colheita e a produção de grão por unidade de área, para a média dos tratamentos

A correlação entre o índice de colheita e a produção de grão por unidade de área, foi negativa e significativa (Figura 10).

De todos os componentes da produção, apenas o número de plantas por unidade de área e o número de grãos por planta, não se correlacionaram significativamente com a produção de grão, por unidade de área (*Equações 5 e 6*).

Relação entre o número de plantas por metro quadrado e a produção de grão por unidade de área

$$Y = 1,5289 x + 62,578 \quad (n-1 = 7; r^2 = 0,0056; \text{n.s.}) \quad (\text{Equação 5})$$

Relação entre o número de grãos por planta e a produção de grão por unidade de área

$$Y = 2,3686 x + 30,443 \quad (n-1 = 7; r^2 = 0,29; \text{n.s.}) \quad (\text{Equação 6})$$

A correlação positiva e significativa entre o número de vagens por planta, o peso de 100 grãos e a produção de grão por unidade de área (*Figuras 6 e 7*), estão de acordo com os resultados obtidos por Kativar *et al.* (1981), Tomar *et al.* (1982), Khan *et al.* (1989), Gravois e Helms (1992), Ali *et al.* (2009) e Sozen e Karadavut (2018). Khan *et al.* (1989), Gravois e Helms (1982), Ciftci *et al.* (2004) e Kayan e Adak (2012) encontraram também, uma correlação positiva e significativa entre a altura das plantas e a produção de grão por unidade de área, o que está de acordo, com os resultados obtidos no presente estudo (*Figura 5*). A correlação positiva e altamente significativa entre a produção de matéria seca total e a produção de grão por unidade de área (*Figura 9*) está de acordo com o obtido por Kayan e Adak (2012). A correlação negativa e significativa entre o índice de colheita e a produção de grão por unidade de área (*Figura 10*) está de acordo com Tomar *et al.* (1982), mas contraria o observado por Baksh *et al.* (1998) os quais, referem ser o índice de colheita, um dos parâmetros que mais efeito direto tem na produção de grão na cultura do grão-de-bico.

5. CONCLUSÕES

Um dos maiores problemas com que a cultura do grão-de-bico se confronta atualmente é a falta de substâncias ativas homologadas no nosso país, para controlar infestantes em pós-emergência, sendo esta, a razão principal para a quebra de produtividade da cultura. As substâncias ativas homologadas em Portugal, para o controlo de infestantes em pré-emergência no grão-de-bico, como por exemplo a pendimetalina ou a aclonifena têm mostrado uma baixa eficácia, não se revelando assim, suficientes para manter a produção potencial da cultura, sendo o controlo em pós-emergência, fundamental para atingir esse objetivo.

No presente trabalho, estudou-se o efeito de duas substâncias ativas no controlo de infestantes em pós-emergência no grão-de-bico, estando o propaquizafope, comercialmente designado por Agil®, indicado no controlo de infestantes gramíneas (monocotiledóneas) e o piridato, com o nome comercial de Lentagran®, indicado para o controlo de infestantes de folha larga (dicotiledóneas), sendo atualmente esta última substância ativa, a única homologada em Portugal para o controlo de infestantes em pós-emergência, nesta cultura. O propaquizafope está atualmente homologado em Espanha, sendo aplicado na cultura do grão-de-bico, em condições edafo-climáticas semelhantes às de Portugal.

Os resultados obtidos no presente estudo, demonstram claramente ter havido uma boa eficácia (> 90 %) do propaquizafope no controlo da erva-febra (*Lolium rigidum* Gaudin), a infestante mais representativa no ensaio de campo levado a cabo, mesmo aplicado numa dose inferior à máxima recomendada (100 g ha⁻¹ s.a.), quando a aplicação se realizou numa fase precoce do desenvolvimento da infestante (início do afilhamento). Por sua vez, o piridato, aplicado na dose mínima recomendada (450 g ha⁻¹ s.a.) mostrou uma muito reduzida eficácia no controlo das infestantes dicotiledóneas, mesmo quando estas se encontravam numa fase mais precoce do seu desenvolvimento e por isso também, mais sensíveis ao herbicida. A baixa eficácia desta substância ativa no controlo das infestantes dicotiledóneas, conduziu a uma diferença não significativa na produtividade da cultura entre os diferentes tratamentos onde se aplicaram os herbicidas e a uma significativamente menor produtividade destes, relativamente ao tratamento onde o controlo de infestantes se realizou manualmente.

Sendo o presente estudo relativo a apenas um ano de ensaio, pensamos ser necessários mais anos de investigação, de modo a poder estudar-se a eficácia do piridato no controlo das infestantes dicotiledóneas, aplicando-se doses mais altas desta substância ativa, bem como estudar-se a eficácia do propaquizafope em outras infestantes monocotiledóneas, além do *Lolium rigidum* Gaudin.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-THAHABI, S.A., YASSIN, J.Z., ABU-IRMAILEH, B.E., SAXENA, M.C., (1994) - Effect of weed removal on productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Med.) in Mediterranean environment. Journal of Agronomy and Crop Science 172 (5): 333-341. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.1994.tb00184.x>
- ALI, M.A., NAWAB, N.N., ABBAS, A., ZULFKIFFAL, M., SAJJA, M., (2009) - Evaluation of selections criteria in *Cicer arietinum* L. using correlation coefficients and path analysis. Australian Journal of Crop Science, 3 (2): 65-70.
- ALLEN, O.N., ALLEN, E.K. (1981) - The leguminosae: A source book of characteristics, uses, and nodulation. Madison, University of Wisconsin Press, p. 166
- ANDERSON, A., BALDOCK, J.A., ROGERS, S.L., BELLOTTI, W., GILL, G.S., (2004) - Influence of chlorsulfuron on rhizobial growth, nodule formation, and nitrogen fixation with chickpea. Australian Journal of Agricultural Research, 55, 1059-1070. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR03057>
- ANSAR, M., ANWAR, A., ARIF, M., NADEEM, M., ZAHID, A., (2010) - Screening of pre and post emergence herbicides against chickpea (*Cicer arietinum* L.) weeds under semi rainfed conditions of Pothohar, Pakistan. Pakistan Journal of weed Science, 16 (4): 421-430.
- BAKSH, A., GULL, T., MALIK, B.A., SHARIF, A., (1998) - Comparison between F₁'s and their parental genotypes for the patterns of character correlation and path coefficients in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal of Botany, 30 (2): 209-219.
- BANNIZA, S., VANDENBERG, A., (2010) - The influence of plant injury on development of *Mycosphaerella pinodes* in fieldpea. Canadian Journal of Plant Pathology 25 (3): 304-311. DOI: <https://doi.org/10.1080/07060660309507083>.

BARROS, J. C., CALADO, J. G., BASCH, G., CARVALHO, M. J. (2016) - Effect of different doses of post-emergence-applied iodosulfuron on weed control and grain yield of malt barley (*Hordeum distichum* L.) under Mediterranean conditions. *Journal of Plant Protection Research*, 56 (1): 15-20. DOI: 10.1515/jppr-2016-0003.

BARROS, J.C., CALADO, J.G., CARVALHO, M.J., DUARTE, I., (2018) - Efeito de diferentes doses e volumes de calda do herbicida aclonifena no controlo em pré-emergência de infestantes na cultura do grão-de-bico. *Revista de Ciências Agrárias*, 41 (2): 432-442.

BENVENUTI, S., MACCHIA, M., (2000) - Role of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) canopy height on *Sinapis arvensis* L. growth and seed production. *In: Proceedings XIème Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes*, Dijon, France, pp. 305-312.

BHALLA, C.S., KURCHANIA, S.P., PARADKAR, N.R., (1998) - Herbicidal weed control in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *World Weeds* 5 (1-2): 121-124.

BHAN, V.M., KUKULA, S. (1987) - Weeds and their control in chickpea. *In: The Chickpea* (eds. M.C. Saxena and K.B. Singh), pp. 319-328. CAB International, Wallingford.

BHAVANI, A.P., SASIDHARAN, N., SHUKLA, Y.M., BHATT, M.M., (2008) - Correlation studies and path analysis in chickpea [*Cicer arietinum* L.] *Research on Crops*, 9 (3): 657-660.

BHUTADA, P.O., BHALE, V.M., (2015) - Effect of herbicides and cultural practices on nutrient uptake by chickpea and weed. *Journal Crop and Weed* 11 (1): 232-235. Available on: <http://cwssbckv.org/Journal/default.aspx>.

CARDOSO, J.V.C., (1965) - Os solos de Portugal: sua classificação e génese: I. A sul do rio Tejo. *Direção Geral dos Serviços Agrícolas*. 1ª ed. p. 112-115.

CHAUDHARY, B.M., PATEL, J.J., DELVADIA, D.R., (2005) - Effect of weed management practices and seed rates on weeds and yield of chickpea. *Indian Journal of Weed Science* 37 (3-4): 271-272. DOI: IJWS-2005-37-3&4-34

CHOPDAR, D.K., BHARTI, B., SHARMA, P.P., DUBEY, R.B., BRAJENDRA, MEENA, B.L., (2017) - Studies on genetic variability, character association and path analysis for yield and its contributing traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) Legume Research, 40 (5): 824-829 DOI:10.18805/lr.v0i0.8395

CHUDLEIGH, P., (2012) - An Economic Analysis of GRDC Investment in the National Chickpea Breeding Program. Grains Research & Development Corporation (GRDC), kingston.

CIFTCI, V.N., TOGAY, N., TOGAY, Y., DOGAN, Y., (2004) - Determining Relationships among Yield and Some Yield Components Using Path Coefficient Analysis in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Asian Journal of Plant Science, 3 (57): 632-635.

DATTA, A., SINDEL, B.M., KRISTIANSEN, P., JESSOP, R.S., FELTON, W.I., (2009) - Effect of isoxaflutole on the growth, nodulation and nitrogen fixation of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Crop Protection 28 (11): 923-927. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.07.009>

DENISH, K., KUMAR, S., PANNU, R.K., (2011) - Evaluation of Post-emergence Herbicides in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian Journal Weed Science 43 (1-2): 92-93. DOI: [IJWS-2011-43-1&2-17](https://doi.org/10.1007/BF00010421).

DIWAKAR, B., SINGH, F., (1995) - Chickpea Botany and Production Practices. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India, n° 16, pp. 2.

DUARTE, I., CALADO, J.G., VIANA, M., (2015) - Proteaginosas: o regresso do grão-de-bico. Vida Rural, 1804: 34-36.

DUSCHAK, M., (1871) - Zur Botanik des Talmud, Pest. I. Neuer, Pest

EBERBACH, P.L., DOUGLAS, L.A., (1991) - Effect of herbicide residues in a sandy loam on the growth, nodulation and nitrogenase activity (C_2H_2/C_2H_4) of *Trifolium subterraneum*. Plant and Soil, 131(1):67-76. DOI:10.1007/BF00010421.

GORE, A.K., GOBADE, S.M., PATIL, P.V., (2015) - Effect of pre and post emergence herbicides on yield and economics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Tropical Agriculture 33 (2): 909-912.

GOUD, V.V., MURADE, N.B., KHAKRE, M.S., PATIL, N.A., (2013) - Efficacy of imazethapyr and quizalofop-ethyl herbicides on growth and yield of chickpea. The Bioscan 8 (3): 1015-1018.

GUPTA, M., BINDRA, S., SOOD, A., SINGH, I., SINGH, G., GAUR, P.M., CHATURVEDI, S.K., DIXIT, G.P., SINGH, S., (2018) - Identifying new sources of tolerance to post emergence herbicides in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Food Legumes 31 (1): 5-9.

GRAVOIS, K.A., HELMS, R.S., (1992) - Path analysis of rice yield and yield components as affected by seeding rate. Agronomy Journal, 84 (1): 1-4. DOI:10.2134/agronj1992.00021962008400010001x

IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources), (1985) - Chickpea descriptors. Roma, 15 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, (2017) - Estatísticas Agrícolas, edição 2018, p. 22.

JUKANTI, A.K., GAUR, P.M., GOWDA, C.L.L., CHIBBAR, R.N., (2012) - Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Cambridge University Press.

KATIYAR, R.P., SOOD, O.P., KALIA, N.R., (1981) - Selection criteria in chickpea. Internacional Chickpea Newsseller, 4: 5-6.

KAUSHIK, S.S., RAI, A.K., SIROTHIA, P., SHARMA, A.K., SHUKLA, A.K., (2014) - Growth yield and economics of rain fed chickpea (*Cicer arietinum* L.) as influenced by integrated weed management. Indian Journal of Natural Products and Resources 5 (3): 282-285. Available on: <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/29557>.

KAYAN, N., ADAK, S., (2012) - Associations of some characters with grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal of Botany 44 (1): 267-272.

KAY, G., MCMILAN, M.G., (1990) - Pre- and post-emergent herbicides in chickpeas. I. Crop Tolerance. In: Proceedings of the 9 th Australian Weeds Conference, Adelaide, South Australia, August 6-10, 1990.

KHAN, I.A., BASHIR, M., MALIK, B.A., (1989) - Character association and their implication in chickpea breeding. Pakistan Journal of Agricultural Science, 26 (82): 214-220.

KHAN, I.A., MARWAT, K.B., HASSAN, G., KHAN, R., ULLAH, Z., (2012) - Suppressive capability of herbicides and plant extracts against chickpea weeds. Journal of Animal and Plant Sciences, 22 (2 Suppl.): 67-69.

KHAN, M.J., HASSAN, G., KHAN, I., MARWAT, K.B., KHAN, N.U., GUL, R., (2011) - Tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivares to the major chickpea herbicides. Pakistan Journal of Botany, 43 (5): 2497-2501.

KHAN, M.S., ZAIDI, A., AMIL, A., (2004) - Influence of herbicides on Chickpea-Mesorhizobium symbiosis. Agronomie, 24: 123-127. DOI: 10.1051/agro:2004009.

KNIGHTS, E., (1991) Chickpea. In: Jessop, R.S., Wright, R.I. (eds.), New crops, Agronomy and Potential of Alternative Crop Species. Inkata Press, Melbourne, pp. 27-38.

KNOTT, C.M., HALILA, H.M., (1986) - Weeds in food legumes: problems, effects, control. Pages 253 535-548 in: Summerfield, R.J. ed. World Crops: Cool Season Food Legumes. Dordrecht, 254 Netherlands. Kluwer Academic

KOSGEY, J.R., (1994) - Nodulation, growth and water use of chickpeas (*Cicer arietinum* L.). Master's thesis in agricultural sciences, Lincoln University.

KUDSK, P., (2008) - Optimising herbicide rate: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides of herbicides. Environmentalist, 28 (1): 49-55. DOI 10.1007/s10669-007-9041-8.

LADLZLNSKY, G., (1975) - A new *Cicer* from Turkey. Notes from the Royal Botanic Gardens, Edinburgh 34:201-202.

LEMERLE, D., VERBEEK, B., COOMBES, N., (1995) - Losses in grain yield of winter crops from *Lolium rigidum* Gaudin competition depend on crop species, cultivar and season. Weed Research, 35 (6): 503-509. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1995.tb01648.x>.

LOUDYI, M.C., (1988) - La flora adventice des legumineuses cultivées dans le plateau de Meknes. In: Proceedings of the Seminaire on Food Legumes in Marocco. Settat, April 7-9, 1987.

LOULX, M.M., DOOHAN, D., DOBBELS, A.F. Weed control guide for Ohio, Indiana and Illinois. Purdue University, Purdue Extension, 210.

MCKAY, K., MILLER, P., JENKS, B., RIESSELMAN, J., NEILL, K., BUSCHENA, D., BUSSAN, A.J., (2002) - Growing chickpea in the Northern Great Plains. North Dakota State University NDSU external Service, A-1236. <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/a1236w.htm>.

MISHRA, J.S., MOOTHY, B.T.S., BHAN, M., (2005) - Efficacy of herbicides against field Dodder in lentil, chickpea and linseed. Indian Journal of Weed Science 37 (3-4): 220-224.

MOHAMMADI, G., JAVANSHIR, A., KHOOJE, F.R., MOHAMMADI, S.A., SALMAZI, S.Z., (2005) - Critical period of weed interference in chickpea. Weed Research 45 (1): 57-63. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2004.00431.x>.

MOHLER, C.L., (1996) - Ecological bases for the cultural control of annual weeds. Journal Production Agriculture, 9 (4): 468-474.

NAGHASHZADEH, M., BEYRANVAND, A.F., (2015) - Broad-leaved weeds in chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by plant density and Lentagran herbicide application. Electronic Journal of Biology 11 (3): 90-92.

PAHWA, S.K., PRAKASH, J., (1992) - Effects of some herbicides on the growth, nodulation and nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian Journal of Plant Physiology, 35: 207-212.

PANDE, S., SIDDIQUE, K.H.M, KISHORE, G.K., BAYAA, B., GAUR, P.M., GOWDA, C.L.L., BRETAG, T.W., CROUSH, J.H., (2005) - Ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review of biology, pathogenicity, and disease management. Australian Journal of Agricultural Research 56(4) 317-332.

RAO, V.S., (2000) - Principles of Weed Science. Science Publishers, INC, Enfield (NH), USA, p. 555.

RASHID, A., KHAN, R.U., MARWAT, S.K. Importance of weed control in Chickpea under rainfed conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environment Science, 5 (4): 456-459.

SASKPULSE, (2011) - Plant Description, in: Chickpea Production Manual. Pulse Growers, Saskatoon, Canada.

SINGH, F., DIKAWAR, B., (1995) – Chickpea Botany and Production Practices. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India

SINGH, K.B., (1997) - Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Research 53:161- 70.

SINGH, R.V., WALIA, U.S., SINGH, B., (2008) - Effective control of weeds in chickpea. Indian Journal of weed sciences 40 (1-2): 51-55.

SINGH, G., SINGH, D., (1992) - Weed-crop competition studies in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian Journal of Weed Science, 24: 1-5.

SOLH, M.B., PALA, M., (1990) - Weed control in chickpea. Options Méditerranéennes – Série Séminaires, 9, 93-99

SOZEN, O., KARADAVUT, U., (2018) - Correlation and path analysis for yield performance and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes cultivated in central Anatolia. Pakistan Journal of Botany, 50 (2):625-633.

SUMMERFIELD, R.J., ROBERTS, E.H., HADLEY, P., (1987) - Photothermal effects on flowering in chickpea and other grain legumes. In: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Adaptation of chickpea and pigeonpea to abiotic stresses. Hyderabad, p. 33-48.

TANVEER, A., MALIK, M.A., CHEEMA, Z.A., ALI, A., TAHIR, M., (1998) - Effect of diferente levels of weed growth and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Pakistan Journal of Science 50 (3-4):60-62.

TANVEER, A., IMRAN, S., AYUB, M., YASIN, M., (2010) - Response of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Euphorbia dracunculoides to pre and post-emergence herbicides. Pakistan Journal of Weed Science Research, 16 (3): 267-277. DOI: 10.28941/pjwsr.

TARAN, B., HOLM, F., BANNIZA, S., (2013) - Response of chickpea cultivars to pre - and post-emergence herbicide applications. Canadian Journal of Plant Science, vol. 93, n. 2, p. 279-286. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps2012-167>.

TAVARES DE SOUSA, M. M., (1989) - O melhoramento do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) – algumas linhas programáticas. ENMP, INIA, Elvas

TEPE, I., ERMAN, M., YERGIN, R., BÜKÜN, B., (2011) - Critical period of weed control in chickpea under non-irrigated conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 35 (5): 525-534. DOI:10.3906/tar-1007-956.

TOMAR, G.S., MISHRA, Y., RAO, S.K., (1982) - Path analysis and its implications in selection of high yielding chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian Journal of Plant Physiology, 25: 127-132.

VAN DER MAESEN, L.J., (1987) - Origin, history and taxonomy of chickpea, in: Saxena, M.C., Singh, K.B. (Eds.), The Chickpea. CAB international - ICARDA, Wallingford, Oxon, UK, pp. 11 – 34.

VANGESSEL, M.J., MONKS, D.W., JOHNSON, Q.R., (2000) - Herbicides for potential use in lima bean (*Phaseolus lunatus*) production. Weed Technology, 14 (2): 279-286.

VASILAKOGLU, I., VLACHOSTERGIOS, D., DHIMA, K., LITHOURGIDIS, A., (2013) - Response of vetch lentil, chickpea and red pea to pre- or post-emergence applied herbicides. Spanish Journal of Agricultural Research 11 (4):1101-1111. DOI: 10.5424/sjar/2013114-4083.

VIEIRA, R.F., VIEIRA, C., VIEIRA, R.F., (2001) - Leguminosas graníferas. Viçosa, Editora UFV. 206p. Este capítulo: p.141-150. GRÃO-DE-BICO

WEAVER, S.E., TAN, C.S., (1983) - Critical period of weed interference in transplanted tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) Growth analysis. Weed Science 31 (4): 476-481.
DOI: <https://www.jstor.org/stable/4043595>.

ANEXOS

Anexo 1. Valores dos quadrados médios, probabilidade, erro e coeficiente de variação dos componentes da produção, do índice de colheita e da matéria seca total

	Origem da variação		Coeficiente de Variação (%)
	Tratamentos	Erro	
Graus de liberdade	7	21	
Nº de plantas m⁻²	22,817 0,3553 (n.s)	19,329	29,25
Altura das plantas	13.161 0,0138 (**)	3,872	5,71
Nº de vagens/planta	273,196 0,0004 (***)	42,327	16,71
Peso de 100 grãos	2,011 0,0302 (**)	0,709	3,29
Nº de grãos/planta	45,210 0,0805 (*)	20,865	19,78
Número de grãos m⁻²	10595,388 0,0203 (**)	3399,436	17,47
Índice de Colheita	0,000 (n.s)	0,001	7,06
Matéria seca total	4433,355 0,0075 (***)	1147,739	20,13

Anexo 1- Valores dos quadrados médios, probabilidade, erro e coeficiente de variação das componentes da produção do índice de colheita e da matéria seca total

* Corresponde a diferenças significativas para $p \leq 0,1$

** Corresponde a diferenças significativas para $p \leq 0,05$

*** Corresponde a diferenças significativas para $p \leq 0,01$