



Jornadas de LÚPULO e CERVEJA

Novas oportunidades de negócio

Livro de atas

Bragança, 13-14-15 de julho 2015

editores

Manuel Ângelo Rodrigues · Jorge Sá Morais · João Paulo Miranda de Castro

organização



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Centro de Investigação de Montanha

Título: Jornadas de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócio.
Livro de atas
Editores: Manuel Ângelo Rodrigues (CIMO/IPB9)
Jorge Sá Morais (ESA/IPB)
João Paulo Miranda de Castro (CIMO/IPB)
Organização: Instituto Politécnico de Bragança
ISBN: 978-972-745-202-6
Handle: <http://hdl.handle.net/10198/11625>
Edição: Instituto Politécnico de Bragança – Dezembro de 2015
Design da capa: Serviços de Imagem do IPB
Contacto: jpmc@ipb.pt

Apoios:



Conteúdo:

<u>O LÚPULO: DA CULTURA AO EXTRATO. TÉCNICA CULTURAL TRADICIONAL</u>	1
<u>O LÚPULO: CULTIVARES E EXTRATO</u>	11
<u>PRODUÇÃO E TECNOLOGIA DE CEREAIS: NOTAS BREVES SOBRE O CULTIVO DE CEVADA EM PORTUGAL</u>	23
<u>PRODUÇÃO E TECNOLOGIA DE CEREAIS: PROCESSO DE MALTAGEM DA CEVADA</u>	37
<u>LEVEDURAS E FERMENTAÇÕES: O CASO DA CERVEJA</u>	53
<u>A CULTURA DO LÚPULO EM BRAGANÇA. ASPETOS AGRONÓMICOS INOVADORES E POTENCIAL E EXPANSÃO</u>	63
<u>OBTENÇÃO DE PLANTAS DE <i>HUMULUS LUPULUS</i> L. RESISTENTES A VÍRUS</u>	71
<u>MACROZONAGEM DA APTIDÃO DO SOLO PARA A CULTURA DO LÚPULO NO DISTRITO DE BRAGANÇA</u>	83
<u>UM FUTURO PARA A PRODUÇÃO DE LÚPULO EM PORTUGAL</u>	99
<u>LÚPULO: APLICACIÓN INDUSTRIAL DE LA TECNOLOGÍA DE GASES COMPRIMIDOS.</u>	101

Produção e tecnologia de cereais: notas breves sobre o cultivo de cevada em Portugal

M Ângelo Rodrigues¹, Vítor Manuel Ramalheira Martins¹

¹Centro de Investigação de Montanha – Instituto Politécnico de Bragança

Resumo

A cevada é o principal cereal usado no fabrico de cerveja. Portugal é um produtor modesto de cevada, pelo que a indústria cervejeira nacional funciona com base em cevada importada. Em Portugal a cevada cultiva-se quase exclusivamente em sequeiro, sendo as produções unitárias de grão muito baixas quando comparadas com as produtividades obtidas em países situados a latitudes mais elevadas. Neste trabalho procuram explicar-se as causas das baixas produtividades obtidas em Portugal. Sobretudo interessa saber se as baixas produtividades são devidas a causas naturais ou se podem ser alteradas com a introdução de melhorias nas técnicas de cultivo. O trabalho está organizado em quatro tópicos principais: origem e situação atual da cultura; aspetos botânicos e morfologia da planta; adaptação ecológica da cevada; e técnica cultural. Discutem-se ainda brevemente alguns critérios a observar na escolha das cultivares e como esta espécie está integrada nas rotações.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare*; adaptação ecológica; técnica cultural; fertilização azotada

Origem e situação atual da cultura

A cevada é cultivada desde o neolítico. O ancestral mais provável de todas as cevadas cultivadas será *Hordeum spontaneum* L., uma cevada espontânea de ráquis frágil que perde as sementes imediatamente após a sua maturação fisiológica. A cevada cultivada foi selecionada a partir de plantas de ráquis tenaz que não perdiam as sementes e permitiam a colheita do grão. Registos arqueológicos no Vale do Nilo (Egito) demonstram que o processo de domesticação terá ocorrido há mais de 15000 anos, tendo a cevada acompanhado o processo de domesticação de cereais importantes como o trigo. Contudo, o sudoeste da Ásia é considerado o principal centro de distribuição e diversidade do género, podendo ser a origem das cevadas cultivadas. Assim, a cevada poderá não ter um centro de origem único mas vários. Informação mais detalhada sobre a

origem do cultivo da cevada pode ser consultada em Cano (1989a) e López-Bellido (1991).

No presente, a cevada é considerada o quarto cereal mais importante à escala mundial. Em 2013 produziram-se 143 959 778 t (Figura 1), tendo este valor vindo a manter-se estável nas últimas décadas em valores ligeiramente abaixo das 150 000 000 t (Figura 2). A produção de cevada está distribuída por todos os continentes, embora a produção na europa em 2013 tenha representado 59,6% da produção total mundial (Figura 3). Os maiores produtores mundiais são Federação Russa, Alemanha, França, Canadá e Espanha (Figura 4).

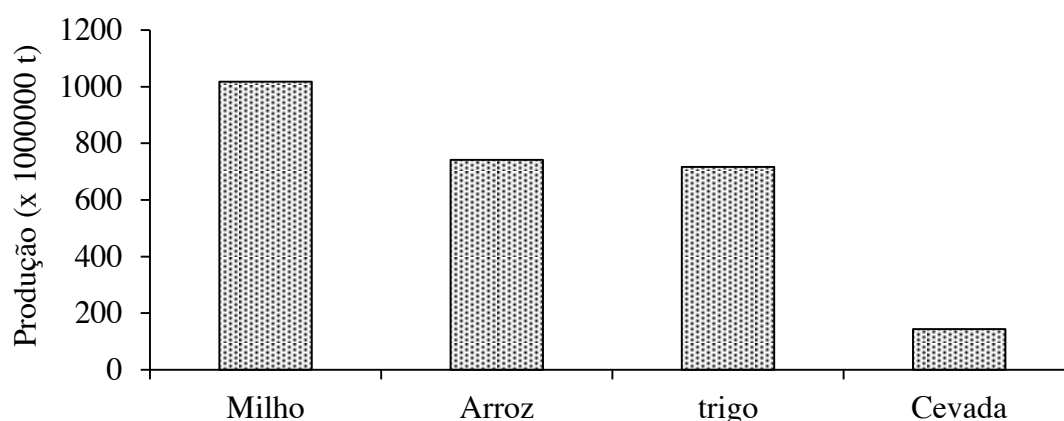


Figura 1. Produção total mundial dos quatro cereais mais importantes da atualidade (FAO, 2015).

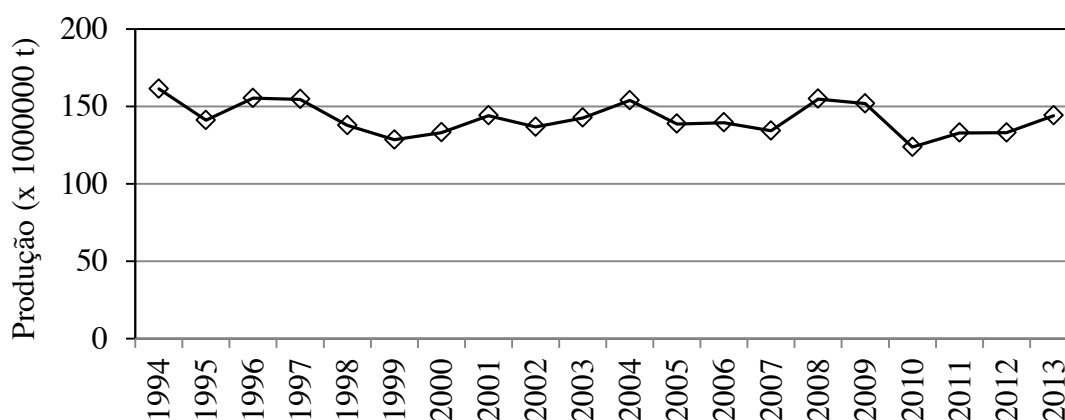


Figura 2. Evolução da produção mundial de cevada ao longo das últimas duas décadas (FAO, 2015).

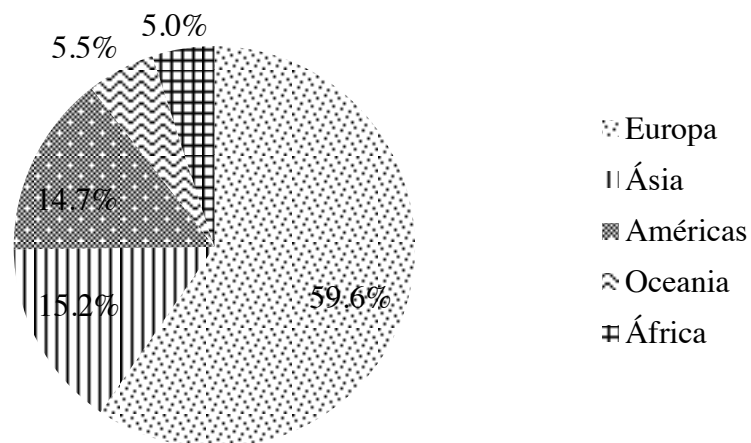


Figura 3. Importância relativa da produção de cevada nos diferentes continentes (FAO, 2015).

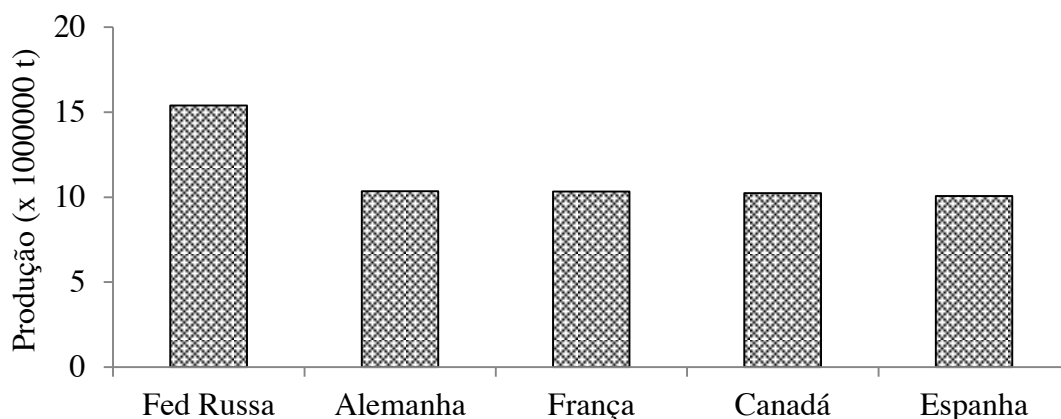


Figura 4. Produção de cevada em 2013 nos cinco países maiores produtores mundiais (FAO, 2015).

Em Portugal, a produção de cevada tem vindo a perder significado. As áreas semeadas encontram-se abaixo dos 17 000 ha e têm registado uma evolução tendencialmente decrescente ao longo dos anos (Figura 5). O maior registo histórico de área semeada (143 482 ha) remonta ao ano de 1976 (FAO, 2015). A produção de grão nacional reflete a evolução na área semeada, com um decréscimo ao longo das últimas décadas.

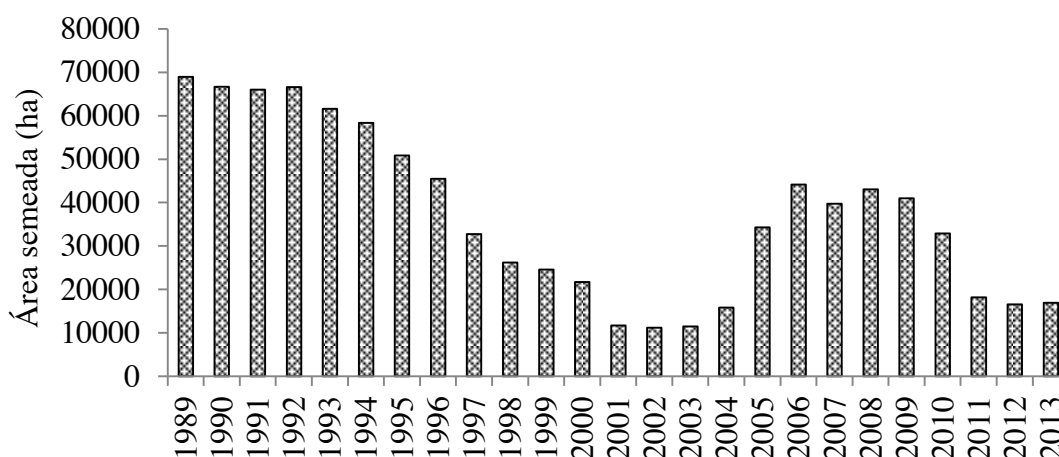


Figura 5. Evolução da área semeada de cevada em Portugal de 1989 a 2013 (FAO, 2015).

Aspetos botânicos e morfologia da planta

As cevadas cultivadas pertencem à espécie *Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*. O ancestral comum a todas as cevadas cultivadas terá sido *Hordeum spontaneum* (cevada de ráquis frágil), como se referiu. A domesticação terá consistido na seleção das plantas de ráquis tenaz que não perdiam as sementes.

A cevada apresenta um sistema radicular relativamente superficial (não ultrapassa 120 cm), em comparação com outros cereais de inverno como o trigo e o centeio de sistema radicular mais profundo. Na cevada, mais de 60% das raízes encontram-se normalmente nos 25 cm superficiais. O caule é um colmo, fistuloso, bastante baixo em comparação com as variedades tradicionais dos restantes cereais (as variedades modernas de trigo também apresentam caules bastante baixos). Contudo, apesar de apresentar caule baixo e fistuloso, a cevada é bastante sensível à acama fisiológica. As folhas apresentam aurículas amplexicaules, muito desenvolvidas e esbranquiçadas. A lígula é também muito desenvolvida e afiada. A inflorescência é uma espiga dística. Apresenta três espiguetas unifloras em cada curvatura ou nó da ráquis, ao contrário de trigo, centeio e tritcale que apresentam apenas uma espiguetas multiflora por nó. As glumas são rudimentares (dois pelos). As glumelas protegem cada uma das flores, sendo a exterior normalmente aristada. Ao contrário de trigo, centeio e tritcale as glumelas ficam aderentes ao grão na maturação. A fecundação é predominantemente autogâmica, ocorrendo sobretudo cleistogamia (quando as anteras saem e libertam o pólen no exterior já a maior parte das flores ficaram fecundadas pelo pólen das suas próprias anteras). O grão é um fruto seco e indeiscente (cariopse) com as glumelas aderentes. Descrições mais detalhadas sobre

aspectos genéticos e morfológicos da cevada podem ser vistas em Cano (1989b), López-Bellido (1991) e Guerrero (1999).

A particular organização da espiga da cevada, com três espiguetas por nó, permite classificar as cevadas de acordo com a fertilidade das flores. Quando todas as flores são férteis, originam-se seis carreiras de grão (três em cada nó da espiguetas), sendo estas cevadas designadas de hexásticas ou de seis carreiras. Em algumas cevadas, as duas flores laterais apresentam-se rudimentares e não são férteis. Estas cevadas, que serão provavelmente as mais antigas, são designadas de cevadas dísticas ou de duas carreiras. Ainda que com menor importância, podem ocorrer cevadas em que é a flor central que não é fértil, originando cevadas tetrásticas ou de quatro carreiras.

Frequentemente as cevadas dísticas são associadas ao uso na indústria cervejeira e de outras bebidas alcoólicas. Contudo, presentemente também há cevadas hexásticas usadas na indústria das bebidas alcoólicas. Pelo contrário, as cevadas hexásticas são maioritariamente usadas em rações para animais por normalmente não atingirem o nível de qualidade adequado para maltagem (Brufau, 1989). As cevadas hexásticas são também frequentemente usadas como ferrejo para dar em verde aos animais. Em Portugal, no Sul do país cultivam-se maioritariamente cevadas dísticas para a indústria cervejeira. No norte do país tem apenas tradição o cultivo de cevadas hexásticas para ferrejo. As cevadas hexásticas de uma maneira geral contêm maiores teores em fibras (menor enchimento dos grãos da filas exteriores ficando proporcionalmente com mais fibra) e mais pobres em amido, o que limita a sua utilização na indústria cervejeira. Na alimentação animal o grão de cevada é valorizado pelo elevado conteúdo em lisina e treonina (dois aminoácidos essenciais), mas a presença de β -glucanas limita o seu uso em aves, sobretudo em frangos de engorda. O grão de cevada contém muita fibra e pouca gordura pelo que se revela adequado para engorda de porcos. De uma maneira geral, as boas cevadas para malte são também as melhores para ração (Brufau, 1989). Contudo, é frequente derivar para ração os lotes de cevada que não atingem qualidade suficiente para maltagem.

Adaptação ecológica da cevada (referência para Portugal)

Os cereais de inverno, como a cevada, instalam-se relativamente bem em Portugal. As sementes germinam bem mesmo a temperaturas relativamente baixas, sendo o principal risco de uma má emergência situações em que possam ocorrer precipitações excessivas e continuadas após a sementeira que dificultem a difusão do oxigénio no solo.

A cevada necessita de vernalização, isto é, as plantas têm de ficar submetidas a uma determinada quantidade de frio para uma boa indução de floração. Contudo, as necessidades diferem entre variedades. Variedades com elevadas necessidades em frio (ou de ciclo longo) devem semear-se no outono. No Sul do país, em que é habitual fazerem-se sementeiras de cevada tardias (fevereiro ou eventualmente março), devem usar-se variedades alternativas (também chamadas de Primavera ou de ciclo curto) de menores necessidades em frio.

A germinação e as primeiras fases de desenvolvimento da cevada (até ao início do encanamento) ocorrem com normalidade. Contudo, as condições de crescimento degradam-se grandemente a partir das fases próximas do fim do encanamento e durante todas as fases subsequentes, emborrachamento, floração e enchimento do grão. Tomando por referência para exercício teórico um ano de clima igual à normal climatológica (Figura 6, normal climatológica para Beja), verifica-se que a partir do fim de abril e, sobretudo, durante o mês de maio e posteriores, a precipitação não assegura disponibilidade de água em quantidades adequadas para as plantas. As temperaturas são muito elevadas, o que origina elevada evaporação de água e transpiração das plantas, reduzindo a eficiência de uso da água disponível no solo. As temperaturas altas são também negativas para a performance fisiológica das plantas. As temperaturas ótimas para o período vegetativo deverão ser próximas de 15 °C e após o espigamento de 17 a 18 °C (López-Bellido, 1991). À medida que avança a Primavera reduz-se significativamente a humidade atmosférica, aumentando proporcionalmente a demanda evaporativa das plantas. A radiação, por seu lado, tende a ser também muito elevada. Resumidamente, baixa disponibilidade de água no solo, humidade atmosférica baixa e temperatura elevada originam forte transpiração das plantas e a necessidade de fecho dos estomas, o que limita severamente o processo fotossintético. Deve recordar-se que a cevada é uma planta de mecanismo C₃ (processo fotossintético em que o dióxido de carbono e a ribulose-bifosfato, RuBP, são convertidos em 3-fosfoglicerato), significando que em condições de temperatura elevada e radiação excessiva ocorre fotorrespiração [à medida que a temperatura aumenta a RuBisCO (ribulose-1,5-bifosfato carboxilase oxigenase) incorpora muito oxigénio em RuBP em vez de carbono], o que reduz a eficiência do processo fotossintético. Plantas de metabolismo C₃ são pouco eficientes em ambiente de elevada radiação, temperatura alta e baixa disponibilidade hídrica. O fecho dos estomas restringe a disponibilidade de CO₂, reduzindo a razão CO₂/O₂, o que incrementa a fotorrespiração.

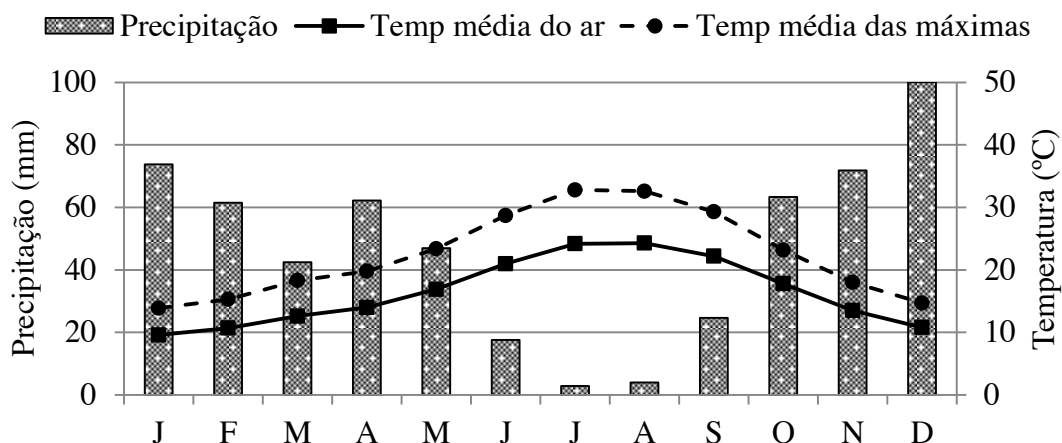


Figura 6. Precipitação mensal, temperatura média do ar e temperatura média das máximas em Beja para o período 1970/2000 (IPMA, 2015).

Os efeitos práticos sobre as plantas das condições referidas podem ser resumidos da seguinte forma. As condições desfavoráveis fazem-se sentir normalmente ainda antes da floração. A percentagem de caules que vão produzir espiga é menor em comparação com plantas que crescem em regiões ecológicas mais favoráveis. Na prática, a planta não atinge um índice de área foliar (razão entre superfície foliar e correspondente unidade de área de solo) que lhe permita maximizar a radiação intercetada. O mais importante, contudo, é o efeito das condições referidas na duração da área foliar (integral do índice de área foliar no tempo; tem em conta a extensão do aparato fotossintético e a duração do processo fotossintético). A 25 °C a senescência de uma folha ocorre em 4 semanas, enquanto a 10 °C a senescência só ocorre após 11 semanas (López-Bellido, 1991). Assim, as plantas têm dificuldade em atingir índices de área foliar elevados e, sobretudo, apresentam reduzida duração da área foliar. Acresce que a extrema limitação hídrica obriga à remobilização de elevada quantidade de fotoassimilados para o sistema radicular na procura de água, o recurso mais limitante. De uma maneira geral, em ambiente mediterrânico, como acontece em Portugal, o fim de ciclo surge de forma abrupta não permitindo elevadas produtividades. Na sequência do afilhamento as plantas apresentam poucas espigas ao nível da espiga principal, as espigas surgem fracamente desenvolvidas, com reduzido número de grãos por espiga, e, em anos de stresse severo, o próprio enchimento do grão pode ficar comprometido sendo penalizada a qualidade do grão. Para uma descrição mais detalhada de como as condições mediterrânicas afetam a performance da cevada pode consultar-se Garcia del Moral e Ramos (1989) e López-Bellido (1991).

Os melhores solos para cultivar cevada em ambiente mediterrânico e em sequeiro deveriam ser os que apresentam maior capacidade de armazenamento de água, na medida em que conferem alguma proteção contra a falta de chuva na Primavera. Texturas franco-argilosas e elevada espessura efetiva deveriam ser, por isso, as características do solo mais favoráveis. Contudo, a cevada necessita de solos bem drenados. Em Portugal os solos com texturas mais argilosas são utilizados preferencialmente para produzir trigo. A cevada é também uma planta pouco tolerante a solos ácidos, estando melhor adaptada a solos de pH elevado. É ainda uma planta relativamente tolerante à salinidade.

A cevada tem um ciclo mais curto que o trigo, sendo por isso mais resistente à seca (o período espigamento/maturação é mais curto). Este aspeto, associado ao facto de ser uma planta tolerante à alcalinidade e salinidade, faz com que a cevada seja um cereal cujo cultivo se aproxime bastante das zonas desérticas. Em concordância, verifica-se que em Portugal nas primaveras mais secas, a cevada tende a ter maiores produtividades que o trigo. O seu ciclo particularmente curto faz com que a cevada se estenda também para latitudes mais altas que o trigo, podendo ser cultivada no curto Verão dos países do Norte da Europa.

As condições ambientais referidas originam as fracas estatísticas de produção de cevada em Portugal. A figura 7 mostra a produtividade da cevada em Portugal e em alguns dos países em que a cevada atinge melhor performance. Na Bélgica, a produtividade média do país atingiu 8,2 t/ha em 2013, enquanto em Portugal a produtividade ficou em 1,3 t/ha, mais de seis vezes inferior. As razões destes números não são de natureza tecnológica, isto é, as produtividades em Portugal não são baixas pelo facto dos nossos produtores fazerem alguma coisa errada. As produtividades são baixas porque o clima não permite obter outros resultados. Os Estados Unidos foram incluídos na figura exatamente para desmistificar esta questão. Também neste país as produtividades ficam aquém das obtidas na Bélgica, ainda que sejam superiores às obtidas em Portugal. Estados Unidos são, contudo, um país ao qual se associa sempre a melhor tecnologia de cultivo.

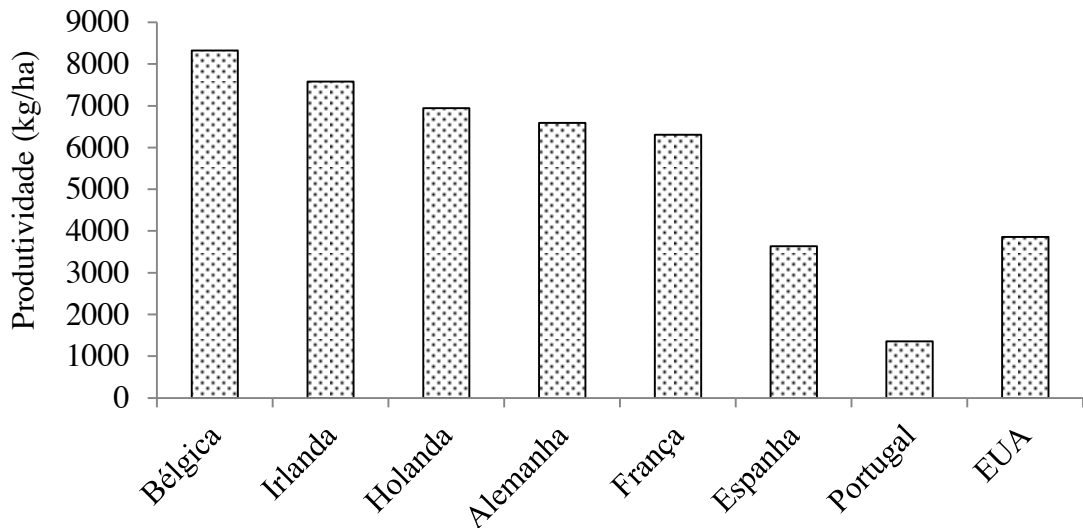


Figura 7. Produtividade média da cevada em 2013 em alguns países incluindo Portugal (FAO, 2015).

A figura 8 mostra as produtividades médias nacionais ao longo dos últimos anos. Observem-se as grandes flutuações anuais em torno da média, isto é, surgem anos de melhores e piores produções sem padrão aparente. Isto mostra o efeito da irregularidade do clima mediterrânico na produtividade da cevada e também o facto das condições ambientais que determinam a produtividade não serem controladas pelo homem. É também de realçar que as produtividades não têm aumentado de forma consistente ao longo dos anos, o que também mostra que as produções não estão dependentes da evolução das condições tecnológicas de cultivo (variedades mais produtivas, melhores fertilizações, etc...) mas sempre das variáveis ambientais.

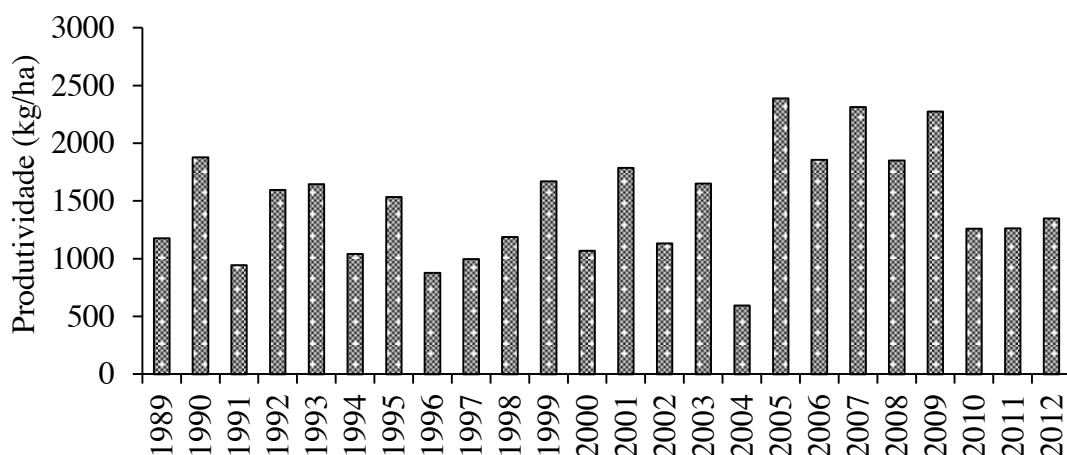


Figura 8. Evolução da produtividade da cevada em Portugal de 1989 a 2013 (FAO, 2015).

Técnica cultural

A cevada tem uma técnica cultural muito semelhante à dos restantes cereais de outono/inverno. Neste documento são destacadas algumas das principais diferenças da técnica cultural da cevada em comparação com o trigo, que será a cultura de referência em Portugal de entre os cereais de outono/inverno.

A cevada, quando cultivada como forragem para alimentação animal, uso habitual no Norte do país, é semeada no outono, desde outubro até ao início de novembro. A cevada cultivada para grão, tal como acontece no sul do país, pode ser semeada até bastante mais tarde em comparação com os outros cereais de inverno. É normal semear-se cevada no mês de fevereiro e eventualmente no início de março. Quando se fazem estas sementeiras tardias devem usar-se variedades alternativas, com menores necessidades de vernalização. No cultivo de cevada para grão procura atingir-se 250 a 400 espigas/m², usando 100 a 180 kg de semente por hectare dependendo da fertilidade do solo (Cano, 1989c; López-Bellido, 1991; Guerrero, 1999).

A fertilização azotada é provavelmente o aspeto da técnica cultural em que a cevada, quando cultivada para malte, mais difere dos restantes cereais de inverno. Como se pretende promover o conteúdo em amido, usa-se menos azoto em comparação com o trigo. A aplicação de azoto em doses elevadas aumenta o teor de proteína no grão. Algumas proteínas são desejáveis (α - e β -amilase, β -glucanase e proteases diversas), uma vez que desempenham uma importante ação catalítica ao nível de alguns componentes químicos do grão, mas as proteínas de reserva, como as hordeínas e glutelinas, que são sobretudo as que se acumulam quando se aplica azoto em excesso, não são desejáveis por originarem menor conteúdo em amido no grão e menor rendimento em extrato (Cano, 1989c; López-Bellido, 1991). As adubações de cobertura podem ter um efeito particularmente negativo, pois quanto mais azoto estiver disponível na fase final do ciclo maior será o teor de proteína no grão. Por outro lado, a sementeira da cevada faz-se mais tarde que a do trigo, o que reduz o risco de perdas de azoto por desnitrificação e lixiviação de nitratos durante o inverno. Assim, na cevada, em comparação com os outros cereais, a adubação de fundo ganha importância enquanto a adubação de cobertura a perde. Pelas razões referidas, em cobertura devem evitar-se adubos amoniacais já que se considera que têm um efeito mais prolongado no tempo, ficando azoto disponível no solo até fases mais avançadas do ciclo (Santos, 2015). A cevada é uma planta bastante sensível à acama fisiológica, sendo outra razão que aconselha a moderação da dose de azoto.

Relativamente aos outros nutrientes, a fertilização da cevada não apresenta diferenças apreciáveis para os restantes cereais. Refira-se contudo a importância atribuída ao enxofre. Enxofre aplicado por via foliar ao afilhamento parece ter um efeito muito favorável no aumento do número de espigas com desenvolvimento ao nível da espiga principal (López-Bellido, 1991), sendo este um aspeto muito importante do cultivo da cevada na região mediterrânica.

A cevada, tal como qualquer outra cultura, pode sofrer prejuízos devido à competição de infestantes e incidência de doenças e pragas. A sementeira tardia pode reduzir a incidência de infestantes. Contudo, em ambiente mediterrânico, em que a limitação hídrica é o principal fator limitante, a presença de infestantes na seara limita-lhe severamente a produtividade. No combate a infestantes deve fazer-se rotação de culturas e aplicar todas as medidas culturais que limitem a infestação, mas a aplicação de herbicidas é obrigatória na produção de cevada para grão. A lista de substâncias ativas autorizadas é extensa (AGRO-MANUAL, 2015), devendo optar-se pela solução herbicida mais adequada ao tipo de infestação em causa. Algumas das doenças mais importantes da cevada são ferrugens (amarela e castanha), helmintosporiose, oídio, rincosporiose e septoriose. Contudo, a necessidade de fazer tratamentos depende da forma como decorre o ano. A lista de substâncias fungicidas autorizadas em cevada é também extensa (AGRO-MANUAL, 2015). A cevada apresenta baixo risco de dano provocado por pragas em comparação com muitas outras culturas. Podem eventualmente surgir problemas com afídios, alfinete, lagarta-sete-coiros e larva-lesma. Ainda que não seja habitual, se algum destes problemas assumir proporções que necessite de tratamento, há também substâncias autorizadas que podem se aplicadas (AGRO-MANUAL, 2015).

Crítérios na escolha das cultivares

As cultivares devem apresentar características adequadas ao fim. Em Portugal cultiva-se cevada sobretudo para malte. São preferíveis variedades de grão grande, arredondado e tegumento fino que origem elevado rendimento em extrato (Cano, 1989c; López-Bellido, 1991). Outro aspeto importante é a estabilidade das produções. Em condições tão marginais de cultivo, pode não ser aconselhável escolher cultivares com elevado potencial genético manifestado em regiões do globo com boas condições ecológicas. Melhor estratégia pode ser a utilização de variedades com boa capacidade de produzir em condições adversas, em particular em condições de stresse hídrico severo. A

capacidade fotossintética da espiga parece ser relevante. As variedades de cevada para cultivar em ambiente mediterrânico devem possuir aristas longas (Garcia del moral, 1989; López-Bellido, 1991). As variedades devem, tanto quanto possível, ser resistentes à acama fisiológica e também a doenças e pragas.

Inserção na rotação

A cevada é tradicionalmente uma cultura de sequeiro. Apesar da área de regadio ter vindo a aumentar em Portugal, sobretudo associada ao Alqueva, não é exetável que as rotações de regadio incluam regularmente cevada. Assim, a cevada deverá ser integrada sobretudo em rotações de sequeiro. O ideal seria conceber uma rotação a quatro anos. Essa rotação poderia incluir girassol, uma leguminosa, colza e eventualmente um segundo cereal como o trigo. Infelizmente, em Portugal, no presente a área de leguminosas para grão é insignificante. Tem havido uma ténue esperança em torno do grão-de-bico de inverno mas ao que parece a cultura não tem sido opção. O girassol também tem enfrentado dificuldades devido às reduzidas produtividades que atinge. A colza, sendo uma cultura de inverno, teria em teoria melhor potencial de produção que o girassol. Contudo, Portugal não tem tradição no cultivo de colza. Talvez a excelente valorização atual da semente de colza a torne mais apetecível para os produtores nacionais de cereais podendo esta cultura dar o seu contributo no enriquecimento das rotações de sequeiro.

Referências

- AGRO-MANUAL 2015. Produtos fitofarmacêuticos, organismos auxiliares, jardins & espaços verdes, fertilizantes, sementes. AGRO-MANUAL publicações, Lda., Odivelas.
- Brufau, J. 1989. La cebada como materia prima para piensos. In: Cano, J.L.M. (Ed.) - *La cebada: morfología, fisiología, genética, agronomía e usos industriales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, p. 217-233.
- Cano, J.L.M. 1989a. Taxonomía, citología, origen filogenética. In: Cano, J.L.M. (Ed.) - *La cebada: morfología, fisiología, genética, agronomía e usos industriales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, p. 19-23.
- Cano, J.L.M. 1989b. Morfología y desarrollo de la planta. Taxonomía varietal. In: Cano, J.L.M. (Ed.) - *La cebada: morfología, fisiología, genética, agronomía e usos industriales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, p. 25-64.
- Cano, J.L.M. 1989c. Agronomía. Patología. In: Cano, J.L.M. (Ed.) - *La cebada: morfología, fisiología, genética, agronomía e usos industriales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, p. 179-198.

- FAO 2015. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Itália. Disponível em: <http://faostat3.fao.org> (consulta em julho de 2015).
- García del Moral, L.F., Ramos, J.M. 1989. Fisiología de la Producción de grano. In: Cano, J.L.M. (Ed.) - *La cebada: morfología, fisiología, genética, agronomía e usos industriales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, p. 137-178.
- Guerrero, A. 1999. *Cultivos herbáceos extensivos*. 6th ed. Ed. Mundi-prensa, Madrid.
- IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) 2015. Normais climatológicas 1970-2000 (Beja). Disponível em <<https://www.ipma.pt/pt/otempo/prev.localidade/index.jsp?localID=2&cidadeID=2>> (consulta em julho de 2015).
- López-Bellido, L. 1991. *Cultivos herbáceos: cereales*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Santos, J.Q. 2015. Fertilização. Fundamentos agroambientais da utilização dos adubos e corretivos. Publindústria, Edições Técnicas, Porto.