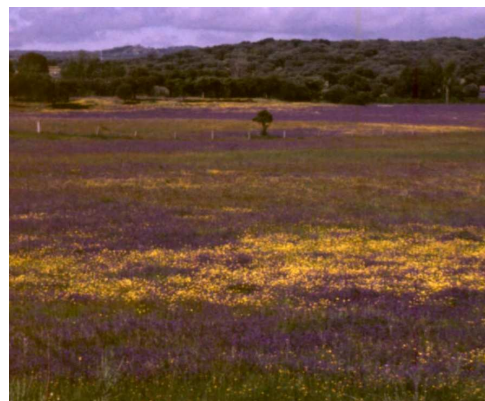
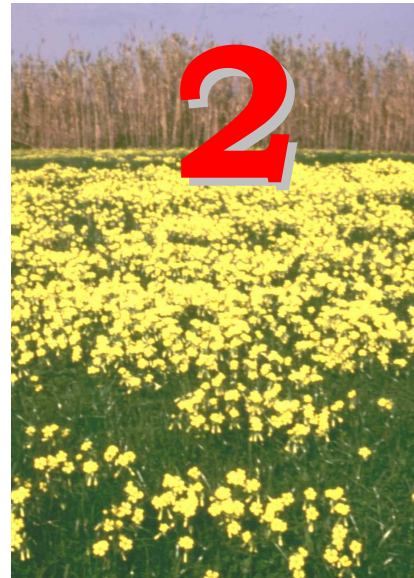


CADERNOS DE HERBOLOGIA



CADERNOS DE HERBOLOGIA

2

Ilídio MOREIRA e Ana MONTEIRO (Editores)

LISBOA
2004

CADERNOS DE HERBOLOGIA

2

BIOLOGIA das INFESTANTES

Edição: ISA Press

Instituto Superior de Agronomia
Tapada da Ajuda, 1349-018 Lisboa

Impressão: Serviço de Reprografia do Instituto Superior de Agronomia

ISBN: 972-98085-0-3

Depósito Legal:

Índice

Parte II - Biologia das infestantes

- 1 - Classificação das infestantes**
- 2 - Identificação das infestantes**
- 3 - Origem e disseminação**
- 4 - Plantas invasoras**
- 5 - Biologia das anuais**
- 6 - Biologia das vivazes**
- 7 - Plantas parasitas**
- 8 - Interferência com as culturas**
- 9 – Estados de crescimento de infestantes mono- e dicotiledóneas**
 - Escala BBCH alargada**

PARTE II – BIOLOGIA DAS INFESTANTES

Ilídio MOREIRA

Departamento de Protecção das Plantas e de Fitoecologia, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda,
1349-017 Lisboa

1 - Classificação das infestantes

As classificações das infestantes são muito variadas e evidentemente dependentes do objectivo em vista.

Com uma índole eminentemente prática e simplificadora é tradicional dividir as infestantes em

- de folha larga ("broad leaved") e
- de folha estreita ("grass weeds" ou "narrow leaved")

que correspondem, "grosso modo", às plantas dicotiledóneas e monocotilidóneas, frequentemente com diferente sensibilidade aos herbicidas.

Claro que as classificações botânicas, sejam as taxonómicas ou outras como as relacionadas com o tipo biológico (anuais, bienais, vivazes* ou perenes*) ou com o processo de propagação, como a classificação fisionómica de Raunkjaer (terófitos, criptófitos, hemicriptófitos, caméfitos e fanerófitos; veja-se Vasconcellos *et al.*, 1969, pgs. 48-49), podem ser úteis.

Há, ainda a considerar, quanto à forma biológica, o caso particular das plantas parasitas e hemiparasitas (tratadas em 2.7) e os epífitos. Destas últimas plantas, que vivem sobre outras, mas sem as parasitarem, não se encontram geralmente exemplos de infestações dignas de nota, pelo menos nas regiões temperadas.

Outra abordagem para a classificação das infestantes, muito comum, baseia-se no seu habitat; neste sentido, Holzner (1982) considerou as seguintes categorias de infestantes:

- 1 - segetais ("agrestals" ou "segetals")
- 2 - ruderais ("ruderals")
- 3 - das pastagens ("grassland-weeds" ou "weeds of pastures", meadows and lawns")
- 4 - aquáticas ("aquatic weeds")
- 5 - florestais (forest weeds")
- 6 - ambientais ("environmental weeds")
- 7 - outros tipos

O primeiro grupo respeita evidentemente ao grosso das preocupações dos herbologistas. São habituais as expressões como as infestantes do trigo, infestantes da vinha, etc.; ultimamente, em face das dificuldades de determinar o grau relativo dos prejuízos e benefícios das plantas espontâneas nas culturas, começa a generalizar-se a expressão "flora das culturas".

* Transcreve-se de Vasconcellos *et al.* (1969): "Alguns autores dão a estes dois termos significados diferentes, considerando vivazes as plantas que renovam totalmente a parte aérea todos os anos e perenes as que mantêm pelo menos uma porção daquela, mesmo durante a estação desfavorável. Este critério, porém, não é seguido uniformemente, pelo que achamos preferível considerar os dois termos como sinónimos".

Em Herbologia, porém, há algum interesse em os separar, ou, preferencialmente, distinguir as plantas vivazes herbáceas, como a grama, escalracho, junças, erva-pata, etc., cuja parte aérea seca ou desaparece em estação desfavorável, das plantas mais ou menos arbustivas vivazes lenhosas ou perenes.

A inclusão da vegetação **ruderal**^{*}, nesta classificação de Holzner, resulta dos locais ruderais, entendido o termo num sentido lato, poderem ser repositórios de potenciais infestantes segetais; por vezes, muitos nichos das espécies infestantes nas culturas ficam vazios pela utilização dos herbicidas, que vêm a ser ocupados por colonizadoras provenientes dos locais ruderais, que, anteriormente, não eram capazes de competir com as infestantes segetais melhor adaptadas às culturas, mas que, eventualmente mais resistentes aos herbicidas, passam a ser capazes de invadir os campos cultivados.

A consideração das **infestantes das pastagens**, separadamente das culturas segetais, advem da dificuldade, ou até de alguma subjectividade do conceito de infestante das pastagens, pois muitas das plantas espontâneas das pastagens semeadas são comidas pelo gado; serão "verdadeiras" infestantes as plantas de espécies que tenham uma marcada influência negativa na criação dos animais, como as venenosas, ou nos seus produtos (p. ex., mau gosto ao leite ou derivados) ou que não sejam palatáveis e que tenham elevada capacidade de competição com as outras espécies desejáveis; num ponto de vista mais apertado todas as plantas, mesmo que apreciadas pelo gado, com valor nutritivo inferior às plantas semeadas ou desejadas serão infestantes.

As **infestantes aquáticas e as florestais** pela sua especificidade são abordadas em capítulos posteriores.

Referência especial merecem ainda as **infestantes ambientais** ou, como também são referidas, **infestantes ecológicas**.

Holzner (1982), com base em trabalhos de outros autores, definiu "environmental weeds" como espécies agressivas introduzidas que colonizam a vegetação natural e suprimem as espécies nativas até uma certa extensão. Considerou, ainda, que a vegetação natural não perturbada é muito resistente às invasoras (Cap. 4) e a colonização nas comunidades estabelecidas é usualmente um sinal de perturbação natural ou por influência humana; a partir destas comunidades naturais desordenadas há realmente uma gradual transição para comunidades ruderais profundamente perturbadas em que as "infestantes ambientais", agora como "ruderais", encontram muitas vezes o seu segundo óptimo ecológico na flora.

A planta de folhas suculentas, da família das aizoáceas, introduzida da África do Sul para fixação de dunas e taludes, *Carpobrotus edulis* é um exemplo de comportamento frequente como infestante ambiental nas dunas litorais portuguesas e que, nalguns locais do litoral alentejano, chegou a ter alguma expressão como infestante de pastagens. A expansão de acácias, como a *Acacia melanoxylon*, tem, também, características de invasão ambiental.

A vegetação natural ripária, que acompanha taludes e margens de rios e lagos, é provavelmente uma das mais afectadas por infestantes ambientais à escala mundial; em Portugal são exemplo as infestações de jacinto-aquático (*Eichhornia crassipes*) e pinheirinha-de-água (*Myriophyllum aquaticum*) especialmente em canais de rega e valas de drenagem, mas também em cursos de água e pauis naturais.

Adiante (cap. 4), desenvolvem-se aspectos das **plantas invasoras** que podem ser tomadas como infestantes ambientais.

Um último grupo de infestantes considerados por Holzner diz respeito a campos de cultura de agricultura intensiva recentemente abandonados, onde se desenvolve uma sucessão vegetativa secundária muitas vezes considerada como infestante. Nos últimos estádios de

* Ruderal é uma expressão derivada da palavra latina *rudus* (detritos, entulho) mas usada num sentido bastante lato, incluindo as bordas dos caminhos, linhas férreas, entulhos ou depósitos de lixo, montes de terra, estrumeiras, margens de valas de águas de drenagem ou esgotos, etc.

sucessão, muitas espécies da vegetação natural, possivelmente, reaparecem, mas nos primeiros anos as espécies tipicamente segetais permanecem, podendo ser consideradas focos de infestação de campos vizinhos cultivados. A acuidade do aprofundamento dos estudos da evolução da vegetação em terrenos de cultura abandonados aumentou com a política de terras retiradas ("set-aside").

Bibliografia

- Holzner, W. (1982) - Concepts, categories and characteristics of weeds. *In*: (Holzner, W. & Numata, M., ed.) *Biology and ecology of weeds*: 3-20. Dr. W. Junk Publishers.
- Vasconcellos, J. C, Coutinho, M. C. P. & Franco, J. A. (1969) - *Noções sobre a morfologia externa das plantas superiores*. Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas. 227 pp.



Fig. 2. - *Tipos fisionômicos*. 1 – Terófito: papoila ordinária (*Papaver rhoeas* L.); 2 – Geófito de rizoma: grama (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.); 3 – Geófito de raiz tuberosa: abrótea (*Asphodelus lusitanicus* P. Cout.); 4 – Geófito de bolbo: açafão (*Crocus sativus* L.); 5 – Hemicriptófito arrosetada: rorela (*Drosera rotundifolia* L.). Extraído de Vasconcellos (1969).

2 - Identificação das infestantes

A identificação das infestantes no estado de plântula ou no estado juvenil é fundamental para a decisão sobre os meios de combate. Assim, as habituais "Floras" nem sempre são utilizáveis, pois os exemplares a identificar não possuem, ainda, flores ou frutos necessários para se seguirem as tradicionais chaves dicotômicas.

Numerosas publicações têm sido preparadas especialmente para a identificação das plantas antes da floração e com qualificadas figuras ou fotografias que a facilitam, salientando-se as excelentes obras, de consulta obrigatória, de Behrendt & Hanf (1979) ou, mais completo, de Hanf (1982, s/d) sobre infestantes europeias e de Hafliger & Scholz (1980, 1981) e Hafliger *et al.* (1982), para as monocotiledóneas, e de Hafliger, Wolf *et al.* (1988) para as dicotiledóneas, a nível mundial. Embora preparados para França, são muito úteis os excelentes livros de Montegut (1983), de Jauzein & Montegut (1983) e de Jauzein (1995) e os livros de bolso de Bailly *et al.* (1977) e Mamarot & Psarski (1989); para Espanha, o atlas de Villarias Moradillo (1979) que inclui, além das plantas adultas e juvenis, a ilustração de sementes, tem a vantagem de grande coincidência de espécies importantes em Portugal. Salientam-se, também, as excepcionais estampas publicadas pela empresa suíça CIBA-GEIGY, acompanhadas de texto, em sete línguas, sobre as comunidades de adventícias da Europa central, da autoria de Hafliger & Brun-Hool (1971).

Para as regiões tropicais africanas ocidentais aconselham-se o manual de bolso de Déat (1981), o trabalho de Merlier & Montegut (1982) e, preferencialmente, a recente publicação de Le Bourgeois & Merlier (1995), que além da descrição morfológica e ilustração das espécies inclui, também, as características ecológicas e ciclos biológicos, também disponível em CD-ROM apresentado na comunicação de Le Bourgeois *et al.* (1996). Para a costa oriental, os pequenos manuais de Vernon (1983) e de Ivens (1968) são úteis; um número limitado de infestantes importantes de Moçambique estão representadas na obra de Segeren *et al.* (1994).

Relativamente aos continentes americanos e asiático existem numerosos manuais de infestantes cuja utilidade para nós é limitada devido à apreciável variação da flora. Todavia, para as plantas mais cosmopolitas, é útil a consulta de alguns trabalhos como os de Holm *et al.* (1977). Quanto às infestantes aquáticas, devido a uma maior uniformidade dessas plantas, pela influência estabilizadora do meio aquático e ao perigo da sua introdução por inadvertência devido ao comércio de plantas para aquários, têm algum interesse os manuais daqueles continentes ou do centro e norte europeus, como o inglês de Spencer-Jones & Wade (1986); naturalmente, a consulta de livros respeitantes a países mediterrânicos é preferível, exemplificando-se com o manual italiano de bolso de Bernardi & Diani, traduzido para espanhol (1971).

Em Portugal, Vasconcellos (1954, 1958a, 1958b, 1968, 1971) foi pioneiro, em livros com detalhadas descrições para a identificação de infestantes de cereais e suas sementes. Com primorosos desenhos e mapas de distribuição no país, Malato Beliz & Cadete (1978, 1982) prepararam catálogos de infestantes das searas de trigo. Raimundo & Cadete (1991, 1993) divulgaram uma obra com ilustrações que inclui numerosas espécies infestantes. Para a identificação de plântulas de dicotiledóneas foi elaborado por Caixinhas (1980) um manual. Uma equipe multinacional (Moreira *et al.*, 1986, 1989, 1989) publicaram um livro de bolso sobre as infestantes nos estados adulto e juvenil dos pomares e vinhas mediterrânicos. As infestantes dos arrozais portugueses foram descritas e ilustradas por Vasconcelos & Luzes (1990). Com base na experiência adquirida nas aulas de Herbologia um manual com chaves

de identificação das principais infestantes foi preparado por Espírito Santo & Monteiro (1998), revisão ampliada dum primeiro (Espírito Santo, 1983).

Recentemente, desenvolveu-se uma "enciclopédia" sobre Protecção das Plantas em disco óptico (CD-ROM), em que colaborou, para a Herbologia, uma equipe da Secção de Fitoecologia e Herbologia do, então, Departamento de Botânica e Engenharia Biológica (actualmente do Departamento de Protecção das Plantas e de Fitoecologia) do ISA; neste programa europeu, intitulado "**HYPP - Hypermédia pour la Protection des Plantes**", a parte portuguesa é representada pela Secretaria Geral do Ministério da Agricultura, responsável pela difusão do disco e respectivo manual; nele estão incluídas cerca de 600 espécies de infestantes, com fotografias dos estados adulto e juvenil e indicações sobre a sua distribuição, culturas e preferências ecológicas, cuja identificação é conseguida por simples chaves com base em desenhos sobre aspectos morfológicos de observação fácil.

Bibliografia

- Bailly, R., Mamarot, J. & Psarski, P. (1977) - *Mauvaises herbes de grandes cultures*. Association de Coordination Technique Agricole.
- Behrendt, S. & Hanf, M. (1979) - *Les graminées adventices des grandes cultures*. Ed. BASF, La Maison Rustique, Paris. 159 pp.
- Bernardi, G. & Diani, G. (trad. Pujades, J.) (1971) - *Vegetación acuática. Identificación y métodos de lucha*. Oikos-tau ediciones. Barcelona. 173 pp.
- Le Bourgeois, T., Grard, P. & Merlier, H. (1996) - Adventrop: un système multimédia pour l'identification et la connaissance des adventices tropicales. *X^e Coll. Int. sur la Biologie des Mauvaises herbes. Annales ANPP*: 417-420.
- Le Bourgeois, T. & Merlier, H. (1995) - *Adventrop. Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne*. CIRAD-CA. Montpellier. 640 pp.
- Caixinhas, M. L. C. L. (1980) - *Plântulas de infestantes dicotiledóneas*. Centro Bot. Aplic. Agric. Univ. Tec. Lisb. Dir.-Geral Prot. Prod. Agric. 319 pp.
- Cusans, G., Lutman, P., Berti, A., Zanin, G., Garcia Baudin, J.M., Barralis, G., Gasquez, J., Jauzein, P., Le Clerch, J., Lomchamp, J.P., Maillet, J., Vasconcelos, T., Fischer, J., Bachthaler, G., Ulmerich, A., Meerts, P., Moreira, I., Espírito Santo, D., Caixinhas, L. & Camarda, I. (1995) *HYPP (Hypermédia pour la protection des plantes)*. Malherbologie Encyclopédie en six langues. CD-ROM. INRA Éditions.
- Déat, M. (1981) - *Principales adventices du cotonnier en Afrique de l'Ouest. Description et techniques de lutte*. Institut de Recherches du Coton et des Textiles exotiques. 95 pp.
- Espírito Santo, M. D. (1983) - *Chaves para a identificação de infestantes*. Centro Bot. Aplic. Agric. Univ. Tec. Lisb. 56 pp.
- Espírito Santo, M. D. & Monteiro, A. (1998) - *Identificação de infestantes*. ADISA - Associação de Desenvolvimento do Inst. Sup. Agron.
- Hafliger, E. & Brun-Hool, J. (1971) - *Unkrautgemeinschaften Europas*. Documenta CIBA-GEIGY.
- Hafliger, E., Kuhn, U., Hamet-Ahti, L., Cook, C. D. K. & Speta, F. (1982) - *Monocot Weeds 3. Monocot weeds excluding grasses*. Documenta. CIBA-GEIGY. Basle. 132 pp.
- Hafliger, E. & Scholz, H. (1980) - *Grass Weeds 1. Weeds of the subfamily Panicoideae*. Documenta. CIBA-GEIGY. Basle. 142 pp.
- Hafliger, E. & Scholz, H. (1981) - *Grass Weeds 2. Weeds of the subfamilies Chloridoideae, Pooideae, Oryzoideae*. Documenta. CIBA-GEIGY. Basle. 138 pp.
- Hafliger, T. J., Wolf, M. et al. (1988) (1980) - *Dicot weeds, 1*. Documenta. CIBA-GEIGY., ed. Punterer W. Basle. 335 pp.
- Hanf, M. (1982) - *Ackerunkrauter Europas mit ihren Keimlingen und Samen*. BASF Aktiengesellschaft. Ludwigshafen. 496 pp.
- Hanf, M. (s/d) - *Les adventices et leurs plantules*. BASF Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG. Ludwigshafen. 347 pp.
- Holm, L.R., Pluckwett, D. L., Pancho, J. V. & Herberger, J. P. (1977) - *The World's worst weeds. Distribution and biology*. The University Press of Hawaii. Honolulu.
- Ivens, G. W. (1968) - *East african weeds and their control*. Oxford Univ. Press. Nairobi. 244 pp.
- Jauzein, Ph. (1995) - *Flore des champs cultivés*. INRA. SOPRA. 898 pp.
- Jauzein, Ph. & Montegut, J. (1983) - *Graminées (Poaceae) nuisibles en agriculture*. Ed. SECN, Aubervilliers. 538 pp.
- Malato-Beliz, J. & Cadete, A. (1978) - *Catálogo das plantas infestantes das searas de trigo*. Vol. I. - *Aristolochiaceae - Lythraceae*. Empresa Pública de Abastecimentos de Cereais. Lisboa. 363 pp.
- Malato-Beliz, J. & Cadete, A. (1982) - *Catálogo das plantas infestantes das searas de trigo*. Vol. II. - *Umbeliferae - Araceae*. Empresa Pública de Abastecimentos de Cereais. Lisboa.
- Mamarot, J. & Psarski, P. (1989) - *Mauvaises herbes de grandes cultures. Complément*. Association de Coordination Technique Agricole

- Merlier, H. & Montegut, J. (1982) - *Adventice tropicales. Flore aux stades plantule et adulte de 123 espèces africaines ou pantropicales*. OSTROM-GERDAT-ENSH.Ministère des Relations Extérieures - Coopération et Développement. 490 pp.
- Montegut, J. (1983) - *Pérennes et vivaces nuisibles en Agriculture*. Société d'Edition "Champignons et Nature". Aubervilliers. France. 479 pp.
- Moreira, I. (ed.), Guillerm, J.-L., Caixinhas, L. Espírito Santo, D., Vasconcelos, T., Boulet, C., Zaragoza, C. & Taleb, A. (1986) - *Mauvaises herbes des vergers et vignes de l'ouest du bassin méditerranéen*. Departamento de Botânica. Instituto Superior de Agronomia. Edição subsidiada pela FAO. 185 pp.
- Moreira, I. (ed.), Guillerm, J.-L., Caixinhas, L. Espírito Santo, D., Vasconcelos, T., Boulet, C., Mendiola, M. A., Taleb, A. & Zaragoza, C. (1989) - *Malas hierbas de viñedos y frutales del Oeste de la Cuenca mediterránea*. Departamento de Botânica. Instituto Superior de Agronomia. Edição subsidiada pela FAO. 193 pp.
- Moreira, I. (ed.), Guillerm, J.-L., Caixinhas, L. Espírito Santo, D., Vasconcelos, T., Boulet, C., Zaragoza, C. & Taleb, A. (1989) - *Ervas daninhas das vinhas e pomares*. Departamento de Botânica. Instituto Superior de Agronomia. Edição subsidiada pela FAO. 191 pp.
- Raimundo, A. R. & Cadete, E. (1991, 1993) - *Manual Ilustrado de espécies da Flora Portuguesa. continente*. I, II Vol. Estação Nacional de Melhoramento de Plantas - INIA. 155 e 151pp.
- Segeren, P., van der Over & Compton, J. (1994) - *Pragas, doenças e ervas daninhas nas culturas alimentares em Moçambique*. Inst. Nac. Inv. Agronómica. Maputo, 258 pp.
- Spencer-Jones, D. & Wade, M. (1986) - *Aquatic plants - a guide to recognition*. ICI Professional Products. Farnham. Surrey.
- Vasconcellos, J. C. (1954) - *Plantas vasculares infestantes dos arrozais*. Comissão Reguladora do Comércio do Arroz. Lisboa. 188 pp.
- Vasconcellos, J. C. (1958a) - *Ervas infestantes das searas de trigo*. Federação Nacional dos Produtores de Trigo. 404 pp.
- Vasconcellos, J. C. (1958b) - *Sementes estranhas do arroz*. Comissão Reguladora do Comércio do Arroz. Lisboa. 28 pp.
- Vasconcellos, J. C. (1958b) - *Sementes estranhas do trigo*. Federação Nacional dos Produtores de Trigo. 114 pp.
- Vasconcellos, J. C. (1971) - *Infestantes das searas. Chaves dicotómicas para a sua identificação antes da floração*. Laboratório de Fitofarmacologia. Comissão Reguladora dos Produtos Químicos e Farmacêuticos. 147 pp.
- Vasconcelos, T. & Luzes, D. (1990) - *Ervas daninhas dos arrozais*. Rhône-Poulenc. 79 pp.
- Vernon R. (1983) - *Field guide to important arable weeds of Zambia*. Mount Makulu Central Res. Sta. Chilanga. Zambia. 151 pp.
- Villarias-Moradillo, J. L. (1979) - *Atlas de malas hierbas*. Ediciones Mundi-Prensa. 301 pp.

3 - Origem e evolução das infestantes

As notas que se apresentam seguidamente são uma tradução de parte do trabalho inédito de J. L. Guillermin (investigador no Centre d'Ecologie Fontionnelle et Evolutive do C.N.R.S., em Montpellier) intitulado Diversité et variabilité des communautés de mauvaises herbes.

3.1 - Porque surgiram infestantes ?

A recolonização dum espaço pela vegetação decorre duma abertura provocada por uma perturbação que modificou o meio. Perturbações afectam todos os ecossistemas, mas o homem provoca-as dum modo particularmente intenso e brutal. A introdução das culturas, necessária à sua existência, é uma das mais antigas e das mais importantes.

Desde que o homem apareceu, foi-lhe necessária, para a sobrevivência, a intervenção na natureza; as paisagens vegetais de que dispunha compreendiam espécies cuja filogenia e adaptação às condições climáticas e edáficas são mal conhecidas ou desconhecidas de todo. Desde que utilizou o fogo e os instrumentos primitivos para conseguir a sua nutrição, desencadeou toda uma série de processos que continuam nos nossos dias.

Durante mais de 90% da sua história evolutiva, o homem viveu da caça, da pesca e da colheita, levando uma vida nómade; que perturbações durante os 10% restantes! Como escreveu Pesson (1978) este modo de vida devia representar uma boa adaptação ao meio por ter persistido tanto tempo. O homem devia explorar o meio como os animais e, favorecido pelo seu regime omnívoro, utilizava, de acordo com os lugares, uma variedade maior ou menor de plantas e animais, deslocando-se para se adaptar à abundância ou à raridade destes produtos.

Em seguida, a "domesticação" das plantas e a forçagem da cultura, em particular dos cereais, levou o homem, desde os primeiros tempos, a desbravar cada vez mais os ecossistemas naturais. Sem cessar, transformou e alargou o seu nicho ecológico ao longo da sua evolução técnica e cultural, estendendo-o a toda a superfície da terra e, actualmente, até à extrabiosfera (Ledeborg, 1960).

Do neolítico ao fim do século passado, o homem comportou-se sobretudo como um organismo não especializado. Praticou uma agricultura relativamente diversificada no espaço e no tempo (afolhamento, pousio). A crescente simplificação actual dos sistemas de produção, a separação das unidades de cultura e da criação animal, a monocultura regionalizada têm acelerado os desequilíbrios e a sensibilidade dos ecossistemas artificiais.

A importância, a natureza e a periodicidade das acções humanas têm, no curso da história, marcado progressivamente o processo da influência dos elementos naturais (relevo, clima, solo, ...). Sob a pressão dos constrangimentos sociais e económicos, os múltiplos períodos de arroteamento e de cultura, de estabelecimento de percursos pelo fogo, ou não, e o abandono fazem de cada parcela uma história muito complexa.

As espécies presentes nas terras cultivadas são as que se adaptaram ou resistiram a todas estas perturbações. Um desequilíbrio novo pode desencadear um desaparecimento de espécies presentes ou uma aparição de novas espécies. O equilíbrio actual é muito frágil. As relações Homem/Natureza marcam profundamente a fisionomia da vegetação como já salientaram Emberger, em 1960, e muito particularmente na região mediterrânica.

As modificações realizadas, desde o início do século, nas práticas culturais - limpeza de sementes, emprego dos tractores, das ceifeiras-debulhadoras, fertilização e, desde os anos 50, a aplicação de herbicidas - têm modificado consideravelmente a flora adventícia.

O agricultor tem sempre observado o desaparecimento aparente ou real de espécies, compensado pelo aparecimento de espécies novas, ou pelo alastramento das espécies cuja presença estava considerada, até então, como negligenciável ou pouco nociva. Um equilíbrio precário, e sempre mais ou menos posto em questão, existe entre as adventícias e a planta cultivada, resultante da história passada e actual da parcela cultivada. Estas variações do cortejo florístico das terras cultivadas foram sempre uma realidade e têm uma enorme importância pelas suas consequências económicas, independente do interesse fundamental. Entre estas modificações, o aparecimento desde alguns decénios duma evolução ao nível infra-específico, devido à utilização repetida de herbicidas cada vez mais selectivos, favoreceu o desenvolvimento de populações resistentes e muito invasoras. A acentuação e a aceleração destas modificações na flora adventícia são, sem dúvida, um dos resultados não desejável mais marcante nas intervenções do homem moderno no domínio agrícola.

Desde que soube cultivar, o homem provocou o desenvolvimento de espécies presentes no solo, proveniente da vegetação anteriormente existente na vizinhança ou de origem mais longínqua, e capazes de aumentar rapidamente os seus efectivos para ocupar este novo espaço. Com o tempo, esta flora enriqueceu-se, sem cessar, de aquisições autóctones e alóctones e ela própria alimentou o seu substrato e o seu ambiente. Uma lenta selecção natural deu-se neste conjunto e as espécies que persistiram, graças ao seu modo de vida (espécies colonizadoras de meios abertos), adaptando-se para poder coabitar com a espécie semeada ou plantada, acabaram por individualizar uma flora ligada aos biótopos* culturais.

3.2 - Efeitos da evolução das técnicas culturais

A variação no espaço e no tempo das técnicas culturais incluindo a monda das infestantes modificaram o meio e o comportamento das espécies. Esquematicamente, três fases principais marcaram a agricultura e a luta contra as ervas daninhas:

- o período tradicional, ancestral
- o período da monda manual, depois mecânica
- o período da luta química e da não cultura do solo

Barreda (1984) apresenta duma maneira clara os diferentes processos actualmente usados em culturas perenes mediterrânicas.

Estas fases não se sucederam em todos os países. A primeira técnica é ainda a única seguida em muitas regiões do mundo como naquelas em que são praticadas as culturas após as queimadas da floresta ou as culturas pluviais. Neste tipo de cultura a densidade de sementeira da planta cultivada é muitas vezes fraca e o seu desenvolvimento sujeito às eventualidades das chuvas sazonárias e as mondas em geral pouco frequentes. Daqui resulta ser a flora adventícia acompanhada de numerosas espécies presentes no meio envolvente. Por exemplo no Níger, o *Pennisetum typhoides** e o feijão frade (*Vigna sinensis*), muitas vezes

* Relembrem-se alguns conceitos basilares da Ecologia, traduzidos de Ozenda (1982):

A um agrupamento vegetal estão ordinariamente associados:

- animais que estão adaptados às mesmas condições ecológicas das plantas do agrupamento ou que encontram neste último um abrigo de sua conveniência, seja por aí viverem duma maneira permanente seja por aí se reproduzirem ou se refugiarem em certas estações;
- microrganismos, notoriamente os do solo que suportam o agrupamento, e que, como as outras espécies, podem ser característicos.

A este conjunto dos vegetais, animais e microrganismos que formam o agrupamento completo e normalmente muito complexo denomina-se **biocenose**. Lembra-se que cada biocenose está em equilíbrio com um conjunto de condições do meio que formam o **biótopo** e que o sistema formado por uma biocenose e o seu biótopo se chama **ecossistema**.

*Deve corresponder ao *Pennisetum typhoideum* St. & Hubb sobre o qual Ferrão (1992) lembra ter sido chamada a atenção por Gossweiler designando-se, em Angola, por "milho de Bissau".

consociados, são semeados em campos mais ou menos perfeitamente arroteados em que algumas árvores são mesmo deixadas. A flora adventícia desenvolve-se compreendendo um cortejo de espécies ruderais (*Calotropis procera*, *Sida cordifolia*, *Cassia occidentalis*, *Zornia glochidiata*), de espécies de terrenos incultos (*Aristida adscensionis*, *A. stipoides*, *Schizachirium exile*, *Andropogon gayanus*, *Cymbopogon giganteus*, *Schoenofeldia gracilis*, *Pennisetum purpureum*, *Eragrostis tremula*) e de lenhosas (*Acacia albida*, *A. radiana*, *A. seyal*, *Hyphaene thebaica*, *Combretum aculeatum*, *Zizyphus mauritiana*, *Annona senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, ...).

Esta técnica cultural ilustra o que se deve ter passado nos primeiros tempos da agricultura. Progressivamente a melhoria das técnicas seleccionou as espécies herbáceas, principalmente as anuais, seguindo-se depois, com a fertilização, o domínio das espécies nitrófilas. Os herbicidas favoreceram as espécies insensíveis ou resistentes, quer fossem anuais ou vivazes, mas sobretudo estas últimas, em especial, nas culturas perenes. A prática da não mobilização do solo provocou uma modificação marcada pelo desenvolvimento preferencial de espécies provenientes da vizinhança (Guillerm, 1980; Guillerm & Trabaud, 1980; Guillerm & Maillet, 1982, 1984; Maillet, 1980).*

Esta diferenciação dos cortejos florísticos em função das técnicas culturais aparece nitidamente nas proporções de espécies anuais e vivazes e de espécies lenhosas representadas na fig. 1, onde se mostra que a cultura do tipo ancestral e a monda química associada à não mobilização do solo conduzem a estados de vegetação muito vizinhos dos estados de abandono pós-culturais.

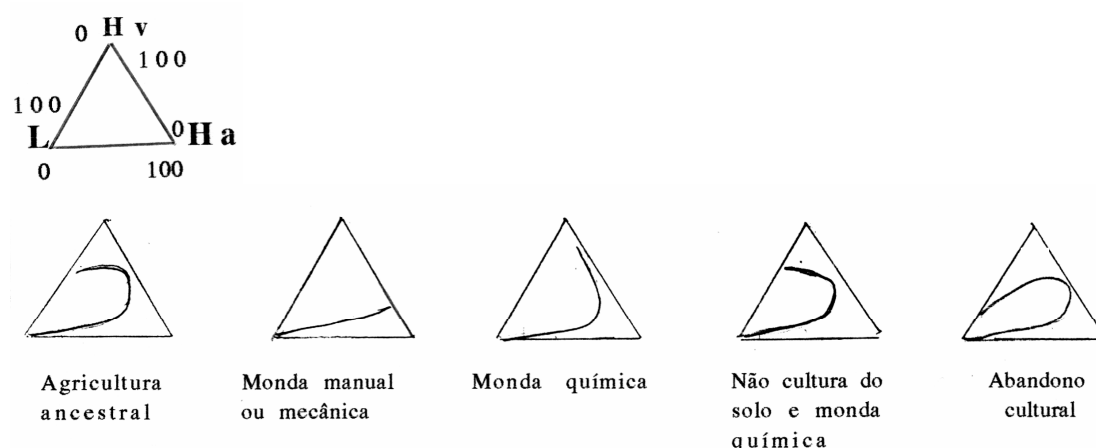


Fig. 1 - Proporção de espécies herbáceas anuais (**Ha**) e vivazes (**Hv**) e espécies lenhosas (**L**) numa terra cultivada, segundo o modo de monda, e após abandono cultural.

Esta constatação parece uma vingança da natureza pela intervenção crescente, exercida sobre ela pelo homem. De facto a procura de eficácia máxima dos meios de luta põe problemas difíceis de resolver pois selecciona espécies mais custosas de destruir.

Não se resolvem definitivamente problemas com eliminação de certa infestante, pois será substituída por uma outra. É necessário compreender a biologia das ervas daninhas para melhor as dominar e responder às questões com que o agricultor se confronta continuamente:

- donde vêm as infestantes ?
- quais os factores determinantes da sua presença e cohabitação ?

* Em vinhas de Portugal, Espanha e Itália evolução semelhante foi verificada em vários estudos anotados, por exemplo, por Guillerm *et al.* (1990), Moreira (1989) e Moreira *et al.* (1992); Fraga *et al.* (1994) comparam a evolução da flora das vinhas do sudoeste europeu.

- porquê e como se modificam os agrupamentos de ervas daninhas ?
- porque há sempre ervas daninhas, apesar do progresso e da intensificação das técnicas de monda ?

3.3 – Onde vêm as infestantes ?

3.3.1 - Os fluxos de espécies

A ocupação pela vegetação adventícia numa terra posta em cultura efectua-se a partir do fluxo de espécies, antigas ou actuais, interceptadas por um meio abiótico e biótico, propagado nesse local ou no ambiente, com ou sem intervenção do homem. Estes fluxos são constituídos por órgãos de reprodução sexuada ou assexuada compreendendo genótipos, fenótipos, ecótipos ou biótipos. Falar de fluxos implica uma origem, um destino e um movimento ("devenir") (Fig. 2) Uma comunidade num local representa portanto um estado resultante das acções passadas e actuais do meio e do homem.

Estes fluxos de espécies, adventícias das culturas ou pertencendo a outras formações vegetais, provêm da mesma região florística: origem autóctone ou endopátrida, numa região limítrofe; origem alóctone simpátrida, ou numa região não tendo nenhum contacto com a zona considerada; origem alóctone alopátrida. Estes fluxos paleo-históricos, históricos e actuais correspondem a migrações naturais e com introduções involuntárias ou voluntariamente provocadas pelo homem.

O problema da origem das adventícias e das suas vias de penetração através do munto preocupam desde longa data os cientistas (De Candolle, 1855; Rikli, 1903; Thellung, 1912; Hauman, 1927; Krause, 1956, 1958; Godwin, 1960; Hylander, 1960; Salisbury, 1964; Aymonin, 1965; Baker & Stebbins, 1965; Harlan & De Wet, 1965; De Wet, 1966; Kornas, 1968; Schroeder, 1969; Greuter, 1971; 1973; Kuzmanov & Kozuharov, 1971; Pinto da Silva, 1971; Baker, 1972, 1974; Yannitsaros, 1973; Zohary, 1973, Kosinova, 1974; Yannitsaros e Economidou, 1974; Holm *et al.*, 1977; Ellenberg, 1978; Holzner, 1978; Nikitin, 1979; Dafni & Heller, 1980; Holzner & Numata, 1982; Mathon, 1984) *

Esta enumeração não exautiva de trabalhos mostra a importância do conhecimento da origem geográfica das espécies, e em consequência da sua área potencial, que comporta informações sobre novos biótopos susceptíveis de serem colonizados. Inversamente, o estudo das exigências ecológicas actuais das espécies permite, em certos casos, seguir as diferenciações produzidas, no seio das populações, desde o seu biótopo de origem (Holzner, 1984). Retornar ao centro de origem numa espécie permite igualmente encontrar aí os seus predadores naturais, ausentes nos países colonizados de novo, úteis para a luta biológica *.

* Vários exemplos são apresentados no capítulo sobre Luta biológica, na quarta parte dos apontamentos.

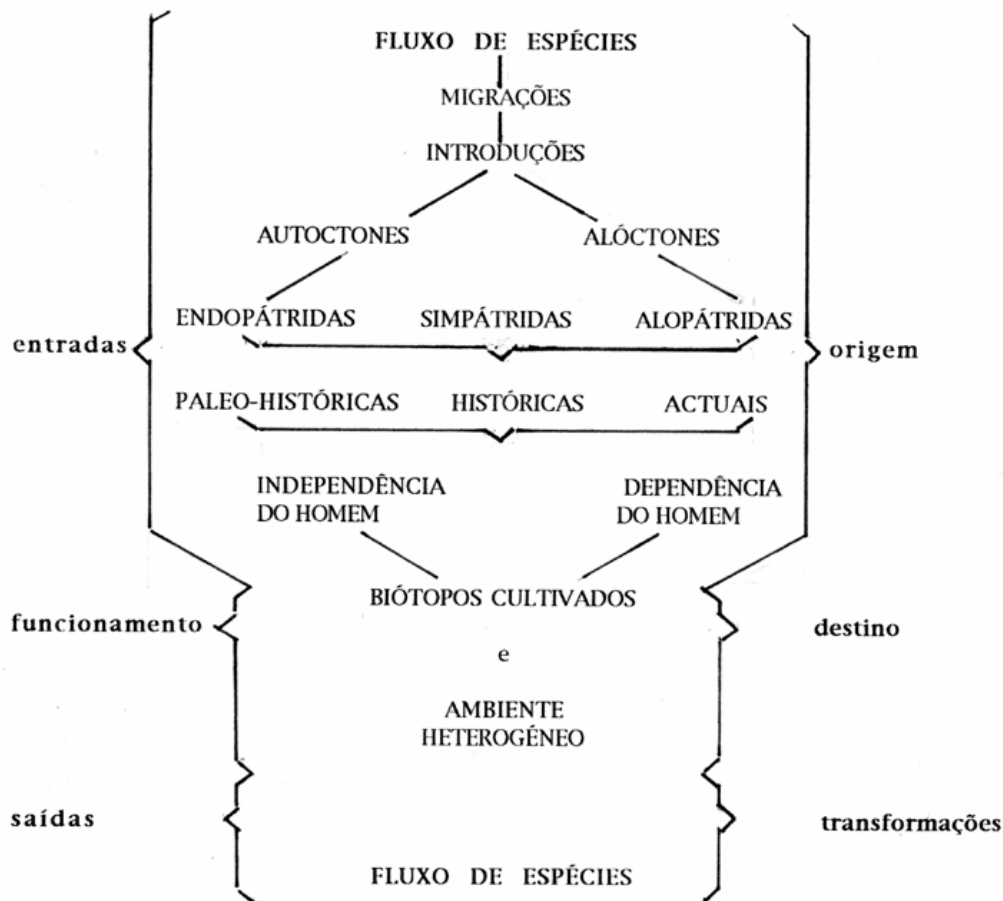


Fig. 2 - Entradas e saídas de espécies nos biótopos cultivados

3.4 -As categorias de infestantes

O "banco" de sementes duma terra cultivada compreende um conjunto de propágulos de origens muito diversas, cuja área e amplitude de habitat são bastante variáveis. Entre estas espécies encontram-se adventícias das culturas propriamente ditas mas também espécies estranhas à região e espécies da vizinhança da cultura, tanto mais numerosas quanto as sementeiras sejam próximas. Espécies do meio natural ou cultivado, espécies ruderais dos taludes e dos caminhos conjuntamente com as espécies adventícias participam no elenco florístico da cultura. Numerosos exemplos ilustram estas diversas proveniências (Guillerm & Maillet, 1982, 1984)*

A determinação das categorias de espécies no elenco florístico das culturas, em função da sua proveniência, é complexa mas apresenta o interesse de ter em conta a sua história e o seu grau de naturalização. A dificuldade reside nos dados obtidos pelos estudos das floras não serem suficientes para precisar o estatuto de indigenato das espécies, aliás relativo; uma espécie alóctone pode ser uma autóctone em potência e uma autóctone derivar duma alóctone (Mathon, 1984).

*A proveniência dos meios envolventes das vinhas de algumas espécies da sua flora tem sido abordada, em Portugal, por exemplo, para o Oeste por Espírito Santo (1986, 1987), para o Ribatejo por Cerejeira (1987), no Minho por Ribeiro *et al.* (1993); Ribeiro (1988) efectuou as correlações da vegetação das matas e dos mortórios com a das vinhas do Alto Douro.

Várias classificações das adventícias foram criadas sobre estes critérios (De Candolle, 1855; Greuter, 1971; Holub, 1971; Hylander, 1960; Kamishev, 1959; Kornas, 1968; Rikli, 1903; Thellung, 1912; Yannitsaros & Economidou, 1974) e propostas em diferentes países da Europa, como a Bulgária (Kuzmanov & Kosuharov, 1971), Grécia (Greuter, 1971; Yannitsaros & Economidou, 1974), Portugal (Pinto da Silva, 1971) e U.R.S.S. (Tuganaev, 1971).

Anderson (193) e Holzner (1978, 1982) consideram os diferentes meios colonizados pelas infestantes. Assim, Holzner distingue 7 grupos principais: segetais, ruderais, das pastagens, aquáticas, das florestas, ambientais e dos terrenos incultos (Ver 2.1).

Se se consideram os meios originais ocupados pelas infestantes (Guillerm, 1978), as infestantes podem reagrupar-se em três categorias principais (fig. 3): as espécies arvais, ruderais e pós-culturais.

1 - Espécies arvais ** (antropófitos culturais de Thellung, eu-agriófitos de Kornas, segetais de Holzner). Esta categoria compreende as espécies que se instalam nos novos habitats criados pelas primeiras actividades agrícolas do homem, porque pré- adaptadas a viver nos meios abertos como os leitos de rios, rochas, clareiras (Godwin, 1960), de origem autóctone ("natives"), ou introduzidas ("alliens") há longo tempo (arqueófitos de Thellung), ou mais recentemente na região (neófitos de Thellung, quenófitos de Kornas, xenófitos de Greuter, endoneófitos, exoneófitos e homorófitos de Yannitsaros & Economidou). Os ergasiofigófitos (escapadas das culturas), os efemerófitos (de presença aleatória) e os epoecófitos (espécies presentes na região desde uma época pouco recuada, acantonadas nas localidades artificiais, mantidas pelos amanhos culturais mas que não podem subsistir tão longamente como as espécies indígenas) e outras categorias descritas por Thellung são reagrupadas nas arvais.

2 - Espécies ruderais estão estreitamente ligadas às actividades humanas, além das agrícolas. Desenvolvem-se nos meios perturbados rurais e urbanos (caminhos, estradas, taludes, fossos lixeiras, etc.) e estendem-se facilmente às culturas e aos pousios. Um grande número de ervas daninhas passaram por um estado ruderal antes de invadirem as culturas, ou só subsistem nos locais ruderais tendo sido eliminadas dos campos cultivados pela monda. Representam um potencial de infestação para as culturas constante e importante.

3 - Espécies pós-culturais (apófitos de Thellung, hemi-agriófitos de Kornas, infestantes ambientais de Holzner). Compreendem as espécies que constituem a sucessão dos estados consuzindo à floresta depois do abandono das culturas. Presentes nas terras cultivadas, são as pioneiras dos estados ulteriores da sucessão. Estas espécies tomam actualmente um grande desenvolvimento nas culturas perenes mondadas quimicamente e conduzidas em não mobilização do solo (Guillerm, 1980, Guillerm & Maillet, 1982, 1984; Muraciolle, 1984).

** Arval, de acordo com os dicionários, p. ex. de Artur Bivar (1948, Dicionário Geral e Analógico da Língua Portuguesa, edições "Ouro". Porto), deriva da palavra latina *arvalis* e significa, como adjectivo, "relativo a terras cultivadas" e, como substantivo, "campo lavrado e não semeado".

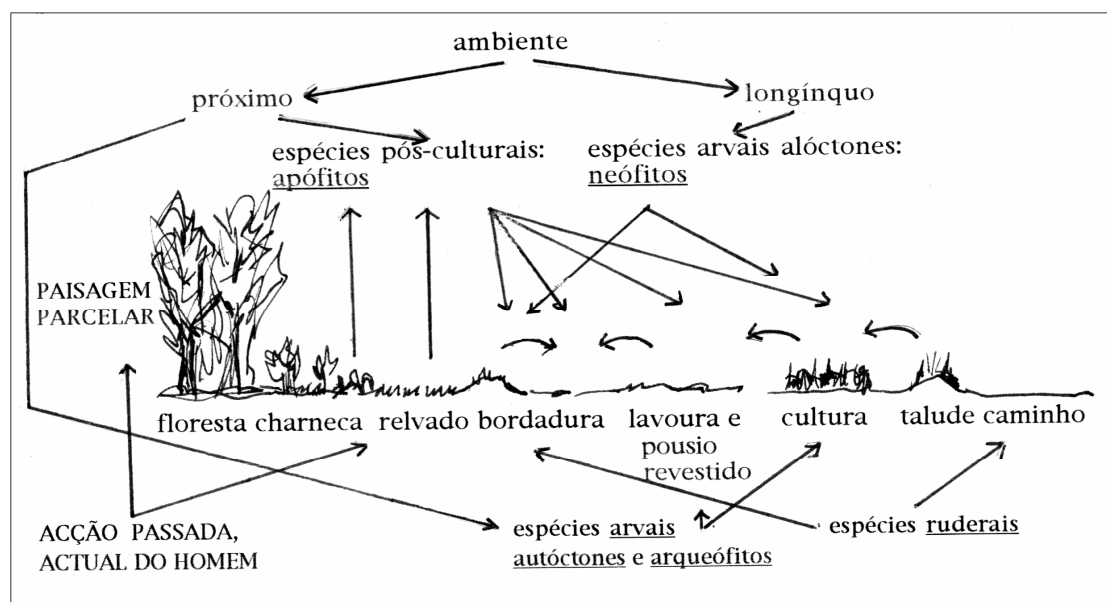


Fig. 3 - Origem das espécies numa terra cultivada, no espaço e no tempo, e acção passada e actual do homem

As categorias de espécies contidas no banco de sementes do solo, as espécies presentes no meio natural ou cultivado e as ruderais e a possibilidade de chegada de espécies novas vão, portanto, influenciar grandemente a natureza e a composição do elenco florístico que se pode desenvolver numa terra cultivada.

3.5 - Como se instalam as infestantes ?

3.5.1 - O "jogo" ecológico do biótopo cultural e as intervenções agronómicas

O "sotck" (banco) de sementes do solo, de que cerca de 10% se exterioriza (Barralis & Salin, 1973, Barralis, 1976, Beuret, 1984), constitui uma reserva que mantém o número de espécies e confere uma certa constância ao elenco florístico das parcelas cultivadas, desde que a cultura persista. Os terófitos que apresentam uma grande capacidade de adaptação às condições do meio dominam, ou dominaram, nas culturas. Esta plasticidade resulta da sua aptidão para florirem e frutificarem rapidamente para assegurar a sobrevivência e a disseminação da espécie. Em ambiente desfavorável, estas plantas reduzem ao mínimo necessário o seu aparelho vegetativo para produzir o máximo de sementes. Esta estratégia explica a diminuição sensível do porte de certos terófitos em ano de seca e as diferenças muito nítidas entre as que crescem em substratos húmidos ou secos ou em zonas de pluviosidade elevada ou fraca. Estas variações de vigor não modificam a composição florística característica dos diferentes meios cultivados (Braun-Blanquet *et al.*, 1973, Ellenberg, 1954, Ionesco, 1956, Gunot, 1958, Guillermin, 1969, Montegut, 1974). Conforme o meio ambiente, um equilíbrio ecológico ("tri écologique") realizou-se no banco de sementes do solo, deixando exteriorizar apenas as espécies cujas exigências ecológicas, relativamente à sua natureza fisiológica, estavam satisfeitas, e cuja variabilidade adaptativa ligada à sua estrutura genética permitia o ajustamento da sua biologia aos constrangimentos do meio, das práticas culturais e da munda, tornando-as aptas a entrar em competição entre elas e a planta

cultivada e a produzir indivíduos adultos viáveis e capazes de se reproduzirem e multiplicarem.

Uma modificação da prática cultural alterando o meio (fertilização ou correção, rega ou drenagem), uma transformação do ambiente (policultura ou monocultura, abandono ou intensificação cultural) ou utilização de novo processo de munda (herbicidas de pré-emergência, não mobilização do solo, cobertura vegetal do solo) conduzem a novos equilíbrios e emergências modificando-se qualitativamente e quantitativamente.

O biótopo cultivado funciona assim como um sistema filtrante, com entradas e saídas de espécies, estas últimas resultando dum equilíbrio ecológico realizado pelo agrossistema. Pelas mondas ulteriores às emergências, o agricultor reforça este "jogo ecológico" procurando reduzir o mais possível o desenvolvimento ds espécies indesejadas(Fig.4).

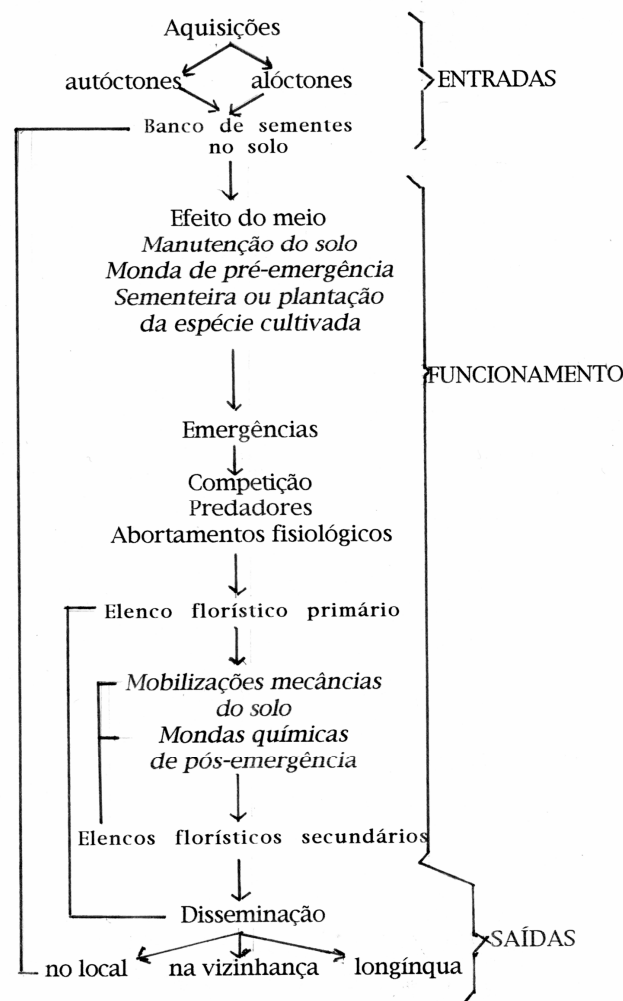


Fig. 4 - Entradas e saídas de espécies no biótopo cultivado

3.5.2 - Os conjuntos florísticos do passado, presente e futuro

O banco de sementes no solo constitui o conjunto florístico do passado (Fig. 5). Uma parte deste "stock" origina, a partir de órgãos sexuais ou vegetativos, um elenco florístico que se exterioriza rapidamente, constituindo o elenco florístico primário. A outra parte não se desenvolve, elenco florístico reprimido, que compreende:

- um elenco letal (sementes mortas, sementes consumidas ou decompostas pela fauna e flora do solo);
- um elenco viável de que parte não se exprimirá (ausência de emergências devida a dormências, inibições e perda de faculdade germinativa) e uma outra que dará germinações escalonadas no mesmo ciclo cultural, ou nos seguintes. Estas germinações constituem os elencos florísticos secundários.

O elenco expressável imediatamente e os escalonados formam o conjunto florístico do presente que acompanha a espécie semeada ou plantada. O conjunto do presente comporta uma parte letal (definhamentos ou eliminação por predadores), uma parte que será destruída pelas mondas e uma outra que subsistirá. Este elenco florístico que permanece e a planta cultivada emitem diásporos sexuais e assexuais, que com a entrada de novos alóctones constituem o potencial do conjunto florístico do futuro.

Uma parcela cultivada tem, portanto, um passado, um presente e um futuro que dependem de flutuações de pressões internas e externas que se exercem sobre a agrofitocenose. Esta compreende um elenco de espécies cujo desenvolvimento e efectivos são determinados pela sua biologia e graus de variabilidade adaptativa que permite um ajustamento do seu comportamento aos constrangimentos do biótopo cultivado. O modo de cohabitação que daí resulta, entre elas e a planta cultivada, condiciona a progressão, a manutenção e a regressão ou desaparecimento das espécies.

A origem das espécies, a configuração do ambiente da cultura, a rotação cultural, a duração e o tipo de cultura, o modo de monda, as variações climáticas anuais e o nível trófico do substrato são tantos parâmetros, alterando-se sem cessar, que modificam a amplitude de habitats das espécies, o efectivo das suas populações e que fazem com que as comunidades de adventícias resultem numa sobreposição, justaposição ou dum entrelaçado de arranjos florísticos muito diversificados no espaço e no tempo.

O esquema representado na figura 6 subentende toda a variabilidade numa terra cultivada e mostra que a flora infestante, pela sua natureza e composição, representa apenas uma parte que pôde subsistir aos constrangimentos do meio e de práticas culturais precisas.

Enumerar os trabalhos e actas de colóquios sobre os estudos de bancos de sementes do solo seria muito longo e dificilmente exaustivo, pois respeitam a um domínio muito especializado, ocupando numerosos investigadores. Cook mostrou que as sementes enterradas apresentam uma demografia particular. Jauzein (1980) e Caussanel (1980) salientam o papel da variabilidade somática nas emergências. Fossati & Beuret (1984) fazem uma síntese de trabalhos respeitantes à influência da data das mobilizações de solo, dos tratamentos de herbicidas, dos factores climáticos ou do comportamento numa espécie particular e mencionam a síntese feita por Roberts (1981) sobre a relação entre a flora da superfície e o "stock" de sementes do campo. Chancellor (1984) sublinha a importância dum melhor conhecimento dos processos de dormência na luta contra as infestantes. Certas técnicas de monda têm em vista estimular as germinações quebrando artificialmente as dormências por tratamentos adequados.

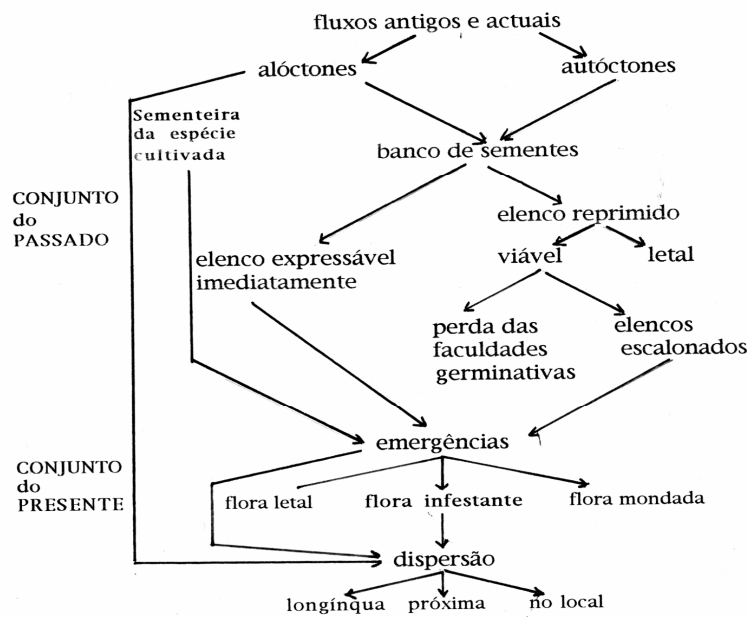


Fig. 5 - Conjuntos florísticos do passado, presente e futuro duma terra cultivada

3.6 - Porque convivem as infestantes

3.6.1 - A amplitude de habitat das espécies

Um território onde as exigências ecológicas duma espécie são satisfeitas corresponde à amplitude de habitat desta espécie. Este espaço viável circunscreve-se nos limites para além dos quais não pode viver e que são determinados pelos níveis de tolerância da espécie em face das variáveis do meio componente deste espaço. No seio deste, a espécie não tem, senão excepcionalmente, uma distribuição uniforme, mas apresenta, a maioria das vezes, os efectivos mais importantes em certas zonas correspondendo a condições do meio que lhe são mais favoráveis, ou em que a competição com as outras espécies presentes é mais fraca.

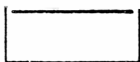





A extensão da distribuição das presenças duma espécie, para cada uma das variáveis do meio, fornece uma informação sobre a amplitude de habitat da espécie (Godron, 1968, Guillerm, 1969, 1971, Daget e Godron, 1982). Estes perfis ecológicos permitem precisar o comportamento das espécies, em particular para as variáveis do meio mais discriminantes que diferenciam a sua distribuição: quando uma espécie está uniformemente repartida em todas as classes duma variável, ela é, para a amostragem realizada, indiferente a esta variável; se está presente em certas classes e ausente noutras, transmite uma informação e a sua presença nas classes tem um significado ecológico.

O significado ecológico das espécies varia em função da sua frequência relativa no conjunto dos levantamentos do inventário realizado e da forma do seu perfil ecológico (Quadro 1).

3.6.2 - Heterogeneidade dos meios e a diversidade das comunidades de adventícias

Embora as adventícias das culturas explorem individualmente os recursos do meio, vivem em comunidade por algumas delas apresentarem as exigências ecológicas mais determinantes muito semelhantes. A diversidade florística das comunidades de adventícias é tanto maior quanto os meios disponíveis são heterogêneos, oferecendo assim uma larga gama de possibilidades de desenvolvimento das espécies.

Considere-se o caso simples de duas rochas-mães: aluviões calcárias (A) e não calcárias (B), e dois tipos de drenagem, boa (C) e deficiente (D). As diferentes combinações possíveis destes 4 estados do meio são em número de 15 (Fig. 7), excluindo o caso em que nenhum dos estados existe. Cada uma das 15 combinações é suscetível de albergar um certo número de espécies.

<i>Frequência relativa das espécies</i>	<i>Significação das espécies</i>	<i>Tipo de perfil ecológico</i>
0,70 - 0,90	não indicadoras	
0,30 - 0,70	indicadoras de amplitude ecológica muito larga (clima, acção humana)	
0,20 - 0,30	indicadoras de amplitude ecológica larga (solo, geomorfologia, rocha-mãe, ...)	
0,10 - 0,20	indicadoras de amplitude ecológica média (textura, teor em calcário, ...)	
0,05 - 0,10	indicadoras de amplitude ecológica estreita (hidromorfia, salinidade, ...)	
0,00 - 0,05	espécies raras ou estrangeiras ou pioneiras	

Quadro I - Significação ecológica das espécies, em função da sua frequência relativa no conjunto de levantamentos do inventário efectuado e da forma do seu perfil ecológico.

Generalizando, se este número de espécies varia de $\underline{1}$ a \underline{N} para cada caso, e se o número de estados do meio é de \underline{n} , o número de espécies possível será igual a

$$\sum_{1}^N (2^n - 1)$$

Quando a heterogeneidade do meio aumenta (valor de n) o número de espécies cresce rapidamente e tanto mais quanto o número N é elevado para cada caso possível.

O potencial florístico considerável é felizmente limitado pela disponibilidade maior ou menor dos recursos do meio, a capacidade variável das espécies em se adaptarem aos

constrangimentos exercidos pelo biótopo cultivado e pela competição que se exerce entre as espécies e com a planta cultivada.

Uma modificação no habitat das adventícias conduzirá a uma reacção no seu comportamento traduzida por uma modificação dos seus efectivos podendo variar entre 0 (desaparecimento) e um número muito elevado (invasão e dominância).

- A** - aluviões calcárias
- B** - aluviões não calcárias
- C** - drenagem boa
- D** - drenagem deficiente

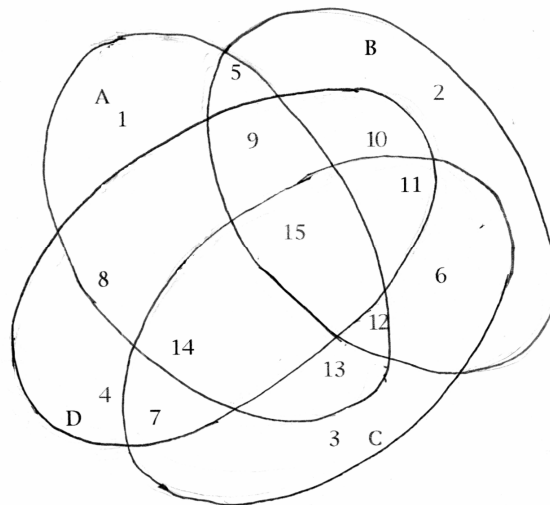


Fig. 6 - Número de tipos de meio determinados por 4 estados do substrato
($2^n - 1$; $2^4 - 1 = 15$)

3.6.3 - A relatividade no espaço do habitat duma espécie

Em função da sua amplitude de tolerância em face aos factores do meio, o comportamento duma espécie pode variar com as condições climáticas e pedológicas regionais, pelo jogo de compensações de factores. A significação ecológica duma espécie tem um valor regional (Gunut, 1958) pelo que é necessário muita prudência na generalização do seu comportamento que não pode ser feita senão a partir de inventários cobrindo grandes superfícies.

Citam-se, entre as espécies tendo tal comportamento, os casos de:

- *Hypericum crispum*, na Tunísia (Gunut, 1958), que está presente em solos pouco profundos e em declive, no andar bioclimático mediterrânico sub-húmido, em todos os solos bem drenados do andar semiárido e somente nas bacias aluviais no andar semiárido inferior.

- *Stellaria media*, mesófilo não estival na região mediterrânica francesa, mas indicadora das zonas regadas dos andares semiárido e árido em Marrocos (Elantri, 1983).

- *Ammi majus*, mediterrânica que sobe atualmente até à bacia Parisiense (Montegut, 1984), que é indiferente aos solos na África do norte, surge em solo argilo-calcário no sudoeste da França e em solo seco, filtrante e calcário na região parisiense.

- *Phragmites australis* que, ao contrário, é indicadora de hidromorfia qualquer que seja o clima (espécie não regional).

3.6.4 - Conjuntos de espécies com exigências ecológicas semelhantes

A análise detalhada dos perfis ecológicos tem em consideração a extensão da distribuição de cada espécie para cada uma das variáveis do meio e a sua preferência ecológica, determinada pelo cálculo do baricentro do perfil ecológico (Daget, 1976).

Em numerosos trabalhos, como, por exemplo, nos de Cerejeira (1985) e de Espírito Santo (1987) sobre vinhas, podem-se observar perfis ecológicos das espécies mostrando que as distribuições das espécies não são "talhadas" mas se recobrem e apresentam uma disposição em escamas (Godron, 1967).

A comparação dos perfis permite reagrupar as espécies cujo comportamento é idêntico para um ou mais factores do meio.

A evidência destes grupos de espécies com exigências ecológicas vizinhas é, também, possível por outros métodos: tabelas fitossociológicas (Braun-Blanquet, 1932), como, por exemplo, efectuou Chevassut (1971) para as vinhas do litoral argelino, e a análise factorial (Guinochet, 1973).*

Duma região a outra, e extensão da distribuição das espécies permite seguir as variações do seu comportamento e precisar se são cosmopolitas**, ubiquistas*** ou endémicas****, ou se a sua presença é aleatória ou indicadora dum estado pioneiro (Guillerm, 1978).

* Em capítulo da V Parte descrevem-se estes e outros métodos para estudo da vegetação adventícia das culturas

** cosmopolitas - que existem em quase todas as regiões do mundo, mas ligadas a meios particulares: zonas húmidas, terrenos cultivados, ...

*** ubiquistas - que vivem em todos os tipos de meio duma região, mas que não são obrigatoriamente dominantes.

**** endémicas - espécies cuja expansão é limitada e isolada por barreiras geográficas ou genéticas.

3.7 - Componentes da infestação numa parcela cultivada

3.7.1 - A riqueza florística e a infestação das espécies

Dependendo das várias espécies que possam viver no mesmo meio, uma parcela cultivada tem um elenco florístico mais ou menos importante. Esta diversidade florística, ou diversidade intra-comunitária (Margalef, 1958, Pielou, 1966), é dependente do meio e das práticas culturais e reflete a eficácia das mondas realizadas. Com efeito, um certo número de espécies mantem-se depois duma operação de manutenção do solo, mecânica ou química, por mais cuidadosa que seja. Estas espécies permanecem porque são mal arrancadas, ou imperfeitamente fragmentadas ou enterradas, ou porque são insensíveis, ou resistentes, ao herbicida usado. O período da frequência das mobilizações do solo, das aplicações de herbicidas, a persistência destes produtos utilizados, condicionam a importância das emergências e em consequência do grau de infestação da parcela. As espécies eliminadas libertam espaço que será ocupado pelas plantas que permaneceram ou por novas germinações e rebentamentos vegetativos.

A infestação compreende uma componente qualitativa - número de espécies presentes ou riqueza florística - e uma componente quantitativa - efectivo de cada uma das espécies ou regularidade de distribuição das espécies.

A regularidade de distribuição de cada espécie, quer haja poucas ou muitas espécies (riqueza florística), implica uma fraca dependência das espécies entre elas, e uma repartição equitativa do espaço e dos recursos disponíveis, reflectindo um estado de equilíbrio que perdura enquanto esta configuração se mantenha. Um número mais elevado de presenças para certas espécies indica uma dependência entre elas, algumas ocupando um espaço maior em detrimento das outras.

Nos biótopos cultivados, um desequilíbrio permanente é procurado voluntariamente para favorecer o mais possível a planta cultivada, eliminando as adventícias e diminuindo ao máximo o seu potencial de infestação.

O número de adventícias e o número de indivíduos de cada uma delas determinam o estado de "sujidade" da parcela e o grau de infestação da cada espécie.

Em seguida a uma monda, a presença do número elevado de espécies muito frequentes, portanto infestantes, contribui para uma infestação importante da parcela cultivada. Um grande número de espécies pouco frequentes dá uma infestação fraca, mas representa um potencial de infestação não negligenciável, sendo estas espécies susceptíveis de realimentar o banco de sementes do solo.

3.8 - Bibliografia

- Anderson, E. (1939) - A classification of weeds and weed-like plants. *Science*, **89**: 364-365.
- Aymonin, G. G. (1965) - Le phénomène d'adventicité. *2ème Coll. Biol. Mauvaises Herbes*. Grignon (France), 14 pp.
- Baker, H. G. (1972) - Migrations of weeds. In (Valentine, D. H., ed.) *Taxonomy, phytogeography and evolution*: 327-347. Academic Press.
- Baker, H. G. (1974) - The evolution of weeds. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **5**: 1-24.
- Baker, H. G. & Stebbins, G. L. (1965) - *The genetics of colonizing species*. Academic Press, N. Y., 588 pp.
- Barralis, G. (1976) - Méthodes d'étude des groupements adventices des cultures annuelles. Applications à la Côte d'Or. *5ème Coll. Int. Ecologie, Biologie Mauvaises Herbes*, Dijon, **1**: 179-186.
- Barralis, G. & Salin, D. (1973) - Relations entre flore potentielle et flore réelle dans quelques types de sols de Côte d'Or. *4ème Coll. Int. Biologie, Ecologie et Systématique des Mauvaises Herbes*, Marseille: 94-101.
- Barreda, D. G. de (1984) - Procedimientos para la escarda química en los agrios. *Levante Agrícola*: 172-190.
- Beuret, E. (1982) - Auswirkung der Bodennbearbeitung auf den Unkraut - Samenvorrat im Boden. *Mitt. für die Schweizerische Landwirtschaft. Sonderheft Unkrautbekämpfung*: 5-11.

- Beuret, E. (1984) - Stocks grainiers des sols et pratiques culturales: la relation flore réelle - flore potentielle. *La Recherche Agronomique en Suisse*, **1-2**, 23:89-97.
- Braun-Blanquet, J. (1932) - *Biogéographie et écologie*. Masson, Paris. 173 pp.
- Braun-Blanquet, J., Gajewski, W., Wraber, M. & Walas, J. (1936) - Classe *Rudereto-Secalinetea*. *Prod. Group. veg.*, Montpellier, **3**: 1-37.
- Candolle, A. de (1855) - *Géographie botanique raisonnée*. Masson. 163 pp.
- Caussanel, J. P. (1980) - Facteurs influençant la germination et les premiers stades de développement chez *Chenopodium album* L. 6ème Coll. Int. COLUMA, EWRS sur l'Écologie, Biologie, Systématique des mauvaises herbes, **1**: 83-94.
- Cerejeira, M. J. P. de Almeida (1985) - Ecologia da vegetação das vinhas do Ribatejo. *Diss. Mestrado Produção Vegetal*. Inst. Sup. Agron. Univ. Téc. Lisb. 166 pp.
- Cerejeira, M. J. (1987) - Influência do controlo das infestantes na vegetação das vinhas do Ribatejo. *Ciência Técn. Vitiv.*, **6**, 1: 5-18.
- Chancellor, R. J., (1984) - The role of dormancy in weed control. *La Recherche agronomique en Suisse*, **1-2**, 23: 69-75.
- Chevassut, G. (1971) - Végétation spontanée hivernale ds vignobles de la plaine littorale algéroise: la Mitidja (Algérie). *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nord*, **62**, 1-2:77-102.
- Cook, R. (1980) - The biology of the seeds in the soil. In (Solbrig, O. Z., ed.) *Demography and evolution in plant populations*. Blackwell Sc. Publ.: 107-129. Oxford.
- Dafni, A. & Heller, D. (1980) - The threat posed by alien weeds in Israel. *Weed Res.*, **20**: 277-283.
- Daget, Ph. (1976) - Ordinations des profils écologiques. *Nat. Monsp.*, **26**: 109-128.
- Daget, Ph. & Godron, M. (1982) - *Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés*. Masson, Pris. 163 pp.
- Elantri, M. (1983) - Contribution à l'étude des groupements commensaux des cultures au Maroc. Aspects synsystématiques et agronomiques. *Thèse Dr. Ing.*, Orsay. 72 pp.
- Ellenberg, H. (1954) - *Landwirtschaftliche Pflanzensociologie. I: Unkraut gemeinschaften als Zeiger fur Klima und boden*. Ulmer. Stuttgart. 141 pp.
- Ellenberg, H. (1978) - *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer. Sicht*. 2. Aufl. E. Ulmer. Stuttgart. 981 pp.
- Emberger, L. (1960) - Les relations Homme-Nature. *Act. Soc. Helv. Sc. Nat. Canton d'Argovie*: 31-43.
- Espírito Santo, M. D. (1986) - Influência dos herbicidas sobre a evolução das infestantes nas vinhas do Bombarral. *Ciência Técn. Vitiv.*, **5**, 2: 31-52.
- Espírito Santo, M. D. L. (1987) - Evolução da vegetação infestante das vinhas do Concelho do Bombarral. *Diss. Inv. Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa*. 149 pp.
- Ferrão, J. E. Mendes (1992) - *A aventura das plantas e os Descobrimentos Portugueses*. Inst. Inv. Cient. Tropical. Com. Nac. Comem. Descobrimentos Portugueses. Fundação Berardo. 241 pp.
- Fossati, J. & Beuret, E. (1984) - Quelques résultats sur la flore adventice des parcelles de l'enquête Vaud. *La Recherche Agronomique en Suisse*, **1-2**, 23:99-107.
- Fraga, I., Maillet, J., Espírito-Santo, D., Sahuquillo E., Mendiola, M. A., Zaragoza, C., Bujan, M., Ribeiro, J. A. & Moreira, I. (1994) - Espèces de mauvaises herbes les plus infestantes dans les vignobles du sud-ouest européen. *Proc. 5th EWRS Mediterranean symp. "Weed Control in Sustainable Agriculture in the Mediterranean Area"*: 371-378.
- Godron, M. (1967) - Les groupes écologiques imbriqués en écaillés. *Oecol. Plan.*, **2**: 217-226.
- Godron, M. (1968) - Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale. *Oecol. Plan.*, **3**: 185-212.
- Godwin, H. (1960) - The history of the British Flora. In (Harper, J. L., ed.) *The biology of weeds*: 1-10. Blackwell. Oxford.
- Gounot, M. (1958) - Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles et rudéraux de la Tunisie. *Ann. Serv. Bot. Agron. Tunisie*, **31**: 1-282.
- Greuter, W. (1971) - L'apport de l'homme à la flore spontanée de la Crète. *Brossiera*, **19**: 329-337.
- Greuter, W. (1973) - Additions to the Flora of Crète. 1938-1972. *Ann. Mus. Goulondris*, **1**:15-83..
- Groves, R. H. (1986) - Invasion of mediterranean ecosystems by weeds. In (Dell, B., Hopkins, A. J. M. & Lamont, B. B., eds.) *Resilience in mediterranean-type Ecosystems*: 129-144.
- Guillerm, J.L., (1969) - Relations entre la végétation spontanée et le milieu dans les terres cultivées du Bas-Languedoc. *Thèse 3ème cycle*, Fac. Sciences, Montpellier. 165 pp.
- Guillerm, J.L. (1971) - Calcul de l'information fournie par un profil écologique et valeur indicatrice des espèces. *Oecol. Plan.*, **6**: 209-226.
- Guillerm, J.L. (1978) - Sur les états de transition dans les phytocénoses post-culturelles. *Thèse Etat*, U.S.T.L., Montpellier, 127 pp.
- Guillerm, J. L. (1980) - Stratégies dans les phytocénoses post-culturelles, émergences et liaisons entre stades évolutifs. In (Barbault et al., eds.) *Recherches d'Ecologie théorique*: 237-250. Maloine. Paris.
- Guillerm, J.-L., Espírito Santo, M. D., Moreira, I., Ribeiro, J. A., Lopes, M. C. & Barata, A. (1990) - Infestantes das vinhas em Portugal. 2. Influência dos factores edáficos e culturais. *Actas Reunion Soc. Española de Malherbologia*: 103-110.
- Guillerm, J. L., Le Floc'h, E., Maillet, J. & Boulet, C. (1990) - The invading weeds within the Western Mediterranean Basin. In (di Castri, F., Hansen, A. J. & Debussche, M., eds.) *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin*: 61-84. Kluwer Academic Publishers.
- Guillerm, J. L. & Maillet, J. (1982) - Weed vegetation of the Western Mediterranean areas. In (Holzner, W. & Numata, M., eds.) *Biology and ecology of weeds*: 227-243. Dr. W. Junk Publishers.
- Guillerm, J. L. & Maillet, J. (1984) - Influence de l'environnement sur la flore des vignes désherbées chimiquement. *Proc. E.W.R.S. 3rd Symp. Weed problems in the Mediterranean area*, **1**: 43-56.

- Guillerm, J. L. & Trabaud, L. (1980) - Les interventions récentes de l'homme sur la végétation au nord de la Méditerranée et plus particulièrement dans le sud de la France. *Nat. Monsp.*, n° h. s.: 157-171.
- Guinochet, M. (1973) - *Phytosociologie*. Masson. 297 pp.
- Harlan, J. R. & Wet, J. M. J. de (1965) - Some thoughts about weeds. *Economic Bot.*, **19**: 10-24.
- Hauman, L. (1927) - Les modifications de la flore argentine sous l'action de la civilisation. *Encycl. Biol. Sciences*, **9**. 99 pp.
- Holm, L.R., Pluckwett, D. L., Pancho, J. V. & Herberger, J. P. (1977) - *The World's worst weeds. Distribution and biology*. The University Press of Hawaii. Honolulu.
- Holub, J. (1971) - Notes on the terminology and classification of synanthropic plants, with examples from the czechoslovak flora. *Saussurea*, **2**: 5-18.
- Holzner, W. (1978) - Weed species and weed communities. *Vegetatio*, **38**: 13-20.
- Holzner, W. (1982) - Concepts, categories and characteristics of weeds. In: (Holzner, W. & Numata, M., edit.) *Biology and ecology of weeds*: 3-20. Dr. W. Junk Publishers.
- Holzner, W. (1984) - The origin of weeds: an ecological approach. *La Recherche Agronomique en Suisse*, **1-2**, 23:63-67.
- Hylander, N. (1960) - Floristic treatment of cultivated, escaped and adventive plants with examples mainly from the Scandinavian flora. *Feddes Repert. Spec. Nov. Regni Veg.*, **63**: 218-222.
- Ionesco, T. (1956) - À propos de la cartographie des groupements végétaux des terres cultivées en zone semi-aride. *Bull. Serv. Carte Phytogeogr.*, **B, 1**: 19-23.
- Jauzein, P. (1980) - Hétérogénéité des semences de *Sinapis arvensis* L. 6ème Coll. *int. COLUMA, EWRS sur l'Écologie, Biologie, Systématique des mauvaises herbes*, **2**: 327-335.
- Kamishev, N. S. (1959) - On the classification of anthropochores. *Botan. Zh*, **44**, 11.
- Kornas, J. (1968) - Geograficzno-historyczna klasyfikacja roślin synantropijnych. *Mater. Zakładu Fitosociol. Stosowanej U. W.*, **25**: 33-41.
- Kosinova, J. (1974) - Studies on the weed flora of cultivated land in Egypt - 4. Mediterranean and tropical elements. *Candollea*, **29**: 281-295.
- Krause, W. (1956) - Über die Herkunft der Unkrauter. *Natur und Volk*, **86**: 109-119.
- Krause, W. (1958) - Ruderalpflanzen. *Mandb. Pflanzenphysiol.*, **4**: 737-754.
- Kuzmanov, B. A. & Kozuharov, S. L. (1971) - Aliens in the Bulgaria Flora. *Boissiera*, **19**: 319-327.
- Ledeborg, J. (1960) - Exobiology: approaches to life beyond the earth. *Science*, **132**: 393-400.
- Maillet, J. (1980) - Influence de l'utilisation des herbicides sur la flore adventice des vignobles du Montpelliérain. 6ème Coll. *int. COLUMA, EWRS sur l'Écologie, Biologie et Systématique des mauvaises herbes*, **1**: 223-232.
- Margalef, R. (1958) - *Information theory in ecology. General systems*, **3**: 36-71.
- Mathon, Cl. Ch. (1984) - Données générales sur l'introduction des végétaux en France. Qu'est-ce qu'une plante indigène? *C. r. Soc. Biogéogr.*, **59**, 4: 451-462.
- Montegut, J. (1970) - *Mauvaises herbes des vignes et vergers*. E.N.S.H., Versailles. 42 pp.
- Montegut, J. (1974) - Mauvaises herbes des céréales méditerranéennes, aspects géographiques et écologiques en France et en Espagne. 4ème J. Phyt. Phytopharm. circumméditerranéennes, Montpellier, **2**: 392-402.
- Montegut, J. (1984a) - Causalité de la répartition des mauvaises herbes, espèces indicatrices du biotope culturel. *La Recherche Agronomique en Suisse*, **1-2** (23): 15-46.
- Montegut, J. (1984b) - Reflexions sur mauvaises herbes et cultures. 7ème EWRS Coll. *int. Ecologie, Biologie, Systématique des mauvaises herbes*, Paris. 20 pp.
- Moreira, I. (1989) - Situation actuelle sur les techniques d'entretien des sols dans les pays viticoles de la CEE. In: (Cavalloro, R., ed.) *Plant-protection problems and prospects of integrated control in viticulture*: 523-531. Commission of the European Communities. EUR 11548.
- Moreira, I., Espírito Santo, D. & Gaspar, N. (1992) - Evolução da vegetação das vinhas. *II Simp. Vitivinicultura do Alentejo*: 165-172.
- Muracciole, M. (1984) - Groupes écologiques de mauvaises herbes dans les vergers d'agrumes de Corse Orientale. *C. r. 7ème EWRS Coll. int. sur l'Écologie. Biologie et Systématique des mauvaises herbes*: 163-171.
- Nikitin, V. V. (1979) - Geographical distribution of main ruderal plants of the U.R.S.S. and their dynamics. *Bot. J. Bot. Soc. U.S.S.R.*, Moscou, **64**, 7: 943-949.
- Ozenda, P. (1982) - *Les végétaux dans la biosphère*. Doins Éditeurs. Paris. 431 pp.
- Pesson, P. (1978) - De l'écologie animale à l'écologie humaine: place et rôle de l'homme dans les écosystèmes. *C. r. Acad. Agric. France*, **9**: 690-709.
- Pielou, E. C. (1966) - The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, **13**: 131-144.
- Pinto-da-Silva, A. R. (1971) - Les plantes synanthropiques au Portugal continental et aux Açores. *Boissiera*, **19**: 297-303.
- Ribeiro, J. A. (1988) - Ecologia da vegetação infestante das vinhas do Alto Douro. *Diss. Dout.* Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro. 299 pp.
- Ribeiro, J. J., Espírito Santo, M. D. & Moreira, I. (1993) - Infestantes das vinhas da subregião do Lima (Região Demarcada dos Vinhos Verdes). *Cong. 1993 Soc. Esp. Malherbologia*: 148-153.
- Rikli, M. (1903) - Die Anthropochoren und der Formenkreis des *Nasturtium palustre* (Leyss.) DC. *Ber. Zürcherischen Bot. Ges.*, **8**: 71-82.
- Roberts, H. A. (1981) - Seed bank in soils. *Adv. in Appl. Biol.*, **6**: 1-55.
- Roy, J. (1990) - In search of the characteristics of plant invaders. In (di Castri, F., Hansen, A. J. & Debussche, M., eds.) *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin*: 335-352. Kluwer Academic Publishers.
- Salisbury, E. (1964) - *Weeds and aliens*. The New Naturalist, Collins, London. 384 pp.

- Schroeder, F. G. (1969) - Zur klassifizierung der Anthropochoren. *Vegetatio*, **16**: 225-238.
- Thellung, A. (1912) - La flore adventice de Montpellier. *Bull. Soc. Nat. Sc. nat. et math. de Cherbourg*: 57-728.
- Tuganaev, V. V. (1978) - Classification of vegetal weeds in relation to modern agricultural cultivation. *Ekologiya*, **3**: 87-88.q
- Wet, J. M. J. de (1966) - The origin of the weediness in plants. *Proc. Okla. Acad. Sc.*, **47**: 14-17.
- White, J. (1985) - *Studies in Plant Demography*. Academic Press.
- Yannitsaros, A. (1973) - Studies on the adventive flora of Greece. *Biol. Gallo. Hellen.*, **4**: 163-168.
- Yannitsaros, A. & Economidou, E. (1974) - Studies on the adventive flora of Greece. I. General remarks on some recently introduced taxa. *Candollea*, **29**: 111-119.
- Zohary, M. (1973) - *Geobotanical fondations of the Middle East*. Fisher. Stuttgart.

4 - Plantas invasoras

Historically, there was little concern about the negative effects of exotics species introduction. Recently, however, '**biological pollution**' has become nearly as alarming as chemical pollution in many areas of the earth... Also, a lot of attention has been paid to exotic agronomic and range weeds... However, it has been realized only recently that **plant invaders** may have far reaching ecosystem-level effects. (Extraído de Rejmánek, 1995)

4.1 - Definindo !

Plantas invasoras ("invaders") têm, também, sido designadas por alienígenas ("aliens"), imigrantes, exóticas, adventícias ("adventices"), neófitos, ou, simplesmente, espécies introduzidas (Mack, 1985).

Muitos termos utilizados nem sempre são definidos do mesmo modo por diferentes autores, se o são de todo. Parece vantajoso dar alguma atenção aos conceitos de planta invasora, colonizadora (colonizer") e infestante, como fez Rejmánek (1995) que utilizou este último ("weed") apenas no seu sentido antropocêntrico, ou seja, plantas crescendo onde não são desejadas. **Invasoras** são plantas dispersando-se em áreas onde não são nativas e **colonizadoras** as que aparecem inicialmente em séries sucessivas; ou seja, o primeiro termo tem um significado biogeográfico e o segundo ecológico.

Para Mack (1985), invasora é qualquer táxone entrando num território em que nunca tinha ocorrido antes, independentemente das circunstâncias. Cronck (1995) define **planta invasora** ("invasive plant") como uma alienígena dispersando-se naturalmente (sem intervenção directa do homem) em habitats naturais ou seminaturais, de modo a produzir uma modificação significativa em termos de composição, estrutura ou dinâmica dos ecossistemas

Rejmánek considera que todas as invasoras em áreas protegidas são usualmente classificadas como infestantes, por vezes **infestantes ambientais** ou **ecológicas**, porque nos parques e áreas similares, as espécies não nativas, frequentemente, interferem com o principal objectivo, a protecção dos *biota* nativos. *Em nosso entender a designação de infestantes ambientais deve ser alargada a todas as áreas de vegetação natural, seja protegida ou não.*

Obviamente plantas de muitas espécies podem pertencer a mais do que uma destas categorias. Aquele autor lembra que, de acordo com Williamson (1993), por exemplo na California, cerca de 75% de infestantes são classificadas como invasoras e uns 85% das invasoras podem ser tomadas como colonizadoras; para a flora inglesa, contudo, somente cerca de 11% de infestantes são tidas como invasoras e apenas 47% destas são classificadas como colonizadoras (Fig. 1).

Conceito Antropogénico**INFESTANTES**

(interferem com os objectivos ou pressupostos do homem)

INVASORAS

(introduzidas, exóticas, adventícias,)

Conceito Ecológico**COLONIZADORAS**

(pioneiras na sucessão)

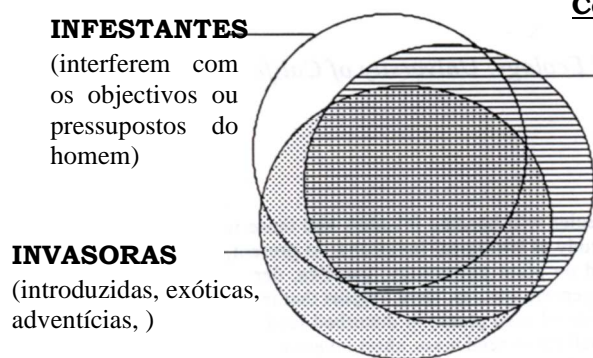


Figura 1 – Infestantes, colonizadoras e invasoras sobrepõem-se mas não têm conceitos idênticos, reflectem três diferentes pontos de vista .

4.2 -Porque se instalam as plantas invasoras

A gravidade das plantas **invasoras** resulta do desequilíbrio que provocam na vegetação natural não perturbada. As espécies componentes desta vegetação exploram normalmente os recursos naturais em diferentes zonas e quantidades e em alturas do ano diversas. Quando uma planta invasora domina, o intricado conjunto de balanços competitivos rompe-se e a comunidade empobrece em número de espécies, ou até fica uniforme, de acordo com Stirton (1980). Este autor chama a atenção para que não se deve confundir uma planta invasora oriunda de outra região com uma planta indígena que adquira características invasivas, o que geralmente resulta de perturbações do meio ambiente ou provocadas pelo homem. Esta planta raramente invade a vegetação natural, enquanto que a planta invasora de outra região penetra tanto na vegetação natural não perturbada como na perturbada.

Uma das causas apontadas por diversos autores para o sucesso das plantas invasoras é o facto de serem introduzidas numa região onde se adaptam por encontrarem condições semelhantes às da zona de origem, sem que tenham sido portadoras dos seus inimigos naturais, patogénicos ou animais, vegetando em melhores condições que as indígenas, pois estão livres dos agentes bióticos normalmente controladores da sua multiplicação e desenvolvimento na região de origem.

Todavia, outras causas têm de ser encontradas, mormente nas características das espécies cujas plantas se comportam como invasoras, conhecimento que interessa muito especialmente para prever os riscos de invasão. Rejmánek (1995) concluiu que facilitam o carácter invasor de espécies de *Pinus* e possivelmente de outras lenhosas, em paisagens perturbadas, a massa média das sementes pequenas e o período juvenil curto; além disso, a dispersão das sementes por vertebrados contribui para o sucesso de muitas lenhosas invasoras, tanto nos habitats perturbados como não perturbados.

4.3 - Tipo de invasão

Os processos de invasão não são homogêneos pelo que Cronk & Fuller (1995) dividem os tipo de invasão, num primeiro nível, em quatro categorias: invasoras aquáticas, florestais, de habitats abertos e invasoras do fogo.

Cronk(1995) considera que as invasoras florestais seguem o padrão observado nas Ilhas Maurícias (*Psidium cattleianum*, *Ligustrum robustum* var. *walkeri*), Jamaica (*Pittosporum undulatum*) e Havai (*Myrica faia*, *Psidium cattleianum*, *Passiflora molissima*), verificando-se, em todos os casos, a dispersão de frutos pelos aninhais e alguma tolerância ao ensombramento que impedem a regeneração da floresta nativa após a morte eventual de árvores indígenas que não são repostas; uma floresta alta é substituída por outra baixa.

O efeito ambiental das invasoras favorecidas pelo fogo é muito diferente do acabado de referir, sendo, todavia, as florestas muito vulneráveis. Após um fogo as espécies a ele melhor adaptadas, sejam árvores serôdias (serotinous) ou gramíneas esclerificadas que acumulam matéria seca ou que contêm óleos voláteis, aumentam grandemente a frequência e a intensidade do fogo. Esta rápida resposta ao fogo provoca uma dispersão ainda maior e em pouco tempo o ecossistema florestal inicial é completamente modificado, em geral, para arbustos adaptados ao fogo ou para um graminal (fire grassland).

4.4 - Modelo conceptual da invasão

Cronk (1995), embora considere imprevisível, na maioria das vezes, o "modelo" da invasão, procura algumas generalizações.

O factor mais importante no processo é sem dúvida a história; o autor lembra que as zonas do Mundo mais seriamente afectadas por invasões de plantas, por exemplo, Havai, Cabo da Boa Esperança, Ilhas Maurícias, SE da Austrália, Nova Zelândia, têm uma longa história de introduções de germoplasma.

O factor seguinte é a perturbação (disturbance). O elevado potencial reprodutivo dos arbustos invasores está muitas vezes associado com a capacidade de infestação, tirando partido da elevada capacidade de utilização fotossintética da radiação activa para um rápido crescimento e da boa produção de sementes para uma colonização, como povoamentos mono-específicos, em áreas abertas. Todavia, qualquer perturbação favorece estas plantas, além de que, nalguns casos, elas podem, também, ser tolerantes ao ensombramento.

O autor citado toma, para a perturbação, o sentido de remoção da biomassa, incluindo a forma extrema da perturbação, o fogo. Admitimos que, nalguns casos, se possa considerar como perturbação o efeito produzido pela introdução de animais: Cronk lembra impactos potencialmente sérios nos habitats naturais que invasões de espécies animais podem originar, facilitando a invasão de plantas, particularmente grave por atingir o nível da produção primária da função do ecossistema e a estrutura da vegetação natural. A introdução de vertebrados, particularmente de cabras, tiveram efeitos catastróficos, por exemplo em Santa Helena como é apontado por Cronk (1989) e se admite, também, altamente negativo para o equilíbrio da vegetação natural em Cabo Verde. Os efeitos do sobrepastoreio sobre a vegetação natural são bem conhecidos em zonas montanhosas mediterrânicas e lembra-se, embora numa área bem restrita, o efeito devastador da proliferação dos coelhos que se terão introduzido nas ilhas das Berlengas.

Cronk considera o terceiro factor das invasões por ordem de importância, a facilitação biótica. A elevada capacidade reprodutiva necessita, para ter sucesso, de polinizadores e de

agentes de dispersão. Onde as condições sócio-económicas facilitaram a introdução de plantas alienígenas também permitiram a de animais. São exemplo os porcos (*Sus scrofa*), os "bulbul" (*Pycnonotus jocosus*) e macacos (*Macaca fascicularis*) como frugíferos e as abelhas (*Apis mellifera*) como polinizadoras.

Algumas naturalizações parecem benignas por muitos anos, até à "facilitação biótica" as capacitarem para formarem um complexo invasor. Neste sentido, facilitação pode ser definida como uma modificação do ambiente, tal como o aumento da perturbação ou a introdução dum polinizador, que permita a dispersão invasora.

A trajectória da invasão inclui, de acordo com o autor citado, seis estádios - introdução, naturalização, facilitação, dispersão invasora, interacção com outros *biota*, estabilização - que duram, tipicamente, uma, ou mais, centena de anos.

4.5 - Plantas invasoras de origem europeia

A região mediterrânica tem sido zona de origem de plantas invasoras muito agressivas noutros continentes. Por exemplo, na África do Sul, o *Nerium oleander*, a nossa sevadilha, que ocorre naturalmente no sul da Europa, de Portugal até à Península Arábica, foi introduzida como planta ornamental há mais de 150 anos tendo-se, recentemente, tornado invasora das comunidades ribeirinhas em grande extensão. Stirton (1980) considera o *Pinus pinaster* importante invasor na África do Sul, proveniente do sul da Europa, e nas pastagens, também vinda da Europa, o *Hypericum perforatum* que infesta milhares de hectares na Austrália, Nova Zelândia, Chile, Canadá e Estados Unidos da América.

Pela sua importância refere-se, ainda, a invasão das pastagens naturais australianas por plantas, originárias da Europa, de *Chichorium* spp. e *Echium plantagineum* e no continente norte-americano de *Carduus*.

São já numerosas as obras sobre a problemática das invasões de plantas, destacando-se a de Drake *et al.* (1988), Pysek *et al.* (1995) e, especificamente sobre as zonas de clima mediterrânico as de di Castri *et al.* (1990) e Groves & di Castri (1991).

4.6 - Invasoras em Portugal

Em Portugal podem-se apontar vários casos de invasão da vegetação natural.

Nas dunas litorais o *Carpobrotus edulis*, importado da África do Sul (vingança !) como ornamental ou fixador das areias, tem-se comportado como grave infestante ambiental em áreas protegidas litorais, como no sudoeste alentejano e algarvio e em pastagens e outras culturas de terrenos arenosos. Para o seu combate foram, até, ensaiados numerosos herbicidas, alguns bastante eficazes (Guerreiro, 1976).

Casos evidentes de invasoras florestais têm ocorrido em povoamentos florestais de pinheiros e em parques, como na Serra de Sintra, que, após fogos, foram invadidos por *Acacia dealbata* e, especialmente, *Acacia melanoxylon*. Pela veemência e, ainda, actualidade, transcreve-se a descrição, de Azevedo Gomes (1960), da invasão desta espécie:

Tratasse de um certo povoado de "Acacia Melanoxylon", com o absoluto domínio e o poder invasor que caracterizam esta espécie, pelo menos aqui, no Parque da Pena.

...

O facto de se terem plantado, naturalmente por aquela mesma época, em volta de 1880, dois ou três exemplares desta acácia veio a dar como consequência uma invasão local que, anão ser contida, irá espalhando-se ...

Examinei em que condições, se faz esta impressionante expansão. Pois ... de todos os modos pelos quais a propagação é possível! Em indivíduos abatidos e rolados a rebentação das toíça; a partir de todas elas, velhos e novos, a emissão de

rebentos de raiz, irrompendo nas próprias barreiras e, tanto mais mutilações no raizame (como sucede fazer-se nas valas, defensoras supostas dos encravados, dados à cultura arvense e hortícola), finalmente, nascença a partir de semente cuja produção é em vários anos, como foi neste, duma espantosa abundância.

A brenha formada é densíssima, como disse: nenhuma vegetação é possível e, ao penetrar com dificuldade no âmago desta brenha, toma-nos uma sensação estranha, de domínio absoluto, como que anti-natural e contra as regras da associação e equilíbrio biológicos.

Ailanthus altissima tem, por vezes, alguma expressão como invasora. Nos Açores é bem conhecida a propagação da rizomatosa *Hedychium gardnieranum*, designada por conteira, em incultos e povoamentos jovens de *Cryptomeria japonica*, embora com interesse ornamental em muitas situações. Caixinhas (1994) indica a conteira como originária do Himalaia e naturalizada naquele arquipélago.

Recomenda-se, ainda, a consulta dos trabalhos de Pinto-da-Silva (1971) e de Moreira & Espírito-Santo sobre a introdução de espécies que se têm manifestado como infestantes ou que são potenciais infestantes.

4.7 - Bibliografia

- Azevedo Gomes, M. (1960). *Monografia do Parque da Pena. Estudo Dendrológico-Florestal*. 341 pp.
- Caixinhas, M. L. (1994). *Flora da Estufa Fria de Lisboa*. Editorial Verbo. 143 pp.
- di Castri, F., Hansen, A. J. & Debussche, M. (1990). *Biological invasions in Europa and the Mediterranean Bassin*. Kluwer Academic Publishers. 463 pp.
- Cronk, Q. C. B. (1989). The past and present vegetation of St Helena. *Journal of Biogeography*, **16**: 47-64.
- Cronk, Q. C. B. (1995). Changing worlds and changing weeds. *BCPC Symp. Proc. n° 64: Weeds in a changing World*: 3-13.
- Drake, J. A. et al. (eds.) (1989). *Biological invasions. A global perspective*. SCOPE 37. John Wiley & Sons. 525 pp.
- Ferreira, M. T. & Moreira, I. (1995). The invasive component of a river flora under the influence of Mediterranean agricultural systems. In (Pysek, P., Prach, K., Rajmánek, M. & Wade M., eds.) *Plant invasions. General aspects and special problems*: 117- 127. SPB Academic Publishing. Amsterdam.
- Groves, R. H. & di Castri, F. (eds.) (1991). *Biogeography of Mediterranean Invasions*. Cambridge University Press, 595 pp.
- Guerreiro, A. R. (1976). Ensaio de comportamento de herbicidas contra os chorões (*Carpobrotus edulis* (L.) N. E. Br.). *II Simp. Nac. Herbologia*, **2**: 125-134.
- Mack, r. N. (1985). Invading plants: their potential contribution to population biology. In (White, J., ed.) *Studies on Plant Demography. A Festschrift for John L. Harper*: 127-142. Academic Press.
- Moreira, I. & Espírito Santo, D. (1996). Plantas alóctones americanas infestantes em Portugal. (Em publicação).
- Pinto-da-Silva, A. R. (1971). Les plantes synanthropiques au Portugal et aux Açores. *Broissiera*, **19**: 297-303.
- Pysek, P., Prach, K., Rejmanek, M. & Wade, M. (eds., 1995). *Plant invasions. General aspects and special problems*. SPB Academic Publishing. Amsterdam. 263 pp.
- Rejmánek, M. (1995). What makes a species invasive. In (Pysek, P., Prach, K., Rajmánek, M. & Wade M., eds.) *Plant invasions. General aspects and special problems*: 3-13. SPB Academic Publishing. Amsterdam.
- Stirton, C. H. (1980). *Plant invaders. Beautiful, but dangerous*. Dept. Nature and Environmental Conservation of the Cape Provincial Administration. Cape Town. 174 pp.
- Williamson, M. (1993). Invaders, weeds and the risk from genetically manipulated organisms. *Experientia*, **49**: 219-224.

6 - Biologia das infestantes vivazes

6.1 - Importância e distribuição no país

Agrupam-se infestantes vivazes, consideradas importantes, de acordo com o seu principal modo de propagação vegetativa:

Rizomas e estolhos

Equisetaceae :

Equisetum arvense, *E. ramosissimum*, *E. telmateia*

Convolvulaceae:

Convolvulus arvensis, *Calystegia sepium*

Poaaceae:

Agrostideae:

Agrostis stolonifera

Aveneae

Holcus mollis

Chloridoideae

Cynodon dactylon

Festucoideae

Elymus repens, *Holcus mollis*, *Phalaris arundinaceae*

Panicoideae

Paspalum paspalodes, *Sorghum halepense*, *Panicum repens*,

Phragmitoideae

Phragmites australis

Cyperaceae:

Cyperus longus

Bolbos

Oxalidaceae:

Oxalis pes-caprae

Poaaceae:

Festucoideae

Arrhenatherum elatius

Liliaceae

Lilioideae

Allium vineale

Tubérculos

Araceae

Arum italicum

Cyperaceae:

Cyperus esculentus, *C. rotundus*

Dragões (gemas radiculares)

Brassicaceae:

Cardaria draba

Asteraceae:

Asteroideae

Cirsium arvense

Cichorioideae

Sonchus arvensis

Franco & Rocha-Afonso(1980) indicaram a distribuição no país de várias infestantes vivazes e perenes.

Para o *C. dactylon* e *P. repens* está divulgada informação em Moreira (1976) e para *C. esculentus* e *C. rotundus* em Godinho (1984).

A distribuição e importância de muitas outras espécies encontrar-se-á nos capítulos dedicados à gestão das infestantes das culturas.

6.2 - Ciclo biológico

Como livro de consulta, para o estudo dos ciclos biológicos das infestantes vivazes, recomenda-se o de Montegut (1983).

Para o *C. dactylon* e *P. repens* encontram-se alguns trabalhos portugueses referentes à sua descrição morfológica e anatómica, germinação da suas sementes e aspectos da biologia dos rizomas (Caixinhas *et al.*, 1988, Moreira, 1975a, 1975b, 1976, 1977a, 1977b, 1977c, 1978a, 1978c, 1983, Moreira e Rosa, 1976).

Sobre a biologia dos *C. esculentus* e *C. rotundus* veja-se Godinho (1993) e Godinho & Jansen (1987).

Aspectos da biologia da infestante rizomatosa dos arrozais *Leersia oryzoides* foram estudados por Rosa (1984) e também abordados em Rocha (1981).

6.3 - Estabelecimento das plantas rizomatosas

O crescimento e desenvolvimento das plantas obtidas por fragmentos de rizoma plantados em diferentes épocas do ano foram acompanhados para o *C. dactylon* e *P. repens* por Moreira & Rosa (1980) e Moreira (1976), para o *Paspalum paspalodes* por Moreira & Vasconcelos (1978/1979). Ensaio sobre a influência no crescimento de *Cyperus* spp. da época de emergência de tubérculos, da sua proveniência e do ensombramento foram efectuados por Godinho (1983).

6.4 - Capacidade de regeneração da plantas a partir de fragmentos de rizoma enterrados

Tem algum interesse prático, para melhor decisão sobre as mobilizações de solo no combate às rizomatosas, o estudo da capacidade de regeneração das plantas a partir de fragmentos de rizoma, com vários tamanhos e enterrados a diferentes profundidades. Citam-se ensaios nacionais com *C. dactylon* e *P. repens* (Moreira, 1978b).

A resistência de fragmentos de rizoma de *Paspalum paspalodes*, *C. dactylon* e *P. repens* a temperaturas elevadas foi estudada por Vasconcelos *et al.* (1978/1979) que apresenta interesse para avaliação das limitações da solarização para a sua destruição.

A evolução sazonal das reservas nos rizomas tem sido avaliada em várias espécies, no sentido de se encontrarem "pontos fracos" para o seu combate, para o que Chaves & Moreira (1977) procuraram metodologia adequada.

Torres de Castro (1984) verificou, em Maio, um mínimo de hidratos de carbono de reserva (amido) nos rizomas de *Holcus mollis*, em activo crescimento, apontando para uma mobilização elevada de açúcares solúveis, que poderá indicar uma data oportuna para o

combate a esta infestante; o autor estudou também os rizomas de *Agrostis stolonifera*, em que os níveis menores de reservas se verificam no Outono-Inverno, altura em que a biomassa aérea é pobre, não parecendo facilitar a actuação de herbicidas (Fig. 1).

A evolução dos hidratos de carbono em *Cynodon dactylon* e *Panicum repens* foi acompanhada durante um ano (Moreira, 1977-1978) apontando para uma diminuição das reservas na Primavera.

6.5 – Implicações da dominância apical no combate às infestantes rizomatosas

Foi estudada a reorganização da dominância apical de fragmentos de rizoma destacados da planta mãe de *C. dactylon* e *P. repens* (Moreira 1980b), os fenómenos de tropismos (Moreira, 1980c) e a influência da temperatura e adubação azotada na dominância apical (Moreira, 1980^a).

A fragmentação dos rizomas em pequenos segmentos, em consequência da mobilização do solo com algumas alfaías, se, por um lado, pode originar uma dispersão de propágulos vegetativos contribuindo para a gravidade da infestação, por outro, se as novas plantas formadas pelo rebentamento das gemas desses pequenos fragmentos forem eliminadas, por combate químico ou enterramento, antes da formação de novos rizomas, poderia diminuir o potencial de infestação. Estes aspectos e a eventual influência da modificação das condições ambientais, como nível de humidade no solo e da fertilização, na regeneração das infestantes rizomatosas e no seu combate são abordados em Moreira (1984).

6.5 - Propagação seminal

Embora geralmente menos importante ou inexistente a propagação seminal das espécies vivazes pode ter um papel relevante no início de infestações e na manutenção da variabilidade genética permitindo a adaptação a novas condições ambientais.

Entre nós foi estudada a capacidade germinativa e condições de temperatura e luz na germinação de sementes de *Sorghum halepense* (Vasconcelos *et al.*, 1984), *Phragmites australis*, *Typha domingensis* e *T. latifolia* (Vasconcelos, 1980), *Panicum repens* (Moreira, 1978c), *Cynodon dactylon* (Caixinhas *et al.*, 1988), havendo dúvidas sobre a ocorrência de germinações, nas condições de campo no país particularmente para esta última espécie. Já no caso da *Leersia oryzoides* a germinação de sementes é determinante na formação das infestações (Rosa, 1984, Rosa *et al.*, 1985-1987).

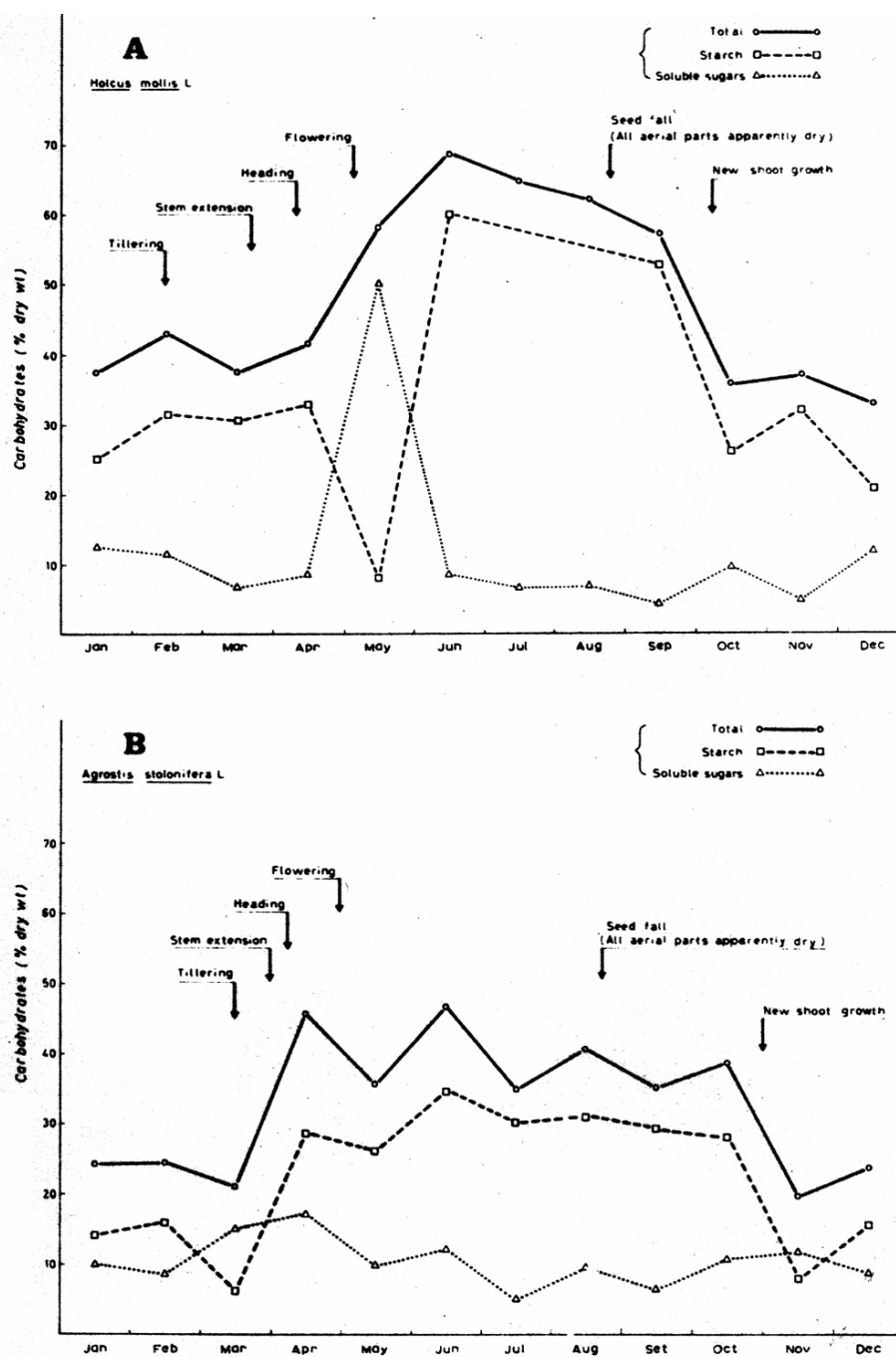


Fig. 1 – Evolução sazonal de hidratos de carbono em (A) *Holcus mollis* e em (B) *Agrostis stolonifera*, durante 1982 expresso em percentagem de peso seco.

(Extraído de Torres de Castro, 1982)

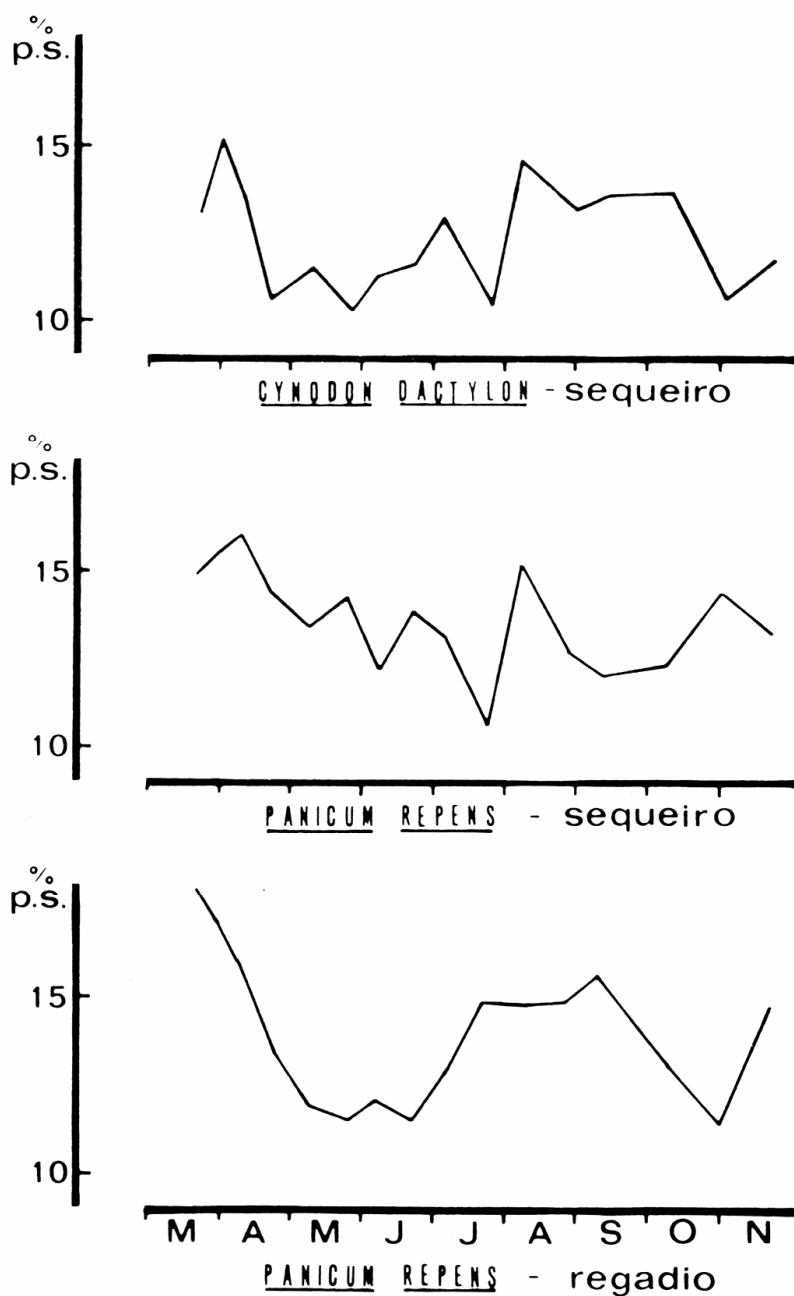


Fig. 2 – Evolução sazonal de hidratos de carbono nos rizomas de *Cynodon dactylon* e de *Panicum repens*, colhidos em Salvaterra de Magos em 1973.
(Adaptado de Moreira, 1978^a)

6.6 - Bibliografia

* Publicações de consulta especialmente recomendada

- Caixinhas, M. L., Lourenço, M. R. & Moreira, I. (1988). Viabilité des cariopses de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Annales ANPP*, **3** (1):17- 24
- Chaves, M. M. & Moreira, i. (1977). Métodos para a determinação de hidratos de carbono totais não estruturais. Estudo comparativo em material vegetal. *Agronomia lusitana*, **38** (1): 41-58.

- Franco, J. A. & Rocha-Afonso, M. L. (1980). Distribuição em Portugal das principais infestantes. *I Cong. Port. Fitiatría e Fitofarmacologia*, **3**: 1-22.
- Godinho, I. (1984). Distribution et importance de *Cyperus esculentus* L. et de *C. rotundus* au Portugal. *Proc. EWRS 3rd Symp. on Weed Problems in the Mediterranean Area*, **2**: 405-410.
- Godinho, M. I. F. M. (1993). Distribuição, biologia e controle das junças (*Cyperus esculentus* L. e *C. rotundus* L.). *Diss. Doutoramento*. Inst. Sup. Agron. Univ. Téc. Lisb. 178 pp.
- Godinho, I. & Jansen, H.-G. (1987). Biologia e concorrência das junças (*Cyperus esculentus* L. et de *C. rotundus* L.). *Protecção da Produção Agrícola*, 1987(1): 537.
- * Kiegel, J. & Koller, D. (1985). Asexual reproduction of Weeds In (Duke, S. O., edit.) *Weed Physiology*. Vol I. Reproduction and Ecophysiology: 27-65. CRC Press.
- * Montegut, J. (1983). *Pérennes et vivaces nuisibles en Agriculture*. Société d'Édition "Champignons et Nature". Aubervilliers. France. 479 pp.
- Moreira, I. (1975a). Propagação por semente do *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Anais Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa*, **35**: 95-112.
- Moreira, I. (1975b). Some aspects of the biology of torpedograss (*Panicum repens* L.). *EWRS Symp. Status Biology and Control Grassweeds Europe*: 59-68.
- Moreira, I. (1976). Aspectos da biologia de infestantes rizomatosas, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. e *Panicum repens* L. *Diss. Doutoramento*. Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa.
- Moreira, I. (1977a). Aspectos taxonómicos e organográficos do *Cynodon dactylon* (L.) Pers. e do *Panicum repens* L. *Anais Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa* **37**: 103-136
- Moreira, I. (1977b). *Breve nota sobre a longevidade das sementes de Cynodon dactylon (L.) Pers.* Centro Bot. Aplic. Agric. Univ. Tec. Lisboa.
- Moreira, I. (1977c). Distribuição em profundidade dos órgãos subterrâneos de *Cynodon dactylon* e *Panicum repens*. Centro Bot. Aplic. Agric. Univ. Tec. Lisboa.
- Moreira, I. (1977d). Efeito da temperatura no abrolhamento das gemas de rizoma de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Anais Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa*, **37**: 41-47.
- Moreira, I. (1977-78). Evolução sazonal das reservas de hidratos de carbono de rizomas de *Cynodon dactylon* L. Pers. e de *Panicum repens* L. *Revista de Ciências Agrárias*, **2**: 129-136.
- Moreira, I. (1978a). Evolução sazonal das reservas de hidratos de carbono de rizomas de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. e de *Panicum repens* L. *Rev. Ciências Agrárias* **2**: 111-127.
- * Moreira, I. (1978b). Influência da profundidade de enterramento de fragmentos de rizoma na regeneração de plantas do *Cynodon dactylon* (L.) Pers. e de *Panicum repens* L. *Rev. Ciências Agrárias*, **2**: 129-136.
- Moreira, I. (1978c). Propagation du *Panicum repens* par semences. *Simp. Mediterranéo Herbicides*. Madrid, **1**: 1-17
- Moreira, I. (1980a). Dominância apical nos rizomas de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. e de *Panicum repens* L. Efeito da gravidade, temperatura e nutrição azotada. *Anais Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa*, **39**: 107-149.
- Moreira, I. (1980b). Reorganização da dominância apical em rizomas de grama e escalracho. *I Cong. Port. Fitiatría e Fitofarmacologia*, **3**: 185- 198.
- Moreira, I. (1980c). Tropismos de rizomas de *Cynodon dactylon* (L.) Pers.. *I Cong. Port. Fitiatría e Fitofarmacologia*, **3**: 211-221.
- Moreira, I. (1983). Biology of Bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). *Rev. Biologia*, **12**: 519-528.
- * Moreira, I. (1984). Implicações da dominância apical dos rizomas no controle das infestantes. *Anais Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa*, **41**: 359-378..
- Moreira, I. & Rosa, M. L. (1976). Influência da posição do nó no abrolhamento de gemas de *Cynodon dactylon* II *Simp. Nac. Herbologia*, **1**: 37-43.
- Moreira, I. & Rosa, M. L. (1980). Estabelecimento de plantas de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *I Cong. Port. Fitiatría e Fitofarmacologia*, **3**: 143-164.
- Moreira, I. & Vasconcelos, M. T. (1978/1979). Estabelecimento das plantas de graminhão, *Paspalum paspalodes* (Michx.) Scribn. *Anais Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa*, **38**: 71-82.
- Rocha, F. (1981). A infestante *Leersia oryzoides* (L.) Sw. na cultura do arroz. *Rev. Dir.-Geral Prot. Prod. Agrícola*, **1**: 29-35.
- Rosa, M. L. V. (1984). Biologia da erva-serra (*Leersia oryzoides* (L.) Sw). *Diss. Mestrado Produção Vegetal*. Inst. Sup. Agron. Univ. Téc. Lisboa.
- Rosa, M. L., Lourenço, M. R., Moreira, I. & Compton, J. (1985-1987). Influência da pré-refrigeração na germinação de sementes de *Leersia oryzoides* (L.) Sw. *Anais Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa*, **42**: 115-132.
- Torres-de-Castro, L. F. (1984). Seasonal changes of carbohydrate reserves in *Holcus mollis* L. and *Agrostis stolonifera* L. rhizomes. *Proc. EWRS 3rd Symp. on Weed Problems in the Mediterranean Area*, **2**: 455-460.
- Vasconcelos, M. T. (1980). Germinação de sementes de caniço (*Phragmites australis* (Cav.) Steudel) e de tabuas (*Typha domingensis* (Pers.) Steudel e *T. latifolia* L.). *I Cong. Nac. Fitiatría e de Fitofarmacologia*, **3**: 85- 92.
- * Vasconcelos, M. T., Moreira, I. & Rosa, M. L. (1978/1979). Influência de temperaturas elevadas no abrolhamento de gemas de rizomas de infestantes. *Anais Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa*, **38**: 85-90.

7 - Plantas parasitas

7.1 – Introdução

7.1.1 - Plantas parasitas

As parasitas heterotróficas, incapazes de fotossíntese, subdividem-se em endófitos e radícolas.

Os endófitos ou parasitas perfeitos, possuem órgãos vegetativos degradados, incluídos nos tecidos do hospedeiro, ficando apenas as flores mais ou menos salientes. Deuse & Lavabre (1979) exemplificam com plantas da família Rafflesiacaceae parasitando árvores nas Índias.

As infestantes radícolas podem ser anuais e geofitos perenes (Deuse & Lavabre, 1979). Nas anuais as sementes emitem raízes sugadoras, os haustórios, que se fixam na parte subterrânea do hospedeiro; pertencem a este grupo as espécies do género *Orobanche* (fam. Orobancáceas) infestantes importantes nas zonas temperadas e tropicais, que entre nós limitou a cultura da faveira, nalgumas regiões. As perenes propagam-se por pseudorrizomas caulículos; os caules volúveis fixam-se aqui e acolá sobre o hospedeiro por sugadores; são exemplo de infestantes importantes a *Cassytha melantha* da família das Lauráceas, parasita arbórea na Austrália, e espécies do género *Cuscuta* (fam. Cuscatáceas), estas dispersas em regiões tropicais e temperadas, parasitando numerosas espécies, sendo importante, entre nós, nas culturas leguminosas; as *Cuscuta* podem ser limitantes da produção de semente de luzerna e já surgiram, localmente, nalguns campos de tomate (Vasconcelos, informação verbal); em Itália, na cultura da beterraba sacarina são consideradas infestantes importantes.

7.1.2 - Plantas hemiparasitas

As plantas hemiparasitas, plantas com clorofila mas que são incapazes, total ou parcialmente, de absorver a água e as substâncias minerais do solo, incluem os epibíotes e as plantas radículas (Deuse & Lavabre, 1979). As primeiras são hemiparasitas absolutos, pois são desprovidas de sistema radicular, dependendo inteiramente do seu hospedeiro, incluindo-se neste grupo espécies do género *Loranthus*, da família das Lorantáceas, que atacam árvores de interesse florestal em países tropicais, incluindo os eucaliptos na Austrália.

Os hemiparasitas parciais ou facultativos têm vida independente no início do desenvolvimento, mas o sistema radicular é pobre em pêlos radiculares e forma haustórios ao contacto das raízes do hospedeiro; a frutificação só é possível com o parasitismo. Plantas de espécies do género *Striga*, da família das Escrofulariáceas, constituem das infestações mais temíveis nalgumas regiões tropicais.

Luttge (1989) lembra que o epífito *Viscum album* se torna hemiparasita.

7.1.3 - Epífitos

As plantas epifíticas vivem sobre outras. Todavia, no epifitismo não se estabelecem relações metabólicas entre o hospedeiro (forofito) e o visitante (epífito), como ocorre no parasitismo ou nas simbioses. Contudo, epifitismo tem sido chamado "parasitismo pelo espaço". Na verdade, um crescimento muito intenso dos epífitos podem prejudicar os forofitos, competindo pela luz, impondo um "stress" mecânico, etc. (Luttge, 1989).

Este autor refere que em muitas regiões tropicais há casos de necessidade de remoção regular de infestações de epífitos nas árvores de parques e jardins.

7.2 – Plantas parasitas em Portugal

As plantas parasitas de maior repercussão nas culturas agrícolas pertencem aos géneros *Orobanchae* e *Cuscuta*. Referem-se, ainda, a presença em Portugal de espécies da família das Loranthaceae, *Viscum album* L. e *V. cruciatum* Boiss, considerados por Franco (1971) hemiparasitos raros, a primeira sobre macieiras na bacia do rio Minho e a segunda sobre os ramos de oliveira e pilriteiro nos arredores de Portalegre. O *V. album* é mencionado por Williams *et al.* (1982) como de importância localizada no Península Ibérica, referindo-se como nome vernáculo português visco-branco.

7.2.1 - *Orobanchae* spp.

Indicam-se seguidamente as espécies de *Orobanchae* apontadas para Portugal e os seus nomes vulgares mencionados em Williams *et al.* (1982):

<i>O. arenaria</i> Borkh.	erva-toira-das-areis
<i>O. calendulae</i> Pom.	erva-toira-barbuda
<i>O. crenata</i> Forsk.	penachos
<i>O. foetida</i> Poir.	erva-toira-denegrida
<i>O. gracilis</i> Sm.	erva-toira-ensanguentada
<i>O. minor</i> Sm.	erva-toira-menor
<i>O. ramosa</i> L.	erva-toira-ramosa
<i>O. rapum-genistae</i> Thu.	erva-toira-maior

Na bacia mediterrânica, a *O. ramosa* parasita o tomate, tabaco e batateira, a *O. crenata*, usualmente, prejudica as culturas leguminosas, em especial a faveira, ervilheira e lentilhas (Musselman, 1982). A *O. cernua* pode atacar seriamente a cultura do girassol, como tem ocorrido na Andaluzia.

7.2.2 - *Cuscuta* spp.

As espécies indicadas para Portugal e seus nomes vulgares (Williams *et al.*, 1982) são:

<i>C. australis</i> R Br.	enleios
<i>C. epilinum</i> Weihe	cuscuta-dolinho
<i>C. epithymum</i> (L.) L.	cabelos
<i>C. suaveolens</i> Ser.	cuscuta

As espécies do género *Cuscuta* parasitam mais de uma centena de espécies distribuídas pelo mundo. Mas as culturas mais seriamente afectadas são as leguminosas, como já se referiu, em especial a luzerna. Aliás, este facto está traduzido na legislação sobre a certificação de sementes, que se abordará noutro capítulo.

7.3 – Biologia

Para uma documentação detalhada sobre a biologia das plantas parasitas sugere-se a consulta da obra de Parker & Riche (1993) e, entre outros trabalhos, as actas do recente simpósio editado por Moreno *et al.* (1996). Referem-se de seguida, muito resumidamente, alguns aspectos da biologia das *Orobanche* e das *Cuscuta*.

7.3.1 - *Orobanche* spp.

As *Orobanche* só germinam depois de sobrematuração ("afterripening") e por estímulo do hospedeiro. O estágio de plântula é subterrâneo e provoca prejuízos consideráveis ao hospedeiro. Como é característico das angiospérmicas parasitas, há uma concentração menor de dissacarídeos e maior de monossacarídeos na planta parasita do que no seu hospedeiro, de que resulta na raiz deste uma pressão osmótica de cerca de 2/3 da do parasita. Tem sido sugerido que o principal efeito é a interferência na capacidade da raiz hospedada para obtenção da água de que resulta uma debilitação da planta, especialmente em condições de escassez de água (Musselman, 1982).

Os estados de desenvolvimento destas plantas parasitas estão bem documentados (figura 1). O trabalho de divulgação de Mesa Garcia & Garcia-Torres (1984) aconselha-se.

7.3.2 - *Cuscuta* spp.

De acordo com Musselman (1982) os frutos (cápsulas) das *Cuscuta* produzem 3-4 sementes duras pequenas.

Depois da germinação, o epicótilo procura um hospedeiro através de circumnatação. Uma vez estabelecido o contacto com o hospedeiro, o caule da *Cuscuta* enrola-se nos tecidos do hospedeiro penetrando por haustórios. A parte inferior do caule da planta parasita murcha, ficando esta totalmente dependente do seu hospedeiro.

Figura 2 - Estados de desenvolvimento de *Orobanche*



a - nódulo; b - nódulo com o aparecimento de radículas degeneradas; c - radículas degeneradas mais desenvolvidas e aparecimento incipiente da gema; e - gema desenvolvida; h - radículas degeneradas totalmente desenvolvidas; k - emergência do rebento acima do solo.

Uma única planta de *Cuscuta* pode agarrar-se a diferentes plantas, simultaneamente, indicando uma grande tolerância fisiológica aos compostos dos hospedeiros. Se o caule da

parasita é quebrado, há potencial para continuar o crescimento a partir do ponto de ligação ao hospedeiro. A fragmentação pode ser um problema para o controlo desta planta parasita.

Courtesy; J.W. Walters (US)



Arceuthobium vaginatum ssp. *cryptopodum* (EPPO A1 list, EU Annex I/A1)

Courtesy; J.W. Walters (US)



Arceuthobium douglasii (EPPO A1 list, EU Annex I/A1)

Figura 2 - *Arceuthobium vaginatum* ssp. *cryptopodum* e *Arceuthobium douglasii*, parasitando, respectivamente, *Pinus ponderosa* e *Pseudotsuga menziesii*. (Extraído de Smith & Roy, 1996)

7.4 - Organismos de Quarentena para a Europa

As espécies parasitas inscritas nos "Organismos de quarentena para a Europa" pela Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes" (Smith, I. M. & Roy, A. S., 1996) são *Arceuthobium vaginatum* ssp. *cryptopodum* e *A. douglasii* (Fig. 2).

Os editores desta publicação relembram que as "quarentine pests" dizem respeito a organismos não existentes na região Euro-Mediterrânica, ou presentes somente numa extensão limitada, e sujeitos a medidas de controlo oficial.

7.5 - Bibliografia

- Deuse, J. & Lavabre, E. M. (1979). *Le désherbage des cultures sous les tropiques*. Techniques Agricoles et Productions Tropicales XXVIII. G.-P. Maisonneuve et Larose. Paris. 312 pp.
- Franco, J. A. (1971). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Vol. I - *Lycopodiaceae - Umbelliferae*. Lisboa. 648 pp.
- Luttge, U. (1989). *Vascular Epiphytes: setting the scene*. In: (Luttge, U., ed.) *Vascular Plants as Epiphytes. Evolution and Ecophysiology*.:1-14. Springer-Verlag.
- Mesa Garcia, J. & Garcia Torre, L. (1984). El control herbicida del jopo de las habas. *Hojas divulgadoras*, 13/84 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentation. Madrid. 16 pp.
- Moreno, M. T., Cubero, J. I., Berner, D., Joel, D., Musselman, L. J. & Parker, C. (eds., 1996). *Advances in Parasitic Plant Research*. Junta da Andalucia. Consejería de Agricultura y Pesca. Colección Congressos y Jornadas 39/96. 929 pp.
- Musselman, L. J. (1982). Parasitic weeds of arable land. In (Holzner, W. & Numata, M., eds.) *Biology and ecology of weeds*: 175-185. Dr. W. Junk Publishers.
- Parker, C. & Riche, C. R. (1993). *Parasitic weeds of the world: biology and control*. CAB International.
- Smith, I. M. & Roy, A. S. (1996). *Illustrations des Organismes de Quarantaine pour l'Europe. Illustrations des organismes de quarantaine de l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes et de l'Union européenne*. Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes & C A B International. 241 p.
- Williams, G. (ed.) et al. (1982). *Elseviers's Dictionary of Weeds of Western Europe. Their common names and importance in Latin, Danish, German, English, Spanish, Finnish, French, Icelandic, Italian, Dutch, Norwegian, Portuguese and Swedish*. Elsevier Scientific Publishing Company. 320 pp.
- García-Tores, L., Castejón-Muñoz, F., López-Granados (1994). The problem of *Orobanche* and its management in Spain. In (Pieterse, A. H., Veerkleij, J. A. C. & ter Borg, S. J., eds.) *Proc. 3rd Int. Workshop on Orobanche and related Striga research*: 623-626. Royal Tropical Institut. Amsterdam
- García-Tores, L., Castejón-Muñoz, F., López-Granados y Jurado-Expósito, M. (1995). Técnica IPG (Imazapir-Postemergencia-Girassol) para el controlo selectivo del jopo (*Orobanche cernua* ssp. *cumana*) del girassol (*Helianthus annuus*) Cong. 1995 Soc. Española de Malherbologia: 303-306.
- García-Tores, L., Castejón-Muñoz, F., López-Granados y Jurado-Expósito, M. (1995). Tratamientos HAS (Herbicidas aplicados en semillas de cultivos) para el controlo del jopo (*Orobanche* spp.) Cong. 1995 Soc. Española de Malherbologia: 369-372.
- García-Torres, L. & Fernández-Quintanilla, C. (1991). Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentatio & Ediciones Mundi-Prensa. 348 pp.

8 - Interferência das infestantes com as culturas

8.1 - Introdução

A interferência, como se esclarece adiante, engloba os efeitos da competição entre plantas e da alelopatia.

Como explanam Kropff e van Laar (1993), pelo importante papel numa larga gama de ecossistemas, a competição tem sido abordada em diferentes perspectivas.

Em Ecologia, os cientistas têm estudado a competição entre plantas para entender os padrões das sucessões de vegetação, a diversidade e a estabilidade das comunidades de plantas de modo a definir estratégias de manutenção dos ecossistemas semi-naturais, como é abordado na clássica obra de Harper (1977) e, em parte, da de Grace e Tilman (1990).

Harper, no seu livro de 1961, apresentou diversas questões de ordem biológica cuja resposta pode ser encontrada em problemas de interferência entre plantas^{*}:

1. Quais os factores que determinam a eficiência de utilização dos elementos disponíveis numa comunidade vegetal ? Quais os efeitos do aumento de densidade das plantas sobre a produção ?
2. De que modo são as populações reguladas? A interferência entre indivíduos regula o seu número? É essa auto-regulação um conceito matemático, uma característica controlada em laboratório, ou é uma parte dum processo regulador que ocorre na natureza ?
3. Qual o mecanismo da alteração da flora com o tempo ? Qual o papel da interferência entre as forças que orientam a sucessão ecológica ? Qual a natureza das forças exercidas pelos indivíduos, uns sobre os outros, de modo que umas espécies se sucedem sobrevivendo à custa de outras ?
4. Um facto importante relativo ao papel da interferência na sucessão ecológica é a maneira como as populações mistas estáveis existem na Natureza. Pode-se perguntar: quais as diferenças biológicas dos indivíduos de duas espécies que determinam que uma expulsa a outra ? Ou, quais as diferenças biológicas de duas espécies que lhes permitem permanecer em conjunto ?
5. Qual o papel da interferência entre plantas na determinação da sua abundância e distribuição ? Em que extensão é a distribuição ecológica e geográfica duma espécie determinada pela interferência doutras espécies, verificada nesse momento ? Ou foi influenciada pela interferência ocorrida no passado e que seleccionou as populações ?
6. Qual o papel da interferência entre plantas como um força de selecção natural ? Que parte representa, num programa de melhoramento, a interferência entre plantas ? Qual o significado do melhoramento no sentido da obtenção de indivíduos com maior capacidade competitiva ?
7. Qual o papel de interferência entre plantas na determinação da velocidade, natureza e extensão da especiação ?

Outros estudos de competição têm como objectivo maximizar a produção das consociações de culturas ("intercropping systems") escolhendo melhores épocas e densidades de sementeira, como abordou, entre nós, Matos Silva (1980).

A perspectiva, que seguidamente se procura abordar, é focada na diminuição dos efeitos das infestantes pela optimização das densidades das plantas cultivadas e no desenvolvimento dos sistemas de controlo de infestantes com a mínima utilização de herbicidas, para o que se aconselha, em especial, a consulta do trabalho de Kropff e van Laar (1993) e da revisão de Zimdahl (1980), em que se encontram bastantes elementos úteis, para além das publicações adiante citadas. Dito de outro modo, interessa-nos a resposta às seguintes questões postas, já em 1967, por Friesen:

- Qual a densidade de infestação que provoca redução na produção?
- Densidades idênticas têm efeitos idênticos em todas as culturas ?
- Em que estado(s) de desenvolvimento ocorre competição ?
- Qual a influência da fertilidade e humidade do solo ?

^{*} Extraído de notas preparadas por Leopoldina Rosa para Seminário de curso de Mestrado em Produção Vegetal, do ISA, não publicadas.

- Qual a importância de um atraso da sementeira (ou emergência da cultura) na determinação do grau de competição ?
- São idênticos os efeitos das infestantes de campo para campo, região para região e de país para país ?

8.2 – Definições

8.2 - Competição

Convém clarificar o conceito de competição, aliás simples.

Com base na citada obra de Kropff e van Laar, esclarece-se que a capacidade competitiva duma espécie tem sido vista em perspectivas diferentes: numa definição do tipo tendência de plantas vizinhas para utilizar os mesmos quantum de luz, iões ou nutrientes minerais, moléculas de água, ou volume e espaço, a competição é determinada como a *capacidade para, rapidamente; capturar e explorar os recursos* mas surge outra definição, “*the utilization of shared resources in short supply by two or more species*, em que a capacidade competitiva duma espécie aparece determinada pelo seu recurso mínimo requerido, denominado R^* .

Estas duas abordagens podem considerar-se complementares: se o habitat é relativamente fértil, como ocorre normalmente na agricultura, a capacidade competitiva duma espécie é determinada pela sua capacidade de captura de recursos, e em condições de baixa fertilidade está relacionada com a capacidade da espécie para tolerar baixas disponibilidades de recursos.

Compreensivelmente, a competição nos sistemas agrícolas entende-se como os processos de captura e utilização dos recursos compartilhados pela cultura e infestantes associadas.

8.2.2 - Alelopatia

A acção prejudicial de uma planta sobre outra mediante compostos químicos tem merecido a atenção de numerosos cientistas pela sua importância na Ecologia e, muito possivelmente, com aplicações crescentes em Agronomia.

Em 1937, Molish (cit. Rice, 1974) para designar aquela acção, sugeriu o termo alelopatia ("Allelopathie"), adoptado por diversos investigadores que se debruçaram sobre as toxinas vegetais e consagrado por Rice que o escolheu para título do seu notável livro, cuja primeira edição foi publicada em 1974, embora tenham sido usados outros termos. Este autor definiu alelopatia como qualquer efeito, causado por uma planta, incluindo micorganismos, que directa ou indirectamente é prejudicial a outra planta, através de compostos químicos lançados no ambiente.

Este conceito distingue-se, com nitidez, do de competição que, como referido acima, envolve a remoção, ou redução, por uma planta, de factor(es) necessário(s) para outra planta, vegetando no mesmo habitat, como a água, substâncias minerais ou a luz.

Nem todas as substâncias libertadas pelas plantas são inibidoras para as plantas vizinhas e, ao contrário, nalguns casos têm efeitos de estímulo; certos metabolitos podem, ainda, provocar diferentemente reacções de estímulo ou de inibição, dependendo da sua concentração ou de outros factores (Tukey, 1969). Whittaker (1970) sugeriu o termo aleloquímicos para os compostos químicos de uma planta que influenciam outra, não se

especificando a natureza de reacção. Para Whittaker & Feeny (1971), no conjunto de interacções denominadas aleloquímicas intervêm os compostos químicos através dos quais organismos de uma espécie afectam o crescimento, estado sanitário, comportamento ou a biologia da população de organismos de uma outra espécie, excluindo substâncias usadas apenas como alimentos pela segunda espécie.

Alguns termos referentes a compostos alelopáticos, de acordo com o tipo de planta inibidora ou inibida, propostos por Gummer em 1959 (cit. Rice, 1974), têm utilização pelo que se mencionam:

antibiótico - substância inibidora produzida por um microrganismo, actuante sobre outro microrganismo;

fitoncida - substância inibidora libertada por uma planta superior que prejudica um microrganismo;

marasmina - substância produzida por um microrganismo prejudicial a plantas superiores;

colina - substância inibidora de uma planta superior que actua sobre outra planta

Todavia, chama-se à atenção, de acordo com Rice (1974), para o facto de algumas substâncias consideradas como antibióticos e outras como fitoncidas actuarem sobre plantas superiores e de colinas e marasminas inibirem o crescimento de microrganismos.*

A influência, em seres vivos, de substâncias químicas produzidas por outros não se confina, naturalmente, ao mundo vegetal, mas é extensivo aos animais. A obra de Sondheimer & Simeone (1970) constitui um marco no estudo das interacções entre seres vivos, de ataque ou de defesa e de modificações de comportamento, envolvendo agentes químicos - a ecologia química. Nesta, refira-se, ainda, o modo de interferência duma planta sobre outra através dum terceiro organismo, animal, para o que foi proposto o termo alelomediação. Szczepanski (1977) juntou a alelomediação como outra causa de interferência, nela incluindo efeitos no ambiente físico ou biológico que resultem em desenvolvimento de condições adversas para as plantas vizinhas.

Na revisão de Moreira (1979), resumem-se conhecimentos sobre a natureza química e os modos de acção das substâncias alelopáticas, para melhor se compreender a provável influência dos fenómenos alelopáticos na agricultura, sobre que, aí, se apresentam algumas possibilidades de aplicação prática da alelopatia nas técnicas culturais. Também em Dias & Moreira (1988) se apresentam numerosos exemplos de efeitos alelopáticos entre plantas hortícolas e infestantes e de algumas utilizações da alelopatia. Alguns aspectos relacionados com a aplicação da alelopatia no combate às infestantes são retomados na Parte IV destes apontamentos.

8.2.3 - Interferência ou concorrência

Na prática não é fácil distinguir que parcela do efeito nocivo duma planta sobre outra cabe à alelopatia ou à competição. Para contornar esta dificuldade, Muller (1969) apresentou a sugestão do termo "interference" - interferência - para referir o conjunto de todos os efeitos deletérios de uma planta sobre outra, englobando assim os alelopáticos e os competitivos. Este termo tem sido largamente adoptado na literatura herbológica em língua inglesa, embora

* Ainda sobre os vários tipos de substâncias alelopáticas, deve referir-se o termo fitoalexinas que designa os produtos que se formam ou se activam nos tecidos das plantas quando um parasita entra em contacto com as células hospedeiras, tendo acção inibidora sobre o crescimento do agente patogénico. As fitoalexinas cabem, pois, na designação de fitoncidas.

na francófona seja usada a designação "concurrence" - concorrência - com o mesmo significado.

8.2.4 - Conceitos, sobre prejuízos, em Protecção Integrada

Os conceitos introduzidos em Protecção Integrada, inicialmente propostos para pragas e patogénios, como os de nível de tolerância, nível económico de ataque, nível prejudicial de ataque, definidos por Amaro e Bagioloni (1982)* têm vindo a ser adaptados em Herbologia.

Em Portugal, diversos estudos têm sido feitos para determinação dos níveis de prejuízos causados pela concorrência de infestantes nalgumas culturas. São pioneiros os ensaios, em vasos, de competição entre o trigo e o *Lolium rigidum* efectuados por Borges (1976) e, com maior expressssão, os vários ensaios de campo na cultura do trigo norte-alentejano infestada de balanço desenvolvidos por Dordio *et al.* (1980) e Madeira *et al.* (1984) e um ensaio da competição da *Phalaris minor*, também, com trigo (Godinho & Costa, 1980). Godinho (1993) e Godinho e Jansen (1987) efectuaram vários ensaios sobre a concorrência de *Cyperus* spp. no milho e batateira. Jansen e Jansen (1987) retomam a análise dos prejuízos causados pelas infestantes nos cereais praganosos, mas são um pouco cépticos no interesse prático de determinar os níveis económicos: "Níveis económicos de ataque em Portugal parecem ser interessantes e aplicáveis para as culturas em que se aplicam herbicidas em proporções dignas de menção. Todavia, nalguns casos não se justifica a sua determinação, como ocorre em densidades elevadas valendo sempre a pena o seu combate. Também, em caso de baixo custo dos meios de luta, pelo que se dispense para o levantamento e pelo risco na aplicação de um nível económico de ataque, não é aconselhável, do ponto de vista económico, a determinação dos níveis económicos de ataque;..." Mas ressalva que "...contudo entrando em linha de conta com os factores ecológicos, a perspectiva poderá ser diferente." e acrescenta que "Os ensaios de Dordio *et al.* (1980) e Madeira *et al.* (1984), efectuados em cereais do Alentejo, poderiam ser prosseguidos com maior intensidade com inclusão de espécies dicotiledóneas e do grau de recobrimento, e duma comparação das diferentes variedades e graus de adubação em função da prática corrente da região".

Ensaio de campo para avaliação da rendabilidade de herbicidas em trigo, que permitem algum conhecimento dos prejuízos causados por infestantes, foram realizados no Alentejo (Pais, 1986) e Queluz (Pais *et al.*, 1987).

Mais recentemente, têm-se efectuado ensaios para a determinação de níveis de ataque de *Solanum nigrum* em tomate para a indústria (Bento *et al.*, 1987, Portugal-e-V.-Fernandes, 1994, Portugal *et al.*, 1995) cujo estudo continua em curso.

Aquelas noções de níveis de prejuízos, e métodos para a sua determinação em Herbologia, foram revistos por Mexia (1984-85), Aguiar (1992) e Mexia *et al.* (1994), tendo por base os trabalhos consagrados de Amaro & Bagiolini (1982), Caussanel (1989), Auld *et*

* **Nível prejudicial de ataque** (*seuil de dégâts économiques; economic injury level*) - a mais baixa intensidade de ataque da população do inimigo da cultura que já causará prejuízos de importância económica;

Nível económico de ataque (*seuil d'intervention; economic threshold*) - intensidade de ataque de um inimigo da cultura a que se devem aplicar medidas limitativas ou de combate para impedir que na cultura ocorra o risco de prejuízos superiores ao custo das medidas de luta a adoptar, acrescidos dos efeitos indesejáveis que estas últimas possam provocar.

Nível de tolerância (*seuil de tolerance*) - conceito aplicável ao nível económico de ataque e ao nível prejudicial de ataque no sentido em que se tolera a presença de inimigos das culturas até um nível economicamente suportável.

al. (1987), Cousens (1987, 1988), Cussans *et al.*: (1986), entre outros, de que se adaptam as definições** seguintes:

- . **nível, ou limiar*, de competição** (*competition threshold*) - densidade mínima de infestação a partir do qual se começa a verificar competição e prejuízo;
- . **NCA - nível crítico de ataque** ou **nível estatístico de prejuízo** (*statistical threshold; biological threshold*) - nível de infestação a partir do qual o prejuízo é significativo em testes de inferência;
- . **NPA - nível prejudicial de ataque** (*economical threshold; damage threshold, seuil économique de nuisibilité*) - densidade de infestação a partir da qual os custos da aplicação de herbicidas (ou outro meio de combate) se tornam inferiores aos prejuízos causados pelas infestantes;
- . **NEA - nível económico de ataque** (*predictive threshold, action threshold, seuil d'intervention*) - intensidade de infestação a partir da qual se deve aplicar medidas limitativas ou de combate para impedir que a cultura sofra o risco de prejuízos superiores ao custo das medidas de luta a adoptar, ou seja, para impedir que se atinja o NPA.
- . **NPPA - nível prejudicial pluriannual de ataque** (*economical optimum threshold; seuil économique pluriannuel de nuisibilité*) - densidade a partir da qual as infestantes se devem combater de modo a maximizar os rendimentos ao longo de um determinado número de anos.
- . **NT - nível de tolerância** - aplicável aos NPA e NEA no sentido em que se tolera a infestação até um nível economicamente suportável.
- . **NSA - nível de segurança de ataque** (*safety threshold; seuil économique de sécurité*) - calculado por multiplicação dum coeficiente ao NPA, tomando em consideração o risco de um mau combate ou redução accidental do rendimento da cultura.
- . **nível visual de ataque** (*subjective visual threshold, visual threshold*) - corresponde à percepção dos prejuízos pelo agricultor.

O conceito de limiar de competição não tem fundamento teórico pelo que a sua utilização é desaconselhável, e o nível estatístico de prejuízo não tem interesse prático. O NPA é, por definição o nível de prejuízo mais fácil de determinar e aquele a que os outros se têm de reportar. No caso das infestantes o NPA e o NEA podem ser considerados como sinónimos, na maioria das situações, porque o tempo que demora uma geração é muito superior ao tempo necessário para tomar uma decisão de tratar ou não e da oportunidade de tratamento; poder-se-ia admitir a utilização de um NEA se a decisão de aplicar fosse de algum modo baseada nas populações de infestantes do ano anterior (Mexia *et al.*, 1994).

O NPA pode não ter directamente grande interesse prático porque o nível de infestação que admite é normalmente inaceitável pelos agricultores e o seu uso implicar grandes riscos. A maioria dos níveis de prejuízo publicados na bibliografia resultam de uma redução arbitrária dos NPA com um coeficiente de segurança, pelo que se confundem com o conceito de nível de segurança de ataque (Aguiar *et al.*, 1994; Mexia *et al.*, 1994).

8.3 – Métodos para quantificar a interferência entre plantas

8.3.1 - Efeito da densidade de infestantes

Em primeiro lugar, exemplifica-se, na figura 1, a resposta da produção duma cultura em função da densidade duma infestante, ou seja, em situação de concorrência bi-específica.

Como os dois casos escolhidos demonstram bem, é muito variável a capacidade competitiva das espécies cultivadas e infestantes; nestes ensaios a densidade da espécie cultivada manteve-se inalterada, denominando-se aditivos.

** Embora a palavra ataque, aplicada a infestantes, não pareça muito ajustada, conserva-se a sua utilização para melhor ligação como os termos adoptados, entre nós, em Protecção Integrada, inclusive em trabalhos de Herbologia já divulgados. Seria possivelmente preferível dizer "nível ... de infestação" ou "nível ... de infestantes".

"Threshold" e "seuil" podem ser traduzidos por limiar mas, como também decidiram Jansen & Jansen (1987), não há vantagem de maior em propô-lo dada a utilização do termo nível, consagrado desde a publicação de Amaro & Bagioloni (1982).

Basicamente, em ensaios de interferência há que decidir por este tipo aditivo ou por ensaios de substituição, em que a densidade das plantas nos talhões se mantem constante, variando pois a proporção das espécies em associação. Aqueles aproximam-se mais das situações de infestações, interessando às estimativas de prejuízos, e estes a estudos das relações interespecíficas de plantas cultivadas (consociações) ou entre infestantes e culturas.

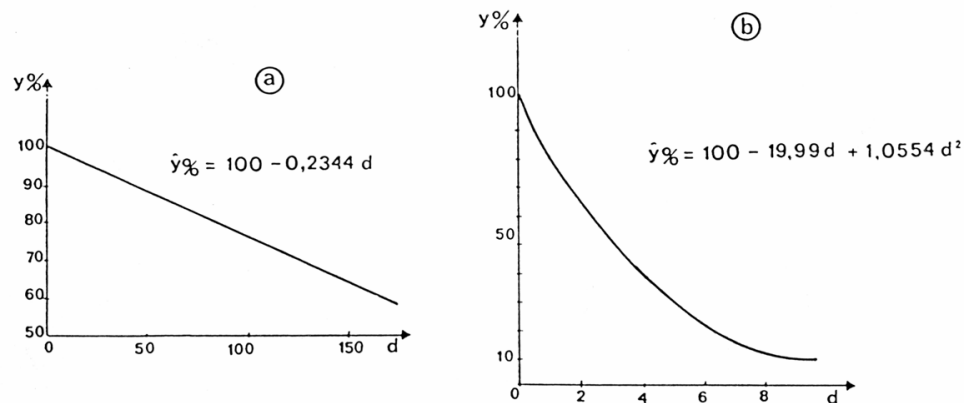


Fig. 1 - Exemplos de relações entre o rendimento duma cultura e a densidade duma infestante (Caussanel *et al.*, 1986): **a** - diminuição do rendimento do trigo de inverno em presença do *Lolium multiflorum*; **b** - diminuição do rendimento de tomate de sementeira directa em presença de *Solanum nigrum*.

y% = percentagem do rendimento obtido em presença da infestante em relação ao da testemunha (=100); d = número de plantas infestantes por m².

(Extraído de Caussanel, 1989)

Cousens (1991) apresentou uma análise destes delineamentos, lembrando que nos aditivos, que considerou ter objectivos agrónómicos, o resultado, dependente da densidade da cultura escolhida, confunde o efeito da densidade total e da proporção das espécies comparadas, e não permite separar efeitos intra- e interespecíficos. Podem usar-se séries da densidade da infestante aritméticas, apenas densidades baixas, ou geométricas. Nas séries de substituição, com objectivos ecológicos, em que só varia a proporção das espécies e não a densidade, também não se separam os efeitos intra- e interespecíficos e os resultados são igualmente dependentes da densidade escolhida e não podem ser usados para prever dinâmica das populações; permite o conhecimento de qual das duas espécies é mais competitiva. Para conjugar as possibilidades dos dois tipo de séries, o autor sugere a combinação de séries aditivas em diferentes densidades totais, num delineamento factorial, ou a combinação de várias séries de substituição numa gama de densidades totais (Fig. 2).

Para a obtenção das densidades de infestante(s) delineadas nos ensaios pode ser conseguida por sementeiras ou transplantação e por desbastes de infestações naturais, por monda manual ou aplicação de diferentes doses de herbicidas. Para a discussão das vantagens e inconvenientes destes processos, bem como dos diferentes tipos de estudos e ensaios para avaliação de prejuízos sugere-se a consulta dos trabalhos de Caussanel (1979) e de Mexia (1984/85).

A avaliação dos prejuízos pode, também, ser tentada pela observação, em número considerável de ensaios de herbicidas, da produção relativa de talhões testemunha, não mondados, em que se tenham estimado os graus de infestação por área, e dos talhões de modalidades de aplicação de herbicidas. A comparação da produção de numerosos campos, num zona relativamente homogénea, em que se tenham marcado talhões testemunha mondados permite também uma estimativa de prejuízos causados por infestantes, facilitada se houver uma infestante dominante.

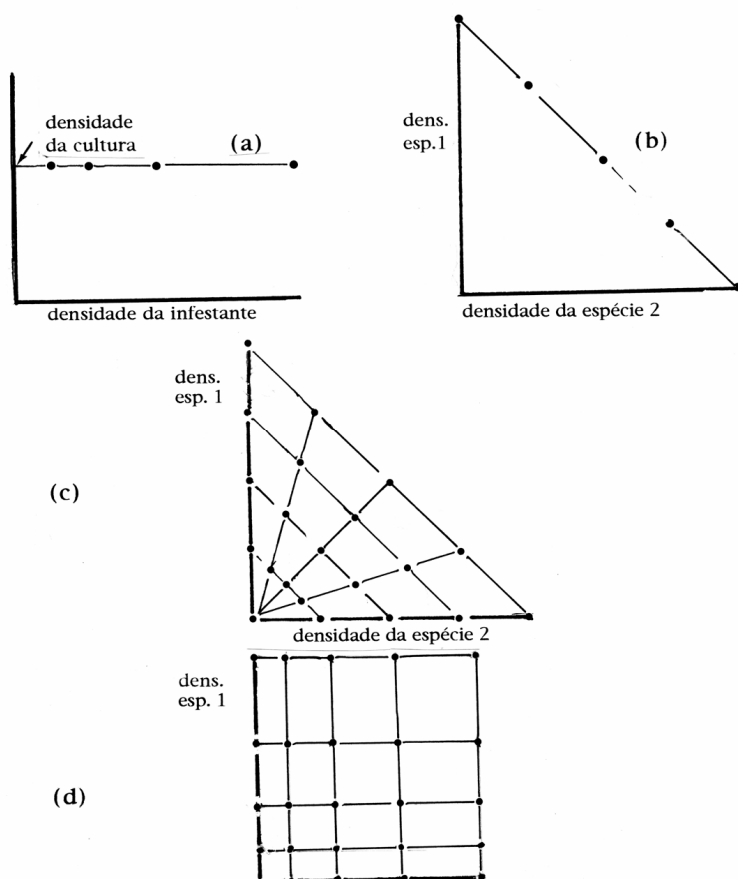


Fig. 2 - Delineamentos de ensaios de competição:

a - série, geométrica, aditiva; **b** - série de substituição; **c** - combinação de várias séries de substituição numa gama de densidades totais; **d** - combinação de séries aditivas em diferentes densidades totais.

(Adaptado de Cousens, 1991)

8.3.2 - Período crítico de infestação

"Evidence is now available for several cultivated plants that the plots only need to be weedfree during a very limited number of weeks each season"
(Extraído de Aeschlimann, 1991)

A afirmação acima transcrita evidencia que, em muitas culturas, a concorrência das infestantes que afecta marcadamente a produção só se exerce durante um período crítico, em geral bastante curto relativamente ao ciclo vegetativo das plantas cultivadas.

As emergências e o desenvolvimento das infestantes, dependentes de factores intrínsecos e ambientais, são muito variáveis. Por outro lado, como se disse, a sensibilidade das plantas cultivadas à concorrência com as infestantes não é constante ao longo do seu ciclo de vida. O conhecimento do período crítico das infestantes, definido como o período durante o qual a presença das infestantes provoca uma perda de rendimento mensurável (Caussanel, 1989), é fundamental para a melhor decisão sobre a altura a aplicar os processos de combate das infestantes. A determinação dos períodos críticos de infestação, em adição ao uso de níveis económicos de prejuízos realísticos, poderia contribuir para reduzir consideravelmente o número de aplicações de herbicidas por ano (Aeschlimann, 1991).

O período crítico está certamente dependente da evolução dos meristemas vegetativos para reprodutivos (masculinos e femininos), sendo a relação desta evolução com os estados fenológicos variável com as culturas e eventualmente diversos factores culturais. Retoma-se este tema nos capítulos dedicados á gestão das infestantes de diversas culturas.

A metodologia para o estudo do período crítico foi primeiramente desenvolvida por Nieto *et al.* (1968) e retomada, entre outros autores, por Dawson (1986), consistindo na montagem de duas séries complementares de modalidades: na primeira, deixam-se desenvolver as infestantes durante períodos progressivamente mais longos, após o que se eliminam, mecanicamente ou com herbicidas, até final da cultura, permitindo conhecer a partir de que estado de desenvolvimento da cultura se acentuam os efeitos da interferências com as infestantes (tempo de interferência precoce); na segunda série a cultura é mantida livre de infestantes até determinados períodos, após o que se permite o crescimento das infestantes, avaliando-se a altura a partir da qual a influência das infestantes não aumenta os prejuízos (tempo de interferência tardia). Talhões testemunha com a cultura livre de infestantes durante todo o ciclo é, evidentemente essencial, havendo, também, uma modalidade testemunha em que se mantêm as infestantes durante todo o tempo. Naturalmente, o período crítico de infestação corresponde ao tempo que medeia entre aqueles dois tempos referentes à interferência precoce e tardia, como se mostra na figura 3. Estes esquemas são, naturalmente, mais perfeitos mas muito mais trabalhosos.

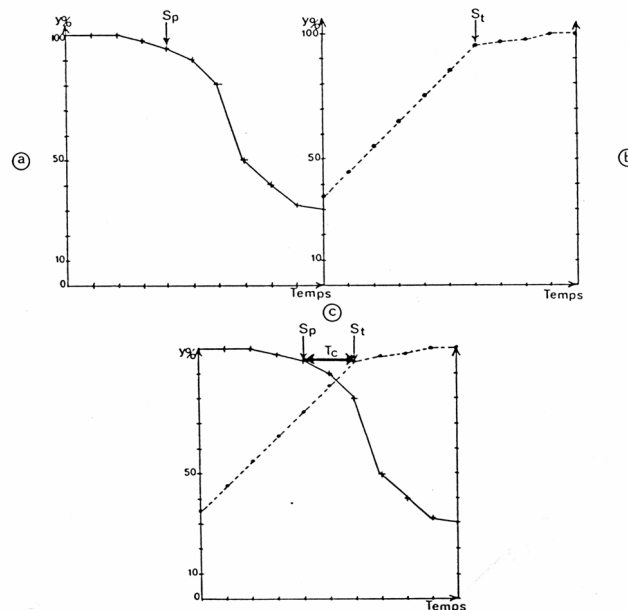


Fig. 3 - Determinação do período crítico, de acordo com Nieto *et al.* (1968) e Dawson (1986). **a** - relação entre o rendimento, em % do da testemunha não infestada, e a duração da infestação, expresssa em tempo. **Sp** ("seuil de concurrence précoce") - tempo de interferência precoce. **b** - relação entre o rendimento e a duração da monda, expressa em tempo. **St** ("seuil de concurrence tardive") - tempo de interferência tardia. **Tc** - período crítico.

(Extraído de Caussanel, 1989)

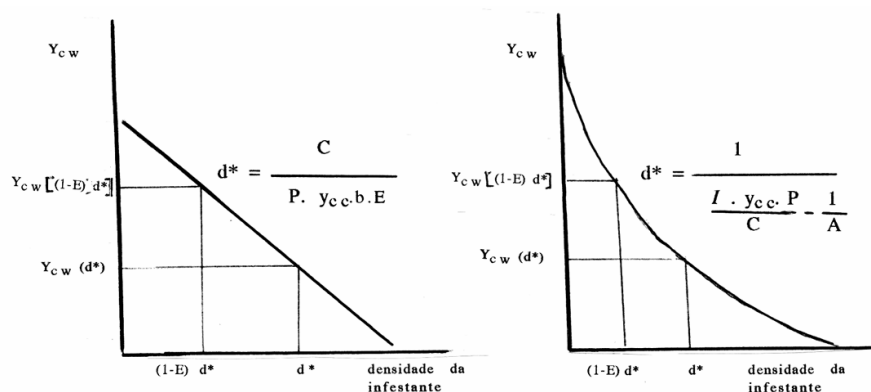


Fig. 4 - Equações linear e hiperbólica de prejuízos
(Adaptado de Cousens, 1991)

8.4 – Determinação de níveis de prejuízos

O prejuízo causado pelas infestantes numa cultura pode ser expresso em percentagem da produção ou em relação com a unidade de acordo com a equação adiante apresentada.

Com base nos resultados dos ensaios de avaliação do efeito depressivo da produção causado por diferentes densidades de infestação têm-se aplicado modelos para a determinação dos níveis de prejuízos anteriormente definidos, sobre que se apresentam alguns exemplos e notas. Para aprofundamento deste assunto, remete-se o leitor para a bibliografia já citada e, também para os trabalhos de Hakansson (1986,1988).

Dois tipos de modelos têm sido seguidos para a avaliação dos prejuízos: os empíricos, descritivos ou de regressão, assim chamados por se basearem em técnicas de regressão, geralmente, com base na produção da cultura sujeita a diferentes densidades da infestante; os denominados explanatórios em que se procuram aplicar índices fisiológicos.

8.4.1 - Modelos de regressão

Nestes modelos, o primeiro passo para o cálculo dos prejuízos consiste na determinação da função de competição, ou interferência, para o que têm sido propostos vários modelos para descrever as produções em ensaios aditivos, desde o linear, o mais simples, ao hiperbólico, passando pelos quadrático, raiz quadrada e exponencial.

De acordo com Cousens (1991), a equação linear só é apropriada para densidades baixas, a quadrática não tem um "turning point" biologicamente plausível, a equação de raiz quadrada em densidades muito altas ou baixas não é biologicamente verosímil e a sigmoidal mostra falta sistemática de ajustamento em densidades baixas. O autor chama a atenção para que não deve ser teste suficiente para a escolha da equação um valor de r^2 elevado.

Como Mexia (1984/85) e Portugal *et al.* (1995) também lembram, o modelo hiperbólico estudado por Cousens (1985) tem sido considerado o que melhor se ajusta.

Sendo a redução de produção (y), ou prejuízo, dada por

$$y = 1 - \frac{y_{cw}}{y_{cc}}$$

em que y_{cc} e y_{cw} são, respectivamente, a produção da cultura sem e com a presença de infestantes,

o prejuízo, em resultado das densidades de infestação (d_i) será, respectivamente, na função linear ou hiperbólica

$$y = a + b \cdot d_i \qquad y = \frac{I \cdot d_i}{1 + \frac{I \cdot d_i}{A}}$$

A densidade de infestantes (d^*) correspondente ao nível prejudicial de ataque, NPA, será função da produção potencial paga ao agricultor (P), o preço unitário da produção (p), o custo dos meios de luta (C), somatório do custo do herbicida e da sua aplicação, no caso da luta química, e a eficácia da luta (E) calculada pela fórmula

$$E = 1 - \frac{\text{densidade das infestantes após o combate}}{\text{densidade das infestantes antes do combate}}$$

- NPA, respectivamente, nos modelos linear e hiperbólico, como está deduzido em Portugal (1994), será

$$d^* = \frac{C}{b \cdot E \cdot P \cdot p} \qquad d^* = \frac{A \cdot C}{I (A \cdot E \cdot P \cdot p - C)}$$

Na figura 4 representam-se as respectivas “curvas”; como salienta Cousens (1991), o parâmetro I , valor de declive na origem, indica o prejuízo por planta infestante à medida que a densidade se aproxima de zero e corresponde à medida de competitividade da espécie infestante a baixas densidades; o valor de A é o prejuízo máximo causado pelas infestantes nas condições ambientais em que se delineou o ensaio e corresponde à medida de competitividade da espécie infestante a elevadas densidades.

O modelo linear, embora usado por alguns autores como Madeira *et al.* (1984), como acima se referiu, apresenta problemas em situações de elevadas densidades, pois nestes casos as perdas de produção tendem para infinito, o que evidentemente não é real e quando aplicado em situações de densidades baixas existe o risco de sobrevalorização do efeito da interferência (Cousens, 1985, Mexia, 1984/85).

No capítulo dedicado à gestão das infestantes em cereais, apresenta-se a aplicação comparada de modelos linear e hiperbólicos efectuada por Aguiar *et al.* (1994), com base nos ensaios realizados por aqueles autores acima referidos em trigo no Alentejo.

A área de influência da planta infestante sobre a cultivada tem também merecido atenção por parte de vários investigadores, referindo-se, para exemplo, o artigo de Cousens & O’Neil (1993)

8.4.2 - Modelos explanatórios

Os modelos denominados explanatórios ou mecanicistas permitem melhores níveis de explicação para os fenómenos de competição, o que se deve ao facto de assentarem nos processos fisiológicos que estão na base da competição. Embora a aplicação destes modelos tenham limitação prática, por exigirem elevados meios materiais na experimentação para obtenção dos dados necessários (Kropff & van Laar, 1993), tem-se desenvolvido investigação conducente à sua futura utilização

De facto, vários estudos mostraram que o parâmetro área foliar relativa

$$\frac{\text{área foliar da infestante}}{\text{área foliar da infestante} + \text{a. f. cultura}}$$

é mais fiável do que as medidas de densidade das infestantes para a previsão do efeito competitivo.

O desenvolvimento dos modelos ecofisiológicos é explicado, por exemplo, por Kropff & Lotz (1992) e Kropff *et al.* (1992) que evidenciaram, ainda, as relações, na interferência das infestantes com a cultura, da sua área foliar com a densidade e o tempo relativo da emergência e da cultura e a densidade da infestação.

A partir do já bem testado modelo hiperbólico da densidade, atrás referido, encontrou-se um modelo empírico simples (Kropff & Spitters, 1991) para relacionar a predição dos prejuízos da cultura pela competição das infestantes (YL) com a área foliar relativa das infestantes (L_w , acima definida) pouco depois da emergência da cultura, usando um coeficiente relativo de prejuízo ("relative damage coefficient") q :

$$YL = \frac{q L_w}{1 + (q-1) L_w}$$

Como o modelo deriva matematicamente da relação hiperbólica de produção, acautela os efeitos de densidade das infestantes. Foi demonstrado teórica e praticamente que o modelo salvaguarda o efeito de diferentes períodos entre a emergência das infestantes e da cultura (Kropff & Lotz, 1992). Um programa experimental foi iniciado para esclarecer as variações do coeficiente q entre diferentes locais e datas de medição de L_w e para desenvolver métodos de avaliação da L_w acessíveis aos agricultores (Lotz, 1993).

O emprego da área foliar apresenta inconvenientes práticos pelo que se têm procurado metodologias de estimativa da cobertura das infestantes mais simples sem perder a fiabilidade. Por exemplo, Vita & Fernandez-Quintanilla (1995) referem métodos baseados em técnicas fotográficas, de reflectância de infravermelhos, de vídeo e de contacto óptico, e compararam as relações entre a perda de rendimento numa cultura de trigo causada por vários graus de cobertura da infestante *Sinapis alba* avaliadas visualmente, com a aplicação de um medidor de área foliar e um medidor óptico e por análise de fotografias.

O sucesso na procura de métodos com facilidade de aplicação para a avaliação das infestações é, pois, bastante previsível.

Para uma melhor formação sobre a modelação das interacções entre a cultura e as infestantes com base em modelos ecofisiológicos, sugere-se a consulta do livro de Kropff & van Laar (1993).

8.4.3 - Conjugação de densidade e período de infestação

Economic periods threshold could also be calculated, indicating the length of time that a crop could tolerate weed competition before yield loss exceeded the cost of control.

(Extraído de Weaver *et al.*, 1993)

Já anteriormente se referiu a marcada influência conjugada da densidade das infestantes e do período de competição nos prejuízos na cultura.

Embora não tenha sido muito corrente, podem-se efectuar ensaios para o estudo conjugado dos prejuízos causados por densidades de infestantes em diferentes períodos de concorrência, como tentou, por exemplo, Portugal-e-V.-Fernandes (1994).

Neste trabalho e em Portugal *et al.* (1995) encontram-se a fundamentação e a aplicação de modelo múltiplo de competição que permite, nas condições ensaiadas, obter a variação do nível de tolerância entrando em linha de conta, simultaneamente, com a densidade duma infestante, a erva-moira, e o período de competição com o tomate, que a figura 5 exemplifica.

Weaver *et al.* (1993) compararam os resultados dum modelo de simulação com os dados independentes obtidos no campo do período crítico de infestação em tomate e beterraba sacarina e utilizaram o modelo para avaliar a influência da densidade de infestação, altura das infestantes e condições atmosféricas no período crítico. As simulações sugeriram que quanto maior é a densidade mais curto é o período que a cultura pode tolerar a competição no início da estação e maior o período de tempo em que a cultura deve estar livre de infestantes para se evitarem prejuízos na produção. Os resultados acima referidos dos ensaios de competição da erva-moira com o tomate estão conformes com estas previsões. As simulações sugeriram, também, que a duração de tempo que a cultura suporta a competição temporã está mais relacionada com a capacidade do solo para a retenção da água, ou possivelmente dos nutrientes essenciais, do que com as limitações da luz.

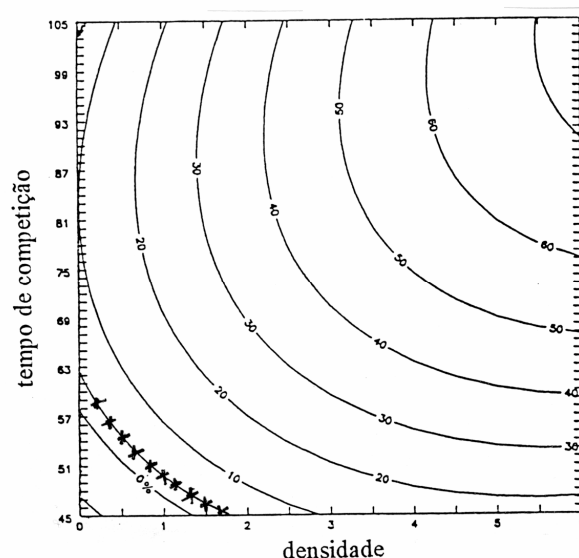


Fig. 5 - Níveis de tolerância (x x x x x x) em função de densidade e do tempo de competição da erva-moira na cultura do tomate para a indústria.

(Extraído de Portugal-e-V.-Fernandes, 1994)

8.4.4 - Nível prejudicial de ataque anual

A figura 6 tipifica o cálculo do nível prejudicial de ataque, que como se disse se confunde com o nível económico de ataque no combate às infestantes, admitindo que o tratamento contra as infestantes é totalmente eficaz e, na figura 7, quando há alguma incerteza acerca do valor da função do aumento de produção com o combate às infestantes. Neste exemplo, se a densidade de infestação é inferior a W_L não mereceria a pena efectuar o tratamento e acima de W_U assegurar-se-ia o NPA. Entre os dois valores há um certo grau de incerteza.

Na figura 8 evidencia-se a influência do valor unitário da produção no NPA, que se reduziria de cerca de 7 plantas de balanço por m^2 para 3-4, com um aumento de 50% do preço do trigo.

Não é demais insistir para que só se devem tomar os valores, que se encontrem na bibliografia nacional ou estrangeira, sobre de prejuízos de determinadas infestantes e culturas como meramente indicativos, pois variam com numerosos factores, condições climáticas, solo e fertilização, variedades culturais, etc.. Por outro lado e não menos importante, os valores indicados obtiveram-se, normalmente, em ensaios exclusivamente com a espécie cultivada e uma só espécie infestante, ou, pelo menos dominante; não se entrou, pois, em linha de conta com a interacção competitiva entre as diferentes infestantes que podem modificar profundamente os NP.

A dificuldade de ensaios e a variabilidade de resultados com mais do que uma infestante é bem demonstrada nos estudos de Hakansson (1988). Os riscos de conclusões erróneas por má interpretação de resultados têm sido alertados em vários trabalhos, como, por exemplo de Cousens & Marshall (1987).

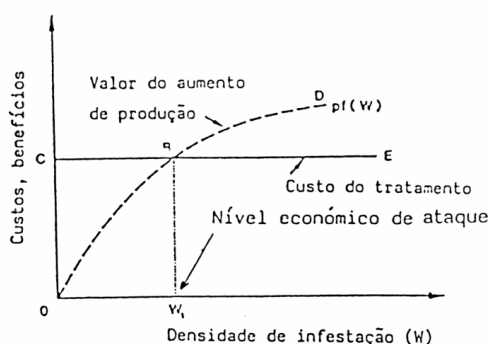


Fig. 6 - Nível prejudicial de ataque

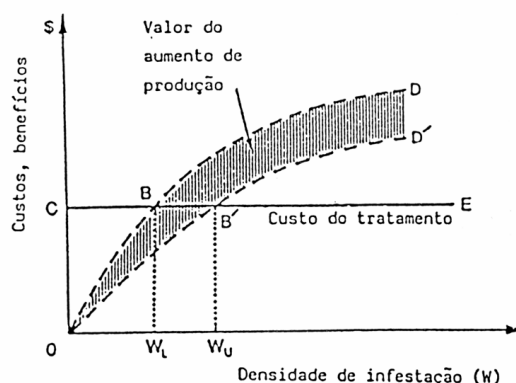


Fig. 7 - Variação do NPA (W_L a W_U) quando há incerteza acerca do valor do aumento de produção.

(Extraídas de Pais, 1986, com base em Auld *et al.*, 1987)

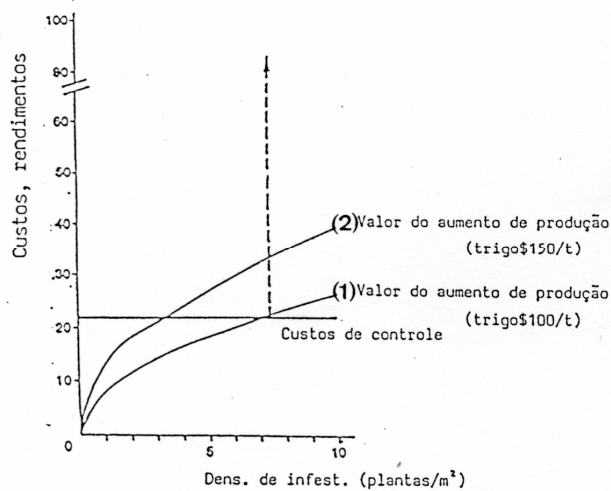


Fig. 8 - Exemplos da aplicação de modelos de NEA para dois valores unitários da produção. (Extraído de Pais, 1986, com base em Auld *et al.*, 1987)

8.4.5 - Nível de prejuízos plurianual

"Quite clearly the single year economic threshold does not make economic sense as a management rule in the longer term."
(Extraído de Cousens, 1986)

Os cálculos do NPA atrás mencionados referem-se aos prejuízos causados num determinado ano. Caussanel (1989) lembra que o nível prejudicial de ataque plurianual ("seuil économique pluriannuel de nuisibilité") faz intervir os riscos de nocividade potencial das infestantes, devido à flora potencial (banco de sementes) da parcela cultivada ("seuil économique parcellaire de nuisibilité") e da exploração ("seuil économique global de nuisibilité").

De facto, num certo ano em que não se efectue o combate porque a infestação não atingiu o NPA, vai aumentar o banco de sementes. Como afirma aquele autor, "Il devient difficile sur plusieurs années de raisonner le désherbage en fonction de la seule densité adventice, alors que la principale crainte est de voir le niveau d'infestation adventice s'accroître avec le temps".

A modelação do ciclo biológico da infestante conseguida depois de vários anos de estudo seria necessária para uma determinação válida dos níveis plurianuais de prejuízos.

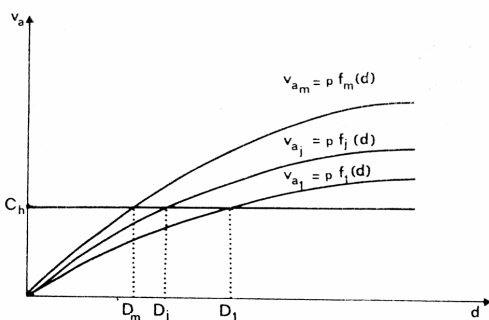


Fig. 9 - Níveis económicos plurianuais de ataque ("seuil optimal", adaptado de Cousens *et al.*, 1986, Auld *et al.*, 1987). Seja $v_{a1} = pf_1(d)$ a relação económica que liga para o ano 1 o valor acrescentado ao produto colhido resultante da eliminação das infestantes (v_a) e a densidade adventícia d . Seja D_1 o nível económico anual de ataque para o ano 1. Quando a pressão da munda reduz a densidade adventícia depois de j anos, o valor acrescentado aumentou em função da densidade e o nível de ataque para o ano j é obtido para uma densidade D_j inferior a D_1 . O nível plurianual D_m alcançado depois de m anos é, portanto, inferior ao nível económico anual de partida.

Como a monda da espécie reduz a sua abundância nos anos seguintes, o NPA, anual, tende a decrescer sob a pressão duma monda racional, depois dum certo de número de anos, dependente do potencial de sementes no solo inicial.

A figura 9 documenta algumas das considerações acima resumidas.

Refere-se, ainda, um exemplo de estudo de NPPA, com base nos modelos de população de *Avena fatua*, na monocultura do trigo, em Inglaterra, para um período de 10 anos (Cousens, 1986). Enquanto que o NPA para esta infestante se situa entre 8-12 plantas/m², o NPPA desceu para 2-3.

8.5 - Prejuízos em infestações mistas

"As crops are normally infested by mixed weed populations, a pre-requisite to improve the threshold concept is the prediction of yield losses caused by mixed infestations, quantifying the competitive effect of the group of weeds present."
(Extraído de Zanin *et al.*, 1993)

O conceito de níveis de prejuízos para uma única espécie, que se tem vindo a considerar, é válido somente para infestantes que requerem tratamentos específicos como os balancos (Zanin *et al.*, 1993) ou sejam dominantes.

Diversas abordagens têm sido propostas para quantificar os efeitos competitivos dum grupo de infestantes presentes numa cultura, como a determinação de "standard weed units" (Aarts & Viser, 1985), "crop equivalent ratios" (Wilson, 1986), "unit production ratios" (Hakansson, 1988) e "weed units" (Black & Dyson, 1993) e modelos de decisão, como, por exemplo, por Coble & Mortensen (1992) e Black & Dyson (1993).

8.5.1 - Razão "equivalente da cultura"

Pela sua relativa simplicidade refere-se o método expedito para a avaliação de prejuízos proposto por Wilson (1986), da determinação da razão equivalente da cultura ("crop equivalent ratios"), simples relação entre os pesos das plantas cultivada e infestante:

$$\text{razão equivalente da cultura (r.e.c.)} = \frac{\text{peso seco médio de uma planta infestante}}{\text{peso seco médio de uma planta cultivada}}$$

Estes valores de peso da infestante são determinados, durante a estação de crescimento, em situação de predominar uma única espécie, a densidades muito baixas (Wilson, 1986).

Para considerar o efeito da densidade das infestantes (d_w) calculam-se os equivalentes da cultura, para cada espécie infestante, referenciados à área de 1 m²:

$$\text{equivalente da cultura (e.c.)} = \text{r.e.c.} \times d_w$$

$$\text{equivalente total da cultura} = \sum_{i=1}^n \text{e.c.}_i$$

Tem sido sugerido que infestantes de folha larga totalizando o equivalente total de cultura de 10 por m² podiam ser consideradas como a população correspondente ao NPA, mas o autor citado avisa que dever ser tomada como uma indicação muito imprecisa em virtude da variação das produções e dos custos dos tratamentos.

Bibliografia

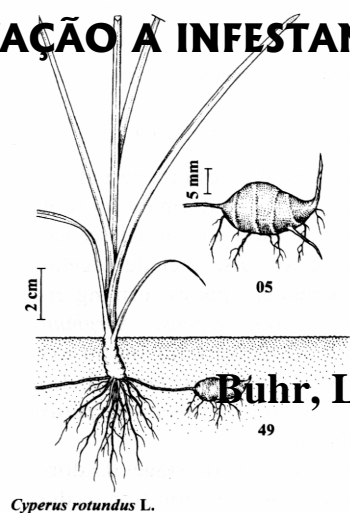
- Aarts, H. F. M. & Visser, C. L. M. (1985) - A management information system for weed control in winter wheat. *Proc. Brighton Crop Protection Conference, Weeds*: 679-686.
- Aeschlimann, J.-P. (1991) - Towards Integrated Weed management. In (Baker, F. W. G. & Terry, P. J., eds.) *Tropical grassy weeds*: 106-111. C. A. B. International.
- Aguiar, C. F. G. (1992) - Estudos herbológicos no trigo em Trás-os-Montes numa óptica de Protecção Integrada. *Diss. Mestrado Protecção Integrada*. Inst. Sup. Agron. Univ. Téc. Lisb. 183 pp.
- Aguiar, C., Mexia, A., Madeira, J. M., Dordio, M. F. & Mira, M. S. (1994) - A utilização de modelos de prejuízo descritivos hiperbólicos e lineares, no cálculo de níveis de prejuízo: um caso prático para o Alentejo. *Anais da UTAD*, **5**(1): 157-167.
- Amaro, P. & Bagiolini, M. (eds.) *et al.*, (1982) - *Introdução à protecção integrada*. FAO/DGPPA. Lisboa. 276 pp.
- Auld, B. A., Menz, K. M. & Tisdell, C. A. (1987) - *Weed control economics*. Academic Press. 177 pp.
- Bento, F. M., Fernandes, J. D. & Jansen, H.-G. (1987) - Biologia e concorrência da milhã pé de galo (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) e erva moira (*Solanum nigrum* L.) na cultura do tomateiro. *Protecção da Produção Agrícola*, CNPPA, **1987/1**: 75-92.
- Black, I. D. & Dison, C. B. (1993) - An economic threshold model for spraying herbicides in cereals. *Weed Research*, **33**(4): 279-290.
- Borges (1976) - A. E. L. (1976) - Ensaio de competição em vaso entre o *Triticum durum* e o *Lolium rigidum*. *II Simp. Nac. Herbologia*, **2**: 11-20.
- Caussanel, J. P. (1979) - Méthodes d'étude et d'estimation de la concurrence entre plantes cultivées et mauvaises herbes. *C. r. 10ème Conf. COLUMA*, **4**: 1191-1204.
- Caussanel, J. P. (1989) - Nuisibilité et seuils de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle: situation de concurrence bispécifique. *Agronomie*, **9**: 219-240.
- Caussanel, J.P., Barralis, G., Vacher, C., Fabre, E., Morin, C. & Branthome, X. (1986) - La variation des seuils de nuisibilité des mauvaises herbes: résultats expérimentaux. *Perspect. agric.*, **109**: 22-28.
- Coble, H. D. & Mortensen, D. A. (1992) - The threshold concept and its application to weed science. *Weed Technology*, **6**: 191-195.
- Cousens, R. (1985) - A simple model relating yield loss to weed density. *Ann. Appl. Biol.*, **107**: 239-252.
- Cousens, R. (1986) - The use of population models in the study of the economic of weed control. *Proc. EWRS Symp. Economic Weed Control*: 269-276.
- Cousens, R. (1987) - Theory and reality of weed control threshold. *Plant Protection Quarterly*, **2**(1): 13-20.
- Cousens, R. (1988) - Misinterpretations of results in weed research through inappropriate use of statistics. *Weed Research*, **28**: 103-111.
- Cousens, R. (1991) - Weed Technology, **5**: 664-673.
- Cousens, R., Doyle, C. J., Wilson, B. J. & Cussans, G. W. (1986) - Modelling the economics of controlling *Avena fatua* in winter wheat. *Pestic. Sci.*, **17**: 1-12.
- Cousens, R. & Marshall, C. H. (1987) - Dangers in testing statistical hypotheses. *Ann. Appl. Biol.*, **111**: 469-476.
- Cousens, R. D. & O'Neil, M. E. (1993) - Confidence intervals for area of influence experiments and derived yield loss estimates. *Weed Science*, **41**: 288-290.
- Cussans, G. W., Cousens, R. D. & Wilson, B. J. (1986) - Threshold for weed control - the concepts and their interpretations. *Proc. EWRS Symp. Econ. Weed Control*: 253-260.
- Dawson, J. H. (1986) - The concept of period thresholds. *Proc. EWRS Symp. Econ. Weed Control*. 327-331.
- Dias, A. S. & Moreira, I. (1988) - Allelopathic interactions between vegetable crops and weeds. In: (Cavalloro, R. & El Titi, A., eds.) *Weed control in vegetable production*: 197-211. A. A. Balkema. Rotterdam. Brookfield.
- Dordio, J. J., Dordio, M. F. & Madeira, J. M. (1980) - Balancos - Infestantes das searas - Níveis de infestação. *I Cong. Port. Fitiatría e Fitofarmacologia*, **3**: 223-236.
- Godinho, M. I. F. M. (1993) - Distribuição, biologia e controle das junças (*Cyperus esculentus* L. e *C. rotundus* L.). *Diss. Doutoramento*. Inst. Sup. Agron. Univ. Téc. Lisboa. 178 pp.
- Godinho, I. & Costa, J. C. (1980) - Concorrência da *Phalaris minor* na cultura do trigo. *I Cong. Port. Fitiatría e Fitofarmacologia*, **3**: 237-243.
- Godinho, I. & Jansen, H.-J. (1987) - Biologia e concorrência das junças (*Cyperus esculentus* L. e *C. rotundus* L.). *Protecção da Produção Agrícola*, CNPPA, **1987/1**: 5-37.
- Grace, J. B. & Tilman, D. (1990) - *Perspectives on plant competition*. Academic Press. 484 pp.
- Hakansson, S. (1986) - Competition between crops and weeds-influencing factors experimental methods and research needs. *Proc. EWRS Symp. Econ. Weed Control*, 49-60.
- Hakansson, S. (1988a) - Competition in stands of short-lived plants. Density effects measured in three-component stands. *Crop Production Science*, **3**: 1-181.
- Hakansson, S. (1988b) - Growth in plant stands of different density. *VIII Int. Symp. Biology, Ecology and Systematics of Weeds*. -ANPP: 631-640.
- Harper, J. L. (1960) - *The biology of weeds*. Blackwell. Oxford.
- Harper, J. L. (1961) - Approaches to the study of plant competition. In: *Mechanisms in biological competition*. Symp. Soc. Experimental Biology, **15**: 1-39. Cambridge Univ. Press.

- Harper, J. L. (1977) - *The population biology of plants*. Academic Press. 892 pp.
- Jansen, A.-E. & Jansen, H. (1987) - Níveis económicos de ataque para o controle das infestantes - dados necessários e perspectivas para a agricultura portuguesa. *Protecção da Produção Agrícola*, CNPPA, **1987/1**: 117-
- Jensen, P. K. (1991)- Weed size hierarchies in Denmark. *Weed Research*, **31**: 1-7.
- Kropff, M. J. & van Laar, H. H. (1993) - *Modelling crop-weed interactions* IRRI/CAB. Wallingford. 247 pp.
- Kropff, M. J. & Lotz, L. A. P. (1992) -Optimization of weed management systems: the role of ecological models of interplant competition. *Weed Technology*, **6**: 462-470.
- Kropff, M. J. & Spitters, C. J. T. (1991) - A simple model for crop loss by weed competition on basis of early observation on relative area, and yield loss. *Weed Research*, **31**: 97-105.
- Kropff, M. J., Weaver, S. E. & Smits, M. A. (1992) - Use of ecophysiological models for crop-weed interference: relations amongst weed density, relative time of weed emergence, relative leaf area, and yield loss. *Weed Science*, **40**: 296-301.
- Lotz, L. A. P. (1993) - *Biología y control de malas hierbas en condiciones mediterraneas*. CIHEAM . EWRS. (18-29 Octubre 1993).
- Madeira, J., Dordio, M. F., Mira, R. S. & Lopes, C. (1984) - Population level and concurrence of wild oats (*Avena sterilis* ssp. *sterilis*) in wheat fields in Portugal. *3rd EWRS Symp. on Weed Problems in Mediterranean Area*, **2**: 461-468.
- Matos-Silva, J. M. (1980) - *Consociação de culturas*. Inst. Sup. Agron.
- Mexia, A. (1984/1985) - Os prejuízos causados pelas infestantes nas culturas. *Cadernos 2*. Sociedade Portuguesa de Fitiatria e Fitofarmacologia. 57 pp.
- Mexia, A., Moreira, I. & Aguiar, C. (1994) - Nível económico de ataque e conceitos afins em Herbologia. *Anais da UTAD*, **5**(1): 397-400.
- Moreira, I. (1979) - Implicações da Alelopatia na Agricultura. *Natura. Nova Série*, **9**, Soc. Port. Ciênc. Nat. 31 pp.
- Muller, C. H. (1969) - Allelopathy as a factor in ecological process. *Vegetatio*, **18**: 348-357.
- Nieto, J. H., Brando, M. A. & Gonzales, J. T. (1986) - Critical periods of the crop growth cycle for the competition from weeds. *PANS*, **14**: 159-166.
- Pais, M. M. F. V. (1986) - Análise da rentabilidade da aplicação de herbicidas em cereais. *Rel. estágio curso eng.º agron.* Inst. Sup. Agron. Univ. Téc. Lisboa, 52 pp.
- Pais, M., Lopes, A. & Jansen, H.-G. (1987) - Estudo preliminar de rentabilidade da aplicação de herbicidas em trigo. *Protecção da Produção Agrícola*, CNPPA, **1987/1**: 128-
- Portugal-e-V.-Fernandes, J. M. (1994) - Estudos de competição da erva-moira na cultura do tomate para indústria numa perspectiva de Protecção Integrada. *Diss. Mestrado em Protecção Integrada* Inst. Sup. Agron. Univ. Tec. Lisboa. 137 pp.
- Portugal, J., Rego, F. & Moreira, I. (1997) - Cálculo de prejuízos em Herbologia. (Em preparação).
- Rice, E. L. (1974) - *Allelopathy*. Academic Press.
- Sondheimer, E. & Simeone, J. B. (1970) - *Chemical Ecology*. Academic Press.
- Szczepanski, A. J. (1977) - *Aquatic Botany*, **3**: 193-197.
- Tukey Jr., H. B. (1969) - Implications of allelopathy in agricultural plant service. *Bot. Rev.*, **35**:1-13.
- Vita, J. I. & Fernandez-Quintanilla, C. (1995) - Comparación entre distintas metodologías para la estimación de la competencia entre malas hierbas y cultivos. *Cong. 1995 Soc. Española de Malherbologia*: 333-336.
- Weaver, S. E., Kropff, M. J. & Groeneneveld, R. M. W. (1993) - Use of ecophysiological models for crop-weed interference: the critical period of weed interference. *Weed Science*, **40**: 302-307
- Whittaker, R. H. (1970) - The biochemical ecology of higher plants. In (Sondheimer, E. & Simeone, J. B., eds.) *Chemical Ecology*. Academic Press.
- Whittaker, R. H. & Feeny, P. P. (1971) - Allelochemicals: chemical interactions between species. *Science*, **171**: 757-770.
- Wilson, B. J. (1986) - Yield responses of winter cereals to the control of broad-leaved weeds. *Proc EWRS Symp. Economic Weed Control*: 75-82.
- Zanin, G., Berti, A. & Toniolo, L. (1993) - Estimation of economic thresholds for weed control in winter wheat. *Weed Research*, **33**(6): 459-468.
- Zimdahl, R. L. (1980) - *Weed-crop competition - a review*. International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis.

ESCALA GERAL BBCH

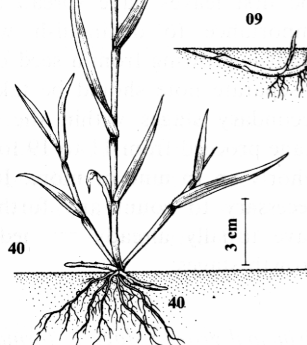
DOS ESTADOS DE CRESCIMENTO

ADAPTAÇÃO A INFESTANTES MONO- e DICOTILEDÓNEAS

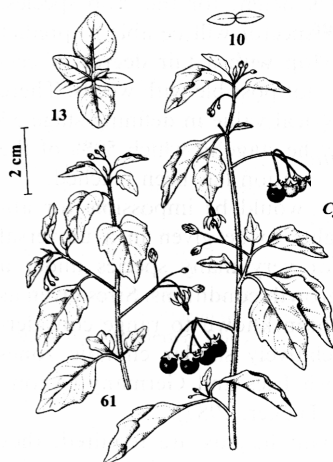


Cyperus rotundus L.

Hess, M, Barralis, G, Bleiholder, H.,
Buhr, L. Eggers, TH., Hack, H. & Stauss, R.



Cynodon dactylon (L.) Pers.



Solanum nigrum L.

Tradução de:

A. MONTEIRO e I. MOREIRA

Escala Geral BBCH dos estados de crescimento. Adaptação a infestantes mono- e dicotiledóneas*

Hess, M, Barralis, G, Bleiholder, H., Buhr, L. Eggers, TH., Hack, H. & Stauss, R. **

Tradução de:
Ana Monteiro e Ilídio Moreira

Resumo

A escala alargada BBCH é um sistema uniforme para um código dos estados de crescimento fenologicamente semelhantes de espécies vegetais, baseada no bem conhecido código para os cereais de Zadocks *et al.* (1974). A escala BBCH é um sistema decimal, com 10 estados de crescimento principais por sua vez divididos em dez secundários, começando pela germinação/rebentamento das perenes, progredindo pela expansão foliar e crescimento até à floração e senescência. A escala é adequada para definir o estado de crescimento de um grande número de espécies infestantes. Para encorajar o uso da escala BBCH, as definições dos códigos foram adaptadas às infestantes. São discutidos possíveis problemas e propostas directivas para o seu uso correcto.

Introdução

Qualquer que seja o método de combate das infestantes, é muito importante conhecer não só quais as infestantes presentes mas identificar também, detalhadamente, o estado de crescimento de cada espécie. O sucesso dos vários métodos de controlo depende, em larga medida, do estado de crescimento das infestantes no momento do tratamento.

A identificação das infestantes tornou-se relativamente fácil devido ao grande número de excelentes livros, que incluem ilustrações pormenorizadas do estado de plântula ou próximo dele (Schwär *et al.* 1970; Anon., 1971; Holm *et al.*, 1977; Holzner, 1981; Hanf, 1982; Jauzein & Montégut, 1983; Auld & Medd, 1987; Cremer *et al.*, 1991; Kissamnn & Groth, 1991, 1992, 1995; Jauzein, 1995). Em Portugal, refiram-se as publicações de Malato-Beliz. & Cadete (1978), Caixinhas (1980), Moreira *et al.* (1986) e Vasconcelos & Luzes (1990). Uma enciclopédia sobre “Protecção das Plantas” em suporte digital – CD do HYPP (Hypermédia pour la Protection des Plantes) - foi também editado. Nele estão incluídas cerca de 600 espécies infestantes (Cussans *et al.*, 1995). Uma nomenclatura simples de infestantes, adequada para o uso de computador foi criada pelo Código Bayer (Anon. 1992).

Contudo, não há ainda um sistema uniforme para descrever os estados de crescimento das infestantes. A primeira tentativa para uniformizar as descrições dos estados de crescimento das infestantes surgiu, na Alemanha, na Merkblatt N° 27, publicada pela BBA (Anon., 1964). Era um sistema alfabético consistindo em *oito* estados de crescimento

* A abreviatura BBCH deriva das instituições que se juntaram para desenvolver esta escala: **BBA**, Biologische Bundesanstalt für Land- Fortswirtschaft (Centro de Investigação Biológica para a Agricultura e Florestas da Alemanha Federal); **BSA**, Bundesortnamt (Autoridade Local Alemã Federal); **Chemical Industry**, Industrieverband Agrar, IVA (Associação Alemã da Indústria de Produtos Agroquímicos)

** Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, L., Eggers, TH., Hack, H. & Stauss, R. (1997). Use the extended BBCH scale – general for the descriptions of the growth stages of mono- and dicotyledonous weed species. *Weed Research*, **37**: 433-441.

principais, cada um dos quais podia ser alargado numericamente. Dada a importância do processamento informático dos dados, uma revisão daquela versão (Anon., 1986) procurou introduzir o sistema decimal que permitia subdivisões em estados de crescimento principais e secundários. Mas não se fez a tentativa, sugerida por Eggers & Heidler (1985, 1986), de criar um código uniforme com o das espécies cultivadas, para as quais se usa o mesmo código para o mesmo estado de crescimento. O resultado disso foi que, por exemplo, o estado de crescimento 25 significava 3 pares de folhas para as infestantes, 4 pares de folhas para a beterraba, 7 folhas para o milho e cinco filhos para os cereais. Cada escala específica para as culturas em questão e infestantes dicotiledóneas fazia sentido mas era, por vezes, confusa e sem método para os utilizadores confrontados simultaneamente com diferentes culturas e grupos de infestantes.

Foram feitas tentativas, na Inglaterra, para desenvolver um código simples para as infestantes que pudesse ser facilmente aplicado pelos utilizadores. Lutman & Tucker (1987) criaram uma escala com 15 descrições de estado de crescimento. Mas o resultado, foi uma listagem, não uma escala, dos estados de crescimento mais importantes das infestantes que funcionava para a decisão do controlo. Alguns desses estados de crescimento são definidos simplesmente pela altura da infestante, tal como a escala de BBA (Anon., 1986). Lawson & Read (1992) sugeriram que a escala de Zadocks *** para os cereais (Zadocks *et al.*, 1974) talvez pudesse ser usada para infestantes de gramíneas anuais e recomendaram-na apenas com algumas restrições.

Bleiholder *et al.* (1990), Lancashire *et al.* (1991) e Hack *et al.* (1992) propuseram um código decimal uniforme que podia ser usado tanto com culturas como infestantes. Esta escala universal, denominada na forma abreviada por “escala BBCH” é fundamentalmente baseada nas descrições criadas por Zadocks *et al.* (1974). Após a introdução de escalas específicas para algumas culturas, o uso da escala BBCH foi largamente adoptada.

A escala BBCH é também apropriada para usar com infestantes:

- permite uma identificação definida do tempo correcto para as medidas de controlo;
- é adequada para todas as áreas científicas e para trabalhos práticos de investigação em Herbologia;
- facilita a comunicação internacional e a troca electrónica entre instituições científicas, empresas comerciais e autoridades oficiais;
- simplifica o trabalho dos utilizadores, porque segue os mesmos princípios para as culturas e infestantes.

O objectivo deste trabalho é mostrar que a “Extended BBCH Scale - General” traduzida em português por “*Escala Geral BBCH*”, também tem vantagens particulares para a investigação herbológica.

Estrutura da escala para as infestantes

*** A versão do “Decimal Code for the growth of cereals” publicada na EUCARPIA BULLETIN, 7: 42-45. 1974, foi traduzida para português por Miguel Mota e Silas Pego (ZADOKS JC, CHANG T.T. & KONZAK C.F. (1974/76). Código decimal para os estados de crescimento dos cereais. *Rev. Ciências Agrárias* 1 (11): 209-218) e por Ilídio Moreira e Maria Teresa Vasconcelos num documento didáctico (“*Estados fenológicos de cereais e infestantes*” Centro de Botânica Aplicada à Agricultura. 1976). A ilustração do código publicado por D.R. Tuttmann e R.J. Makepeace foi também publicada em português no documento Tuttmann, D.R.; Makepeace, R.J. & Broad, H.R. – Tradução de I. Moreira e M.T. Vasconcelos. 1977. *Identificação dos estados de crescimento dos cereais*. BASF Portuguesa, Lda.

Todo o ciclo de desenvolvimento das plantas está subdividido em 10 estados que claramente se reconhecem e distinguem. Estes estados de crescimento principais são descritos por números de 0 a 9 numa ordem ascendente (Quadro 1).

Quadro 1. Estados de crescimento principais do desenvolvimento fenológico de mono- e dicotiledóneas.

Estado	Descrição
0	Germinação/rebentamento/desenvolvimento das gemas
1	Desenvolvimento das folhas (caule principal)
2	Formação dos rebentos laterais/afilamento
3	Alongamento do caule ou crescimento da roseta/desenvolvimento do caule (caule principal)
4	Propagação vegetativa/emborrachamento (caule principal)
5	Emergência da inflorescência (caule principal)/espigamento
6	Floração (caule principal)
7	Desenvolvimento do fruto
8	Amadurecimento ou maturação do fruto e semente
9	Senescência, início da dormência

Os estados de crescimento principais apenas não são apropriados para a exacta determinação ou avaliação das datas de tratamento porque descreverem intervalos no decurso do desenvolvimento da planta. Estados de crescimento secundários são usados se for necessário obter informação mais precisa. Isto é particularmente importante na tomada de decisão da época de aplicação, durante os estados iniciais de crescimento.

Os estados de crescimento secundários são característicos e curtos passos do desenvolvimento duma dada planta e ocorrem numa ordem particular durante o estado de crescimento principal (Quadro 2). Também têm um código baseado nos números de 0-9. Os dois números juntos, i.e. um para o estado principal e outro para o secundário, formam o código de dois dígitos. Quando dois ou mais estados de crescimento principais decorrem em simultâneo numa e mesma planta (por exemplo desenvolvimento da folha, formação de rebentos, alongamento do caule), os códigos correspondentes com os dois dígitos podem ser atribuídos separadamente inserindo uma barra oblíqua entre eles (por exemplo, *Galium aparine* L. 22/34; Fig. 1).

Para um código uniforme que abranja o maior número possível de espécies, é necessário olhar de preferência para um critério fenológico do que para estados homólogos ou análogos. Assim, por exemplo, germinação das plantas a partir de semente bem como o rebentamento a partir de gemas foram classificados no mesmo estado principal (estado 0), embora sendo processos biológicos completamente diferentes.

A escala geral BBCH e as suas descrições são baseadas nas características principais de cada planta. Em herbologia, a escala é usada para determinar o estado fenológico a toda a população da espécie em causa. A descrição tem que abranger a maioria das plantas. Como existem muitas espécies diferentes, o seu desenvolvimento nem sempre segue o mesmo padrão e certos estados de crescimento podem faltar. No caso das infestantes, os estados de crescimento principais podem não progredir na estrita sequência da ordem ascendente dos números mas avançar parcial ou paralelamente. Como regra geral, o estado de crescimento mais avançado ou o mais importante deve ser o escolhido.

Se a mesma infestante está presente em diferentes estados de crescimento, é aconselhável avaliar as plantas, em cada estado, separadamente. Exemplos disto são plantas que emergem quer na primavera ou no outono anterior, por exemplo, *Galium aparine* 11 e *G. aparine* 34 ou *Agropyron repens* (L.) P. Beauv. 11 e *A. repens* 65 (Fig. 1)

Quadro 2. Escala BBCH para os estados fenológicos de espécies infestantes.

0		Germinação/rebentamento/desenvolvimento das gemas
00		Semente seca
	V*	Órgãos perenes ou reprodutivos durante o período de repouso (tubérculo, rizomas, bolbos, estolhos)
	P*	Dormência invernal ou período de repouso
01		Início da embebição da semente
	P, V	Início da intumescência das gemas
03		Embebição da semente completa
	P, V	Fim da intumescência das gemas
05		Emergência da radícula (raiz)
	V	Formação de raízes pelos órgãos perenes ou reprodutivos
06		Alongamento da radícula, formação de pêlos radiculares e/ou raízes laterais
07	G*	Emergência do coleóptilo da cariopse
	D*, M*	Hipocótilo com coleóptilos ou caulículo rompendo o tegumento
	P, V	Início do rebentamento ou abrolhamento
08	D, M	Hipocótilo com coleóptilos ou caulículo atravessando o solo
	P, V	Caulículo atravessando o solo
09	G	Emergência: Coleóptilo rompendo a superfície do solo
	D, M	Emergência: Cotilédones rompendo a superfície do solo (excepto germinação hipógea)
	V	Emergência: Caule/folhas rompendo a superfície do solo
	P	Gemas em ponta verde
1		Desenvolvimento das folhas (caule principal)
10	G, M	1ª folha verdadeira emergindo do coleóptilo
	D	Cotilédones completamente expandidos
	P	1as. folhas expandidas/separadas
11		1ª folha verdadeira ou verticilo expandido
	P	1as. folhas expandidas
12		2as. folhas verdadeiras ou verticilos expandidos
13		3as. folhas verdadeiras ou verticilos expandidos; estados continuam até ...
19		9 ou mais folhas ou verticilos expandidos
2		Formação das ramificações laterais/afilhamento
21		1º ramo (rebento) lateral visível
	G	1º afilhamento visível
22		2 ramos laterais visíveis
	G	2 filhos visíveis
23		3 ramos laterais visíveis
	G	3 filhos visíveis; estados continuam até ...
29		9 ou mais ramos laterais visíveis
	G	9 ou mais filhos visíveis
3		Alongamento do caule ou crescimento da roseta/desenvolvimento do caule (caule principal)
30		Início do alongamento do caule
	G	Início do encanamento
31		1 entrenó visível
	G	Estado de 1 nó
32		2 entrenós visíveis
	G	Estado de 2 nós
33		3 entrenós visíveis
	G	Estado de 3 nós; estados continuam até ...
39		9 ou mais entrenós visíveis
	G	Estado de 9 ou mais nós

Quadro 2. Escala BBCH para os estados fenológicos de espécies infestantes (cont.).

4		Propagação vegetativa/emborrachamento (caule principal)
40	V	Órgãos de propagação vegetativa iniciam o desenvolvimento (tubérculos, rizomas, bolbos, estolho)
41	G	Início do emborrachamento. Extensão da bainha da folha superior
42	V	1ª jovem planta visível
43	G	Bandeira visível (a meio do emborrachamento)
45	G	Bandeira desenvolvida (final do emborrachamento)
47	G	Abertura da bainha da folha superior
49	V	Aparecimento constante de jovens plantas; os órgãos propagação vegetativa atingem o tamanho final
	G	1as. aristas visíveis
5		Emergência da inflorescência (caule principal)/espigamento
51		Inflorescência ou gomos florais visíveis
	G	Início do espigamento (1ª espiguetta da inflorescência visível)
55		1as. flores individuais visíveis (ainda fechadas)
	G	½ da inflorescência visível
59		1as. pétalas visíveis (nos periantos petalóides)
	G	Inflorescência completamente visível (fim do espigamento)
6		Floração (caule principal)
60		1as. flores abertas esporadicamente
61		Início da floração: 10% de flores
63		30% das flores abertas
65		Floração completa: 50% das flores abertas, primeiras pétalas podem ter caído
67		Floração no final: maioria das pétalas caíram ou secaram
69		Fim da floração: frutos visíveis
7		Desenvolvimento do fruto
71		Frutos iniciam o desenvolvimento
	G	Cariopses no estado aquoso
79		Quase todos os frutos atingiram o tamanho final, normal para a espécie e local
8		Amadurecimento ou maturação do fruto e semente
81		Início do amadurecimento ou coloração do fruto
89		Maturação completa
9		Senescência, início da dormência
97		Senescência
	P, V	Repouso Vegetativo ou dormência

* Para a chave ver o final da secção Estrutura da escala para as infestantes

Quando a escala BBCH para as infestantes (Quadro 2) foi preparada, tiveram que ser feitas concessões – bem como na escala Geral BBCH – nas diferenças consideráveis do desenvolvimento dos vários grupos de plantas. Para ultrapassar esta dificuldade, nos casos em que um texto uniforme não fazia sentido, foram elaboradas algumas definições para o mesmo estado de crescimento. O grupo de plantas para o qual uma definição particular teve que ser aplicada aparece no Quadro 2 referenciado por uma letra maiúscula, que significa o seguinte.

D, dicotilédnea

G, gramínea

M, monocotilédnea

P, plantas perenes

V, desenvolvimento a partir de órgãos vegetativos ou reprodutivos.

A escala BBCH também se pode aplicar à descrição dos estados fenológicos de plantas infestantes que não estejam incluídos em nenhum daqueles cinco grupos devido ao seu desenvolvimento vegetativo particular. Para *Equisetum* spp., por exemplo, os principais estados de crescimento de 1-4 podem seguir o mesmo esquema do das monocotiledóneas e dicotiledóneas. Pelo contrário, o desenvolvimento vegetativo de *Filicopsida*, por exemplo, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, não podem ser descritos no que respeita ao desenvolvimento da folha, formação das ramificações laterais ou alongamento do caule, e a escala BBCH não

pode ser aplicada neste caso. Assim, para descrever o sistema de reprodução generativa de espécies de *Pteridophyta* a escala BBCH é inapropriada.

Descrição da escala para infestantes

Estado principal 0: germinação/rebentamento

O código 00 descreve o período de repouso. Aplica-se aos terófitos ou às perenes e vivazes. Para além dos terófitos, a escala inclui espécies vivazes e perenes que formam rizomas [*Elymus repens*, *Sorghum halepense* (L.) Pers.], gemas adventícias ou um sistema radicular longo [*Convolvulus arvensis* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop.] ou tubérculos (*Cyperus* spp.) e lenhosas.

Dentro do estado principal de crescimento 0, a dormência é seguida da germinação (para as sementes) ou rebentamento (para perenes e vivazes). O estado 09 corresponde à emergência (Fig. 1).

Estado principal 1: desenvolvimento das folhas (caule principal)

O estado de crescimento principal 1 compreende as subdivisões do desenvolvimento das folhas no caule principal. No caso das infestantes, é certamente o passo de desenvolvimento mais importante para determinar a época de tratamento adequada. Muitas espécies são ainda suficientemente pequenas e sensíveis para um controlo adequado e podem ser correctamente identificadas neste estado e, na maioria das situações, ainda não causaram prejuízos na cultura. A Escala Geral BBCH (Hack *et al.* 1992), estabelece como princípio geral que os nós são a base decisiva para a contagem das folhas. Isto significa que o número absoluto de folhas verdadeiras no mesmo estado de crescimento secundário pode diferir de uma espécie para outra, por exemplo, de filotaxia alterna ou oposta. Contudo, se a escala geral BBCH seguisse essa conclusão lógica, o estado 12 de *Polygonum aviculare* L. significaria 2 folhas verdadeiras e no caso de *Lamium amplexicaule* L. o estado 12 significaria 2 pares de folhas com 4 folhas verdadeiras. O problema com plantas que formam rosetas é que não é possível contar nós, para estas infestantes recomenda-se que seja usado só o número de folhas verdadeiras ou de verticilos para determinar o estado de crescimento, tal corresponde ao procedimento usado com *Beta* spp. (Meier *et al.*, 1993).

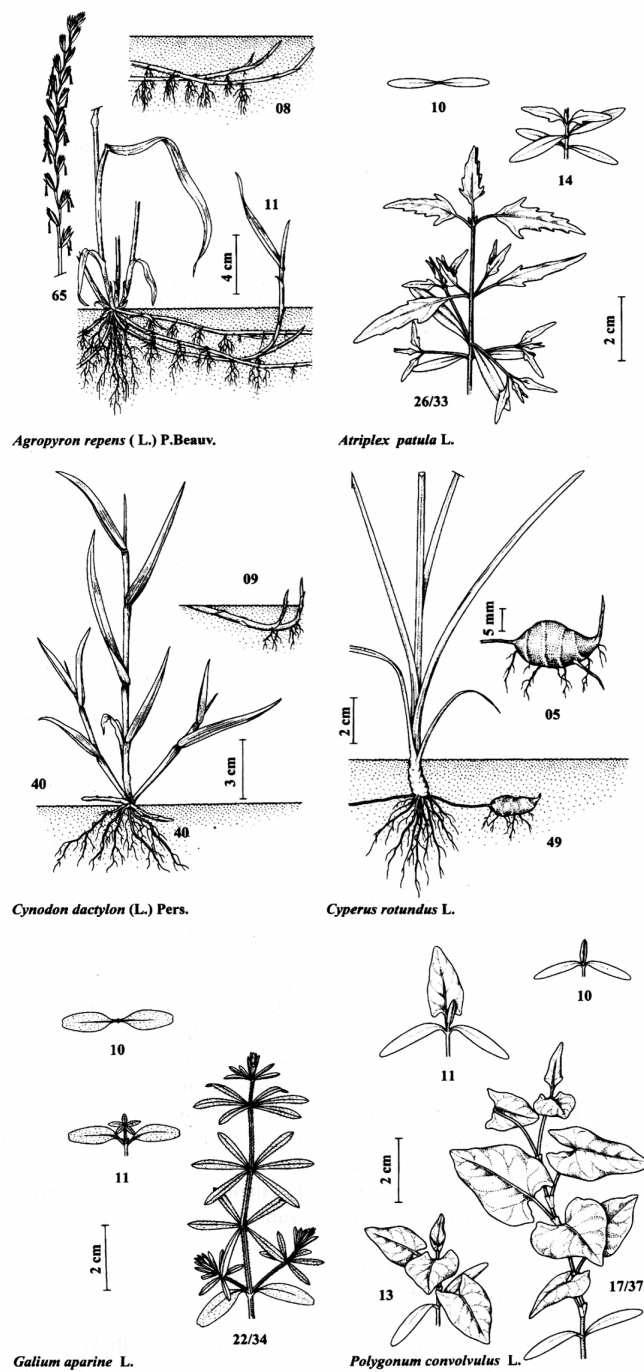


Figura 1. Estados de crescimento de BBCH de algumas infestantes.
(Reproduzido de Hess *et al.*, 1997)

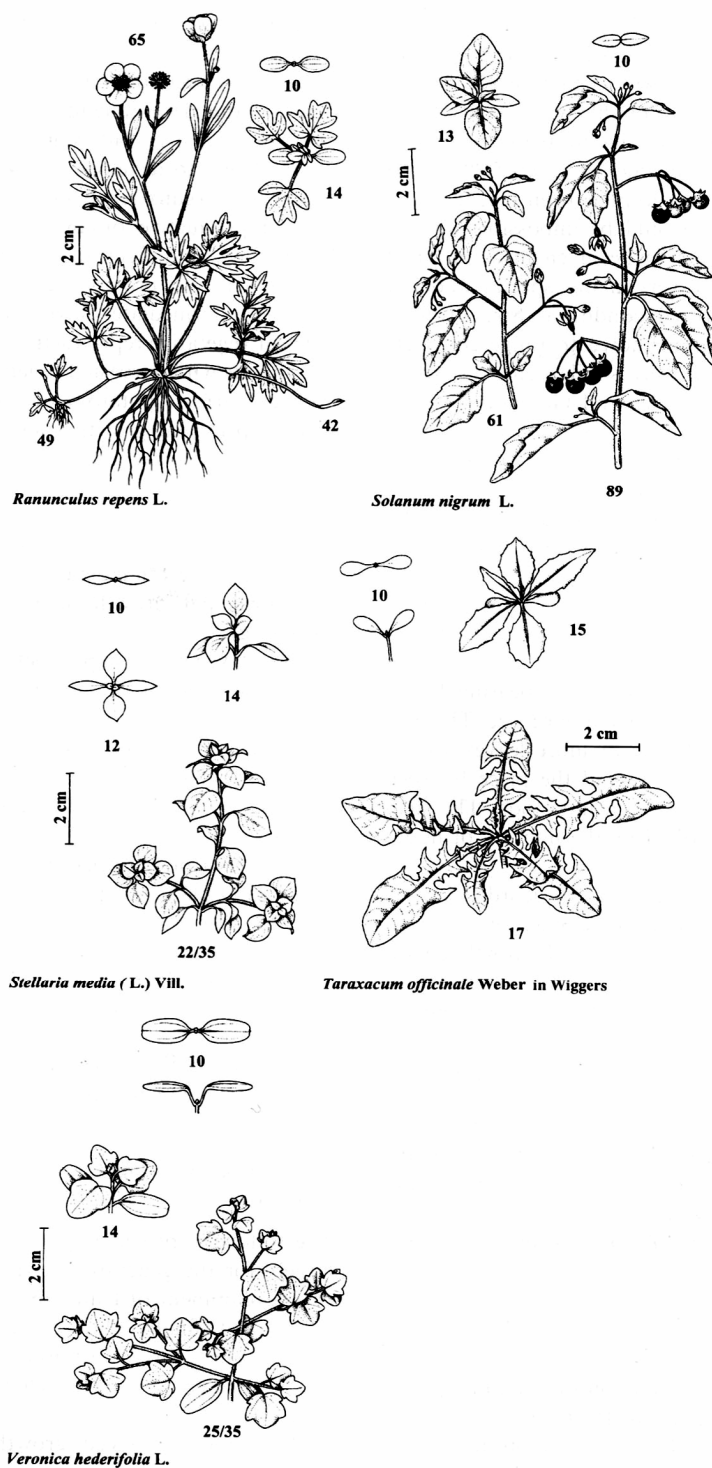


Figura 1. Estados de crescimento de BBCH de algumas infestantes.
(Reproduzido de Hess *et al.*, 1997)

O estado 10 significa para monocotiledóneas que a primeira folha verdadeira emergiu a partir do coleótilo e para as dicotiledóneas que os cotilédones estão completamente expandidos e para árvores e arbustos que as primeiras folhas emergiram separadamente. Se for importante distinguir se uma planta jovem provém de semente ou duma gema subterrânea, deve ser anotado. Os estados de crescimento secundários entre 11 e 19 vão de uma folha verdadeira ou verticilo até nove ou mais. Em geral, não é preciso contar mais porque as plantas também já apresentam estados de crescimento mais avançados.

Estado principal 2: formação de ramificações laterais/afilhamento

No caso de dicotiledóneas com caule erecto, a forma mais fácil de identificação é a formação de ramificações caulinares laterais (*Atriplex patula* L.; Fig. 1), atendendo-se às ramificações do caule principal. Para espécies com caules prostrados ou trepadores frequentemente é difícil identificar o caule principal [*Stellaria media* (L.) Vill., *Veronica* spp. Fig. 1]. O estado correcto é então identificado pela contagem de ramificações laterais e subtraindo uma, que é considerada com o caule principal. Nas gramíneas conta-se o número de filhos.

Estado principal 3: alongamento/desenvolvimento do caule (caule principal)

Na escala geral BBCH para as culturas, o alongamento do caule é dado como a percentagem da altura máxima típica da planta. Um inspector com experiência será capaz de prever a altura da cultura com algum grau de certeza, mas isso não é possível com as infestantes. Não teria qualquer valor prático, para o *Galium aparine*, definir o estado 35 como 50% do alongamento do caule esperado.

De qualquer modo, seria impossível estabelecer, numa escala universal, a altura absoluta para muitas espécies, dada a grande variedade de condições de crescimento. Sabe-se que o tamanho, mesmo sendo importante, varia consideravelmente mesmo em zonas climáticas semelhantes, tais como as Ilhas Britânicas e a Alemanha (Anon., 1986; Lutman & Tucker, 1987).

Se a altura absoluta for necessária, deve ser anotada separadamente e em adição ao código do estado de crescimento; não serviria de muito inseri-la numa escala que se pretende que tenha aplicação mundial.

Nas plantas vasculares, uma grande parte do seu corpo resulta da repetição da unidade denominada rebento, caule que cresce mais ou menos indefinidamente, produzindo folhas que geralmente se expandem até um tamanho padrão. Como é bem conhecido, a parte do caule onde as folhas se inserem é chamada nó, e a parte do caule entre dois nós sucessivos é o entrenó. O alongamento do caule é descrito pelo número de nós ou entrenós.

O alongamento do caule só precisa de ser registado em situações de um crescimento anormal, sem a ocorrência de ramificações e na presença de condições de crescimento particulares. Por exemplo, o crescimento de *G. aparine* ou *C. arvensis* sob condições de grande competição em cereais, em que um lançamento caulinar apresenta um grande crescimento para cima.

Nas gramíneas infestantes, os seus estados de crescimento secundários são definidos pelo número de nós. Assim, os estados 37 e 39 não seguem o código específico para os cereais (Witzenberger *et al.*, 1989; Lancashire *et al.*, 1991).

Estado principal 4: propagação vegetativa/emborrachamento

A reprodução vegetativa das plantas vivazes e perenes constitui o estado de crescimento principal 4.

A formação dos órgãos de propagação vegetativa – tais como rizomas, estolhos, tubérculos, bolbos – e o crescimento de novas plantas filhas [*Ranunculus repens* L. Fig. 1 e *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms] são distintos.

Só dois estados de crescimento secundários são usados para descrever o desenvolvimento dos órgãos de propagação vegetativa, i.e. 40 (início do desenvolvimento dos órgãos de propagação vegetativa) e 49 (os órgãos de propagação vegetativa atingem o tamanho final). Muitos órgãos de propagação vegetativa crescem no solo, o que torna difícil descrever a sua evolução com detalhe. É também difícil encontrar definições gerais para os diferentes órgãos de propagação vegetativa de possíveis estados intermédios. Mesmo para as plantas cultivadas com órgãos subterrâneos para colheita, tais como cenouras, batatas ou diversas espécies de culturas hortícolas, o estado de crescimento 4 está subdividido apenas em dois estados secundários (Meier *et al.*, 1993; Hack *et al.*, 1993; Feller *et al.*, 1995).

Logo que as novas plantas, derivadas dos órgãos de propagação vegetativa, sejam iniciadas, as descrições são as de plantas independentes, começando com o estado de crescimento 0 (germinação/rebentamento).

A reprodução vegetativa directa, na qual não são formadas reservas ou órgãos perenes, é também descrita apenas por dois estados secundários de crescimento. O estado 42 é o tempo em que a primeira planta se torna visível, e o 49 é definido como o constante aparecimento de novas plantas. Esta descrição aplica-se não só a plantas terrestres capazes de se reproduzir de modo semelhante ao morangueiro (por exemplo, *Ranunculus repens*) mas também está adequada a plantas aquáticas (*E. crassipes*, *Pistia stratiotes* L., *Dichondra repens* J.R. & G. Forst).

Nas gramíneas este estado principal de crescimento é usado para descrever o emborrachamento.

Estados principais 5-9: reprodução

Os seguintes estados principais são usados para o desenvolvimento de flores, frutos, amadurecimento de frutos e sementes e, finalmente, a senescência de plantas anuais. Nos casos em que a descrição é insuficiente, pode usar-se a “Escala Geral BBCH”.

Os estados mais avançados, em geral, não têm significado quando se considera o controlo de infestantes, mas algumas infestantes perenes ou vivazes são melhor controladas durante ou próximo da floração, por exemplo, *Cirsium arvense*. Em certas circunstâncias, os estados mais avançados podem explicar a ausência de controlo ou controlo inadequado das infestantes. É cada vez mais importante a problemática de infestantes cujo controlo foi incompleto e que ainda são capazes de produzir sementes. Nos ensaios de controlo de infestantes é também necessário proceder ao registo do estado fenológico das infestantes nas parcelas testemunha.

Conclusão

O objectivo da criação desta escala BBCH consistiu em uniformizar as escalas dos estados de crescimento de infestantes. Foi necessário estabelecer alguns compromissos no delineamento da escala: incluir todos os pormenores do crescimento de cada infestante numa escala originaria um incómodo e pesado sistema. Assim, algo ficou de fora. Para os que trabalham com a flora infestante de algumas culturas espera-se que as perdas sejam compensadas pela simplicidade de uma escala que é uniforme, fácil de recordar e capaz de ser usada em programas informáticos.

Agradecimentos

Agradece-se a Ernst Halwaß de Nossen, Alemanha, pelos desenhos dos estados de crescimento das infestantes seleccionadas.

Bibliografia

- ANÓNIMO (1964) *Entwicklungsstadien der grasartigen und zweikeimblättrigen Kulturpflanzen und Unkräuter*. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin and Braunschweig, Merkblatt No. 27, 1. Auflage.
- ANÓNIMO (1971) *Common Weeds of the United States*. United States Department of Agriculture, New York.
- ANÓNIMO (1986) *Entwicklungsstadien zweikeimblättrigen Unkräuter*. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig, Merkblatt No. 27/9.
- ANÓNIMO (1992) *Important Crops of the World and their Weeds*, 2nd edn. Business Group Crop Protection, Bayer AG, Leverkusen,
- AULD, B.A. & MEDD, R.W. (1987) *Weeds- an Illustrated Botanical Guide to the Weeds of Australia*. Inkata Press, Melbourne.
- BARRALIS, G., GASQUEZ, J., LONCHAMP, J.P., JAUZEIN, P., KERGUELEN, M., LE CLERCH, J. *et al.* (1992) *Malherh logiciel d'aide à la reconnaissance des mauvaises herbes*. CD-ROM edited by INRA and CNERTA.
- BLEIHOLDER, H., WEBER, E., VAN DEN BOOM, T. *et al.* (1990) A new, uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Proceedings 1990 Brighton Crop Protection Conference - Pests & Diseases*, Brighton, 667-72.
- CAIXINHAS, M. L. C. L. (1980) *-Plântulas de infestantes dicotiledóneas*. Centro Bot. Aplic. Agric. Univ. Tec. Lisb. Dir.-Geral Prot. Prod. Agric. 319 pp.
- CREMER, J., PARTZSCH, M., ZIMMERMANN, O., SCHWÄR, Ch. & GOLTZ, H. (1991) *Acker- und Gartentwildkräuter*. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- CUSANS, G., LUTMAN, P. BERTI, A., ZANIN, G., GARCIA BAUDIN, J.M., BARRALIS, G., GASQUEZ, J., JAUZEIN, P., LE CLERCH, J. LOMCHAMP, J.P., MAILLET, J., VASCONCELOS, T. FISCHER, J., BACHTHALER, G., ULMERICH, A., MEERTS, P., MOREIRA, I. ESPIRITO SANTO, D., CAIXINHAS, L. & CAMARDA, I. (1995) *HYPP (Hypermédia pour la protection des plantes). Malherbologie Encyclopédie en six langues*. CD-ROM. INRA Éditions.
- EGGERS, Th. & HEIDLER, O. (1985) Entwicklungsstadien von Unkräutern. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 37, 71-6.
- EGGERS, Th. & HEIDLER, O. (1986) Weed growth stages. *Plant Research and Development*, Tübingen 24, 57-69.
- FELLER, C., BLEIHOLDER, H., BUHR, L. *et al.* (1995) Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüse. 1. Zwiebel-, Wurzel-, Knollen- und Blattgemüse. Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala - mit Abbildungen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 47, 193-206.
- FELLER, C., BLEIHOLDER, H., BUHR, L. *et al.* (1992) Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen - Erweiterte BBCH-Skala, Allgemein - *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 44, 265-70.
- HACK, H., GALL, H., KLEMKE, Th. *et al.* (1993) Phänologische Entwicklungsstadien der Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.) Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCHSkala, mit Abbildungen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 45, 11-19.

- HANF, M. (1982) *Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen*. Klambt-Druck, Speyer.
- HOLM, L.G., PLUCKNETT, D.L., PANCHO, J.V. & HERBERGER, J.P. (1977) *The World's Worst Weeds - Distribution and Biologie*. University Press of Hawaii, Honolulu.
- HOLZNER, W. (1981) *Ackerunkräuter. Bestimmung, Verbreitung, Biologie und Ökologie*. Stocker, Graz.
- JAUZEIN, P. (1995) *Flore des Champs Cultivés*. INRA and Sopra.
- JAUZEIN, P. & MOTÉGUT, J. (1983) *Graminées Nuisibles en Agriculture*. Aubervilliers, France.
- KISSMANN, K.G. & GROTH, D. (1991, 1992, 1995) *Plantas Infestantes e Nocivas*. BASF SA, São Paulo.
- LANCASHIRE, P.D., BLEIHOLDER, H., VAN DEN BOOM, T. *et al.* (1991) A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology* **119**, 561-601.
- LAWSON, H.M. & READ, M.A. (1992) The description of the growth stages of annual grass weeds. *Annals of Applied Biology* **121**, 211-14.
- LUTMAN, P.J.W. & TUCKER, G.O. (1987) Standard descriptions of growth stages of annual dicotyledonous weeds. *Annals of Applied Biology* **110**, 683-7.
- MALATO-BELIZ, J. & CADETE, A. (1978). *Catálogo das plantas infestantes das searas de trigo*. I, II, vol. Empresa Pública de Abastecimento de Cereais.
- MEIER, U., BACHMANN, L., BUHTZ, E. *et al.* (1993) Phänologische Entwicklungsstadien der Beta-Rüben (*Beta vulgaris* L. ssp.). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala mit Abbildungen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* **45**, 37-41.
- MOREIRA, I. (ED.), GUILLERM, J.-L., CAIXINHAS, L. ESPÍRITO SANTO, D., VASCONCELOS, T., BOULET, C., ZARAGOZA, C. & TALEB, A. (1989) - *Ervas daninhas das vinhas e pomares*. Departamento de Botânica. Instituto Superior de Agronomia. Edição subsidiada pela FAO. 191 pp.
- SCHWÄR, Ch., FEYERABEND, O. & GOLTZ, H. (1970) *100 Wichtige Ackerunkräuter*. VEB Gustav Fischer, Jena.
- VASCONCELOS, T. & LUZES, D. (1990) - *Ervas daninhas dos arrozais*. Rhône-Poulenc. 79 pp.
- WITZENBERGER, A., VAN DEN BOOM, T. & HACK, H. (1989) Erläuterungen zum BBCH-Dezimal-Code für die Entwicklungsstadien des Getreides, mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen* **41**, 38-8.
- ZADOKS, J.C., CHANG, T.T. & KONZAK, C.F. (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* **14**, 415-21.