

2. A cultura do arroz em Portugal

2.1. Descrição botânica

O arroz (*Oryza sativa L.*) é uma planta Monocotiledónea da família das Gramíneas (*Poaceae*). É uma planta anual, embora nalgumas regiões tropicais, com condições climáticas favoráveis, possa crescer como planta perene. No nosso país o arroz é cultivado em condições de alagamento, quase permanente, mas existem locais onde pode ser cultivado em sequeiro.

O ciclo completo do arroz dura de três a seis meses, desde a germinação da semente até à maturação do grão, dependendo da variedade e das condições ambientais onde se desenvolve (Yoshida, 1981). Neste ciclo, em termos agronómicos, consideram-se três fases de crescimento: vegetativo, reprodutivo e maturação. O período vegetativo inicia-se com a germinação da semente, terminando com a emissão da panícula; o reprodutivo vai desde a emissão da panícula até à floração; a maturação compreende o período entre a floração e a formação completa do grão (Fig. 1).

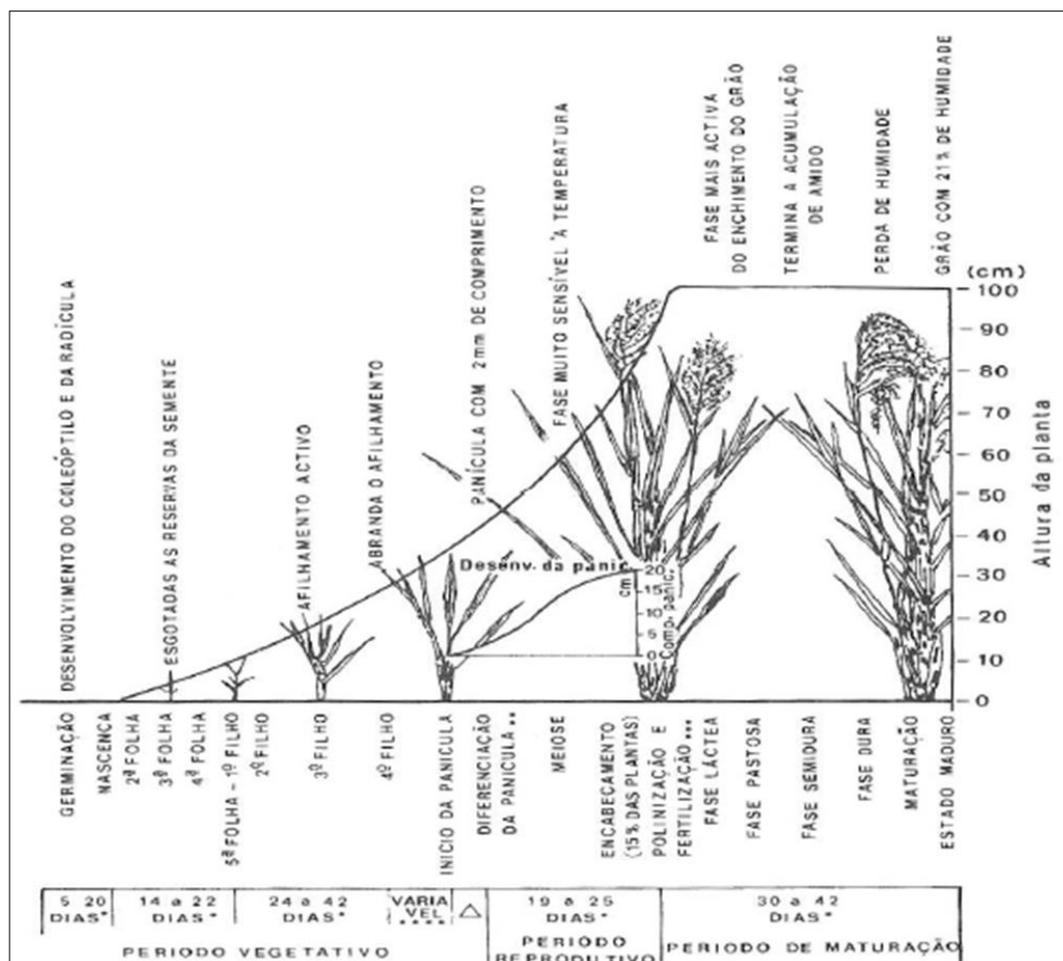


Fig. 1. Períodos de crescimento e desenvolvimento da planta de arroz (Stansel, 1975).

*- Os valores menores referem-se às regiões quentes; os maiores às regiões temperadas; **- A panícula só é observável à vista desarmada depois de abrir o caule longitudinalmente; ***- A fase reprodutiva inicia-se no estado de encanamento; ****- Tempo variável, 0-25 dias, o que depende da variedade e Δ - 3 a 5 dias.

O sistema radical do arroz é formado por várias raízes seminais, cerca de oito, provenientes do embrião ou desenvolvidas posteriormente do hipocótilo e por outras adventícias nascidas também nos nós inferiores da planta nova, completando assim o sistema radical fasciculado que caracteriza o arroz. O sistema radical primário da planta de arroz é superficial destinando-se à sua implantação. No início do afilhamento este é substituído pelo sistema

secundário constituído por raízes adventícias, mais grossas e fibrosas, profundas e ramificadas, com maior capacidade de absorção. O sistema radical atinge o seu máximo desenvolvimento no final do afilhamento deixando de absorver nutrientes quando o grão se encontra no estado leitoso. As raízes representam cerca de 11% da matéria seca total da planta (Portero, 2001).

O caule é um colmo, constituído por uma série de nós e entre-nós alternados. Na fase vegetativa, os nós encontram-se muito próximos na base da planta, ao nível do solo. Mais tarde, porém, ocorre o alargamento dos entre-nós. Em cada nó existe uma folha, cuja axila possui uma gema que pode originar um filho (Tinarelli, 1989). Em condições normais, a taxa de afilhamento varia entre dois e seis filhos, dependendo esse número da variedade, das condições edafo-climáticas e das práticas culturais.

Na folha de arroz distinguem-se limbo, bainha, lígula e aurículas. As bainhas revestem os entre-nós do caule e o limbo tem a forma lanceolada. A lígula é um prolongamento membranáceo da bainha, na ligação desta ao limbo, e na sua página interna. Muito raramente se encontram variedades de arroz sem lígula, o que permite distinguir facilmente este cereal de outras plantas que são infestantes dos arrozais como as milhãs (*Echinochloa spp.* P. Beauv.).

A inflorescência do arroz é uma panícula de espiguetas unifloras, solitárias, ou agrupadas em cada nó das suas ramificações.

Na base de cada espiguetas existem duas brácteas rudimentares – as glumas. As flores encontram-se dentro de outras duas brácteas (lema e pálea)

– as glumelas – unidas por um pequeno eixo denominado ráquila. A lema, de tamanho superior à pálea, possui cinco nervuras. Em algumas variedades a nervura central prolonga-se dando origem a uma arista, noutras é mútica. A extremidade destas duas brácteas une-se num ápice cuja coloração pode ser diferente dependendo da variedade. A cor e pubescência das glumelas são também características da variedade. A flor do arroz é constituída por seis estames e um pistilo (Tinarelli, 1989).

O fruto é constituído por uma semente (cariópse) e pela casca (formada pelas glumelas). O pericarpo é a camada exterior da semente e possui uma cor castanho claro – arroz descascado. Por baixo do tegumento encontra-se o endosperma, o órgão de reserva da semente, rico em amido. Existe ainda uma camada de natureza proteica a envolver o endosperma. O embrião encontra-se na base da semente e contém a raiz embrionária (radícula) e o primórdio da primeira folha, protegido pelo coleóptilo.

2.2. Enquadramento sócio-económico

2.2.1. Perspectiva histórica

Segundo Vianna e Silva (1969), para alguns autores gregos e romanos contemporâneos o arroz foi conhecido na Europa após a expedição de Alexandre Magno à Índia. Os árabes trouxeram-no para a Península Ibérica aquando da sua conquista em 711. Em meados do século XV chegou a Itália, depois a França, propagando-se posteriormente pelo resto do mundo em virtude da expansão europeia.

É no reinado de D. Dinis (1279-1325) que surgem as primeiras referências escritas à cultura do arroz que, nesses tempos, era apenas destinado à mesa da nobreza. Um forte incentivo à produção deste cereal foi dado no reinado de D. José I (séc. XVIII), tendo sido utilizados para o cultivar terrenos pantanosos, sob alagamento, nas regiões dos estuários dos principais rios. No entanto, as deficientes técnicas culturais, usadas naquele tempo, deram lugar a focos de insalubridade, propícios ao desenvolvimento de insectos, o que motivou uma forte contestação por parte da população que atribuía à cultura a responsabilidade de diversas doenças como o paludismo. A cultura chegou mesmo a ser proibida, facto que porém nunca se verificou (Vianna e Silva, 1969).

A expansão da cultura ocorreu por volta de 1909, após a elaboração das regras de preparação dos terrenos e de gestão da água (rega e drenagem), altura em que se começaram a cultivar diferentes variedades de arroz.

Com um papel de crescente importância na alimentação dos portugueses, nos anos 20, o consumo superou a produção (crescente, em especial no norte de Portugal), tendo-se importado arroz proveniente do Oriente, Brasil e províncias do Ultramar. A necessidade de regulamentar a produção e importação deste cereal levou a que fosse criada a Comissão Reguladora do Comércio do Arroz, em 1933 (Cotarroz, 2007).

A colheita de 1937 chegou mesmo a ultrapassar o consumo da população portuguesa. O aumento da produtividade foi consequência dos trabalhos de melhoramento de variedades desenvolvidas pela Estação Agronómica Nacional desde 1941 (Cotarroz, 2007).

2.2.2. Actualidade

Segundo Ferrero (2002), o arroz ocupa uma posição estratégica enquanto cultura praticada pelos países mediterrânicos, sendo a área cultivada aproximadamente 400 000 ha. Os maiores produtores são a Itália (223 000 ha), a Espanha (110 000 ha), Portugal (27 000 ha), a Grécia (25 000 ha) e a França (18 000 ha). A produtividade média da cultura é cerca de 6 a 7 ton ha⁻¹, embora se cheguem a verificar produções de 8 a 8,5 ton ha⁻¹.

Actualmente a quantidade de arroz produzida em Portugal ronda as 160 000 toneladas, ocupando o país a terceira posição na União Europeia. Portugal é ainda o país europeu com maior consumo *per capita*, com um valor de 15 kg/ano (Fig. 2), permitindo dizer que produção e consumo acompanham-se de muito perto (INE, 2008).



Fig. 2. Consumo humano de arroz branqueado e semibranqueado *per capita* (kg/hab) por ano entre 2004 e 2009. (INE, 2009)

Comercialmente o arroz diferencia-se em três tipos: o de grão curto, médio e longo. O mais vulgar é o longo, que por seu turno se divide em duas denominações, o estreito ou agulha (Índica) e o oblongo ou carolino (Japónica). Do ponto de vista agronómico, as subespécies de arroz são: Índica, Japónica e Javanica (Mckensie e Mackill, 2003).

Cerca de 80% do arroz cultivado na Europa, zona do Mediterrâneo, pertence a variedades da subespécie Japónica, sendo o remanescente Índica, cuja aceitação é maior nos países do Norte da Europa. Actualmente, o Javanica é cultivado apenas na Indonésia (Almanaque do arroz, 2006). Na Europa produzem-se essencialmente o Japónica e o Índica. Segundo Valente (2007), a principal diferença entre os dois tipos de arroz tem a ver com o tipo de amido. O Índica é constituído por amilose e o Japónica por amilopectina, ambas polissacárideos, mas com estruturas diferentes (linear e ramificada).

Para as condições agronómicas nacionais a subespécie do arroz que melhor se adapta é o do tipo carolino, sendo produzido nas imediações dos estuários dos rios Sado, Tejo e Mondego.

De acordo com as políticas agrícolas actuais, os incentivos à produção privilegiam o modo de produção integrada, reduzindo ao mínimo a aplicação de pesticidas e fertilizantes. Assim, todos os intervenientes, desde a produção à comercialização, estão verdadeiramente empenhados na protecção do ambiente e na segurança alimentar do consumidor.

2.3. Condicionantes do desenvolvimento da cultura

2.3.1. Condições edafo-climáticas

O arroz desenvolve-se em diversas condições de solos; arenosos, argilosos, hidromórficos e salinos. A maioria destes solos permite a cultura do arroz, mas são especialmente favoráveis os argilo-silico-calcários (Silva, 1982).

A terminologia “solo de arrozal” não é suficientemente precisa para ser utilizada como denominação de um grupo de solos. Porém, actualmente esta denominação é utilizada para referir solos de terras baixas, com uma morfologia específica e características únicas. São terras baixas, muitas vezes em zonas de aluvião, inundáveis de forma natural ou que permitem a introdução de água por gravidade. Desde que as condições de humidade sejam favoráveis, quase todos os solos permitem a realização desta cultura (Bellido, 1991).

Uma particularidade do “solos arroseiros” é a posição do nível freático da água no perfil do solo. É frequente a existência de um horizonte *gley*, que é como uma capa de solo com condições reduzidas ou hidromórficas, que varia em relação à posição do lençol freático. Mesmo quando o nível freático é profundo, o horizonte *gley* existe devido à prática de manter a água na superfície do solo durante quase todo o ciclo do arroz. A característica mais importante dum solo alagado e que o distingue de outro de boa drenagem é o facto de grande parte se encontrar num estado reduzido (Ponnamperuma,

1972), consequência da respiração anaeróbia bacteriana. Após um ou dois dias de alagamento, todo o oxigênio é consumido, dá-se um aumento da actividade dos microrganismos anaeróbios e inicia-se a redução do solo (Bolt, 1978).

Ao contrário do que se verifica para a maioria das outras culturas, no arroz não é necessário nem conveniente a aplicação de quaisquer correctivos orgânicos. Os solos, sistematicamente dedicados à cultura do arroz apresentam, quase sempre, teores de matéria orgânica no mínimo razoáveis. Por um lado, porque a cultura deixa no solo elevadas quantidades de resíduos orgânicos, uma vez que a palha do arroz é muito rica em silício e tem pouco valor nutritivo para os animais, por isso é quase sempre deixada no solo; por outro, como o solo está alagado praticamente todo o ano (artificialmente durante a cultura e naturalmente durante o Outono/Inverno), devido à utilização quase sempre de solos com reduzida drenagem externa e interna, a mineralização será sempre muito lenta (Santos, 2002).

A matéria orgânica do solo influencia o seu comportamento em termos físicos, químicos e biológicos. O seu teor e características, resultado das taxas de produção, alteração e decomposição de resíduos orgânicos, são dependentes de uma série de factores: temperatura, arejamento, pH, disponibilidade de água e nutrientes, muitos deles condicionados pelo uso dos solos. A decomposição da matéria orgânica, relativamente rápida em solos bem drenados, resulta em produtos como CO_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} e compostos de maior estabilidade (húmus). Em relação aos solos alagados, além das menores

taxas nas reacções de decomposição, uma série de compostos intermediários é formada, alterando toda a dinâmica da matéria orgânica (Nascimento *et al.*, 2010).

Em condições de submersão, alteram-se as propriedades do solo, devido à ocorrência de uma série de processos físicos, químicos e biológicos, que produzem efeitos específicos nos factores que influenciam o crescimento da planta. A natureza e extensão desses processos dependem das propriedades físicas e químicas do solo e do tempo de alagamento (Ponnamperuma, 1984, citado por Fernandes, 1995).

Para o desenvolvimento da cultura do arroz, existem três factores determinantes: temperatura, radiação e água. Para que as plantas possam atingir o seu pleno desenvolvimento, é necessário que o calor recebido, ou seja, o número de graus térmicos, atinja determinados valores, que em geral variam de 3500°C a 4500°C, conforme as variedades são precoces ou tardias (Silva, 1982). É ainda necessário, que em cada fase do período vegetativo, não existam oscilações bruscas de temperatura, pois poderão prejudicar a produção final.

A quantidade de calor que a planta de arroz precisa para o seu desenvolvimento é proporcional à duração do ciclo vegetativo e varia consideravelmente no decurso das diversas fases. É também indispensável que os valores máximos e mínimos não ultrapassem certos limites (Quadro 1), já que, caso contrário, as plantas podem não completar, ou sequer iniciar as

diversas fases do ciclo vegetativo. Segundo Yoshida (1981), duas variedades de arroz, Norin 20, susceptível a baixas temperaturas, e Hayayuki, uma variedade tolerante, foram mantidas a 15°C durante 4 dias. A primeira sofreu de 51% de esterilidade nas espiguetas, enquanto a segunda teve apenas 5%. Por sua vez, quando a variedade Hayayuki, foi submetida a 12°C durante 2 dias não se verificou qualquer consequência na fertilidade e ao ser a experiência mantida por 6 dias a esterilidade foi total - 100%.

Uma temperatura uniformemente elevada da germinação à maturação, sem abaixamentos consideráveis, representa uma condição necessária para o normal desenvolvimento da cultura do arroz.

Quadro 1. Temperaturas mínimas, máximas e ótimas para as diferentes fases do ciclo do arroz (Adaptado de Yoshida, 1981).

Fases de desenvolvimento	Temperatura crítica (°C) ¹		
	Mínima	Máxima	Ótima
Germinação	10	45	20-35
Emergência e estabelecimento da plântula	12-13	35	25-30
Desenvolvimento da raiz	16	35	25-28
Alongamento da folha	7-12	45	31
Afilhamento	9-16	33	25-31
Início da formação da panícula	15	35	25-30
Diferenciação da panícula	15-20	38	25-28
Ântese	22	35	30-33
Maturação	12-18	30	20-25

1- Refere-se à temperatura média diária, com exceção para a germinação.

A radiação solar representa a energia disponível para ser utilizada na fotossíntese e respiração, afectando o crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como o aquecimento do ar, do solo, da água e das próprias plantas (Pereira, 1989). A exigência de radiação solar pela cultura do arroz varia ao longo do seu ciclo. Durante a fase vegetativa tem relativamente pouca influência sobre a produtividade e os seus componentes. Contudo, a produtividade é fortemente influenciada pela radiação solar durante as fases reprodutiva e de maturação. No seu decorrer há uma relação quase linear positiva entre a radiação e a produção de grão. Em termos práticos, esse período ocorre entre três semanas antes, a três semanas após o início da floração (Yoshida, 1981).

A duração do dia define o fotoperíodo, e este determina, com a sua variação, a duração do ciclo vegetativo da planta, diferente para cada variedade, segundo o seu genótipo. Existem variedades cultivadas pouco sensíveis ou indiferentes ao fotoperíodo, enquanto outras, pelo contrário, são muito sensíveis.

Deve ter-se em atenção que o efeito do fotoperíodo é influenciado pela temperatura e que as condições em que decorre a maturação das plantas, a reacção do solo, a gestão da rega, etc., podem influir, em maior ou menor grau, na duração do ciclo vegetativo e na produção (Silva, 1969).

2.4. Técnicas culturais

2.4.1. Preparação do solo

O arroz é cultivado em solos que são continuamente inundados, com água proveniente de rios ou ribeiras que inunda os canteiros por gravidade. A cultura é caracterizada por um alto grau de mecanização, que inclui tecnologia de nivelamento por laser, tractores de elevada potência usados para preparar a cama da semente, e ceifeiras equipadas para trabalhar em solos encharcados.

Os solos cuja natureza é essencialmente limosa, após submersão prolongada, adquirem uma estrutura compacta. Os argilosos e arenosos mantêm a porosidade e grânulos soltos e abertos, permitindo uma maior eficácia e conservação do solo, que só se alcança recorrendo a mobilização e em solos com alguma matéria orgânica suficientemente humificada (Tinarelli, 1989).

Antes da sementeira é habitual melhorar as condições do solo para a cultura e provocar a sua oxigenação através das operações de mobilização. A preparação do solo para a cultura do arroz, na zona da lezíria ribatejana, decorre nos meses de Fevereiro a Abril, tendo início as operações assim que as condições climáticas e o estado do solo o permitam, efectuando-se, em geral, uma lavoura com uma profundidade de 20 a 30 cm.

Esta lavoura é efectuada com uma charrua de aivecas e tem os seguintes objectivos fundamentais:

- a. Enterramento dos resíduos orgânicos, o que no curto prazo, aumenta a porosidade do solo e produz um maior arejamento das camadas mais profundas;
- b. Controlo de algumas espécies de infestantes, devido ao enterramento dos seus órgãos de propagação a uma maior profundidade.

Actualmente, alguns orizicultores não efectuam esta operação, substituindo-a pela realização de uma mobilização vertical, chiselagem ou subsolagem. De facto, a lavoura é uma operação dispendiosa, que além de provocar a erosão do solo, compromete a sua fertilidade. Nos solos salinos, não é aconselhável fazer-se a lavoura, já que ao proceder ao reviramento das camadas do solo, podem trazer-se para a camada superficial sais que causam fitotoxicidade às plantas. A operação de lavoura leva à formação de grandes leivas ou torrões, que terão que ser destruídos através da realização de uma ou duas gradagens.

A capacidade de controlar a entrada e saída de água dos canteiros é um dos factores que mais influencia a produção do arroz, sendo necessário para tal que o canteiro se encontre nivelado. Para conseguir o nivelamento correcto

do solo, usam-se, actualmente, tractores que rebocam pás niveladoras, orientadas por laser. Estes equipamentos, efectuam um trabalho muito satisfatório, podendo mesmo realizar-se esta operação apenas de três em três anos, se efectuarmos uma gestão cuidada das operações de mobilização do solo.

Após o nivelamento dos canteiros o solo fica muito compacto devido ao peso dos tractores e equipamento utilizados, sendo necessário efectuar uma descompactação superficial do solo, utilizando-se para o efeito um vibrocultor. Após a realização destas mobilizações deve-se proceder à adubação de fundo, utilizando-se um distribuidor centrífugo.

A incorporação do adubo é executada em simultâneo com a preparação da cama de semente, utilizando-se para tal um cultivador rotativo de veios verticais. Esta alfaia, além de permitir uma boa incorporação do adubo, provoca um elevado grau de esmiuçamento do solo.

Em seguida inicia-se o alagamento dos canteiros, de forma lenta, para haver o menor arrastamento possível de partículas. A sementeira efectua-se após a inundaçãõ dos canteiros, usando um de dois métodos de sementeira: via terrestre ou via aérea.

A sementeira por via terrestre pode ser realizada com os canteiros inundados ou secos. No primeiro caso é realizada com um distribuidor centrífugo montado nos três braços do hidráulico do tractor agrícola. Sempre que se efectuar a sementeira com o terreno alagado, é necessário proceder à

“chumbagem” das sementes. Este processo consiste em mergulhar as sacas de semente em água, por um período que pode ir de 24 a 48 horas. Através desta acção, as sementes vão aumentar de volume, ficando mais pesadas e se estiverem tempo suficiente, iniciar-se-á a germinação. As sementes, devem ser retiradas da água cerca de 12 horas antes da sementeira, para que possa ser retirado o excedente em água, evitando assim a formação de aglomerados de semente. A operação de “chumbagem” é necessária, pois, ao serem lançadas à água, as sementes podem ficar a flutuar na água, ou mesmo retidas na suspensão que se forma devido à acção das rodas do tractor no solo. Esta suspensão demora alguns dias a assentar e pode cobrir as sementes levando a um atraso ou mesmo impossibilitando a germinação.

A sementeira a seco é efectuada com semeadores de linhas, que enterram a semente a uma profundidade de cerca de 2 cm, ou com distribuidores centrífugos que espalham a semente à superfície do solo, sendo estas sementes previamente envolvidas num gel para evitar o seu arrastamento pela água por altura da inundação dos canteiros.

A sementeira efectuada por via aérea é realizada por avião com os canteiros inundados. A via aérea é um método muito utilizado pelos grandes produtores, estando para esse efeito o avião equipado com um aparelho de espalhamento de sólidos que é regulado consoante a densidade de sementeira que o agricultor pretender.

A data apropriada para a sementeira depende de três factores: a variedade escolhida, o estado do solo e as condições climáticas. Não é aconselhável antecipar a sementeira devido ao frio e aos danos que causa na germinação, porém também não se deve adiar muito a sementeira para conseguir colher antes das primeiras chuvas. Assim, de uma forma geral, é habitual realizar a sementeira entre a segunda quinzena de Abril e a primeira de Maio, conciliando as temperaturas mais favoráveis com a duração do ciclo da planta.

Segundo Portero (2001), apenas parte da semente colocada no terreno permite obter plantas que atingem o estado adulto. Durante as primeiras semanas o número potencial de plantas é reduzido devido a diversas causas: enterramento da semente, animais, pragas ou doenças que afectam o grão, acidentes climáticos e arrastamento pela água do canteiro.

A densidade de sementeira utilizada oscila entre os 180 a 240 kg ha⁻¹, principalmente em função da variedade, da qualidade da semente (é aconselhável usar semente certificada), do estado de preparação do solo e da data de sementeira (maiores temperaturas, menores densidades de semente). Em terrenos pouco férteis ou com alguma salinidade, em más condições de germinação e a taxa de sobrevivência baixa as densidades devem tender para 210 kg ha⁻¹. As normas da Produção Integrada, admitem densidades máximas de sementeira de 210 kg ha⁻¹ nas variedades tipo Japónica, como é o caso da variedade que dá origem ao Arroz Carolino das Lezírias Indicação Geográfica

Protegida (Caderno de especificações do Arroz Carolino das Lezírias Ribatejanas, 2006).

2.4.2. Fertilização

A eficiência no uso de fertilizantes é o rendimento obtido numa cultura por unidade de nutriente aplicado num determinado conjunto de condições edafo-climáticas (De Datta, 1986).

Existem duas possibilidades para que o rendimento da cultura não seja o esperado: a) os nutrientes do fertilizante não são absorvidos pelas plantas porque não foram aplicados no momento adequado ou porque a sua transformação os torna inacessíveis à planta; b) Em outros casos os nutrientes são absorvidos pela cultura, não sendo utilizados para a produção de grão devido a outros factores limitantes do crescimento, como a falta de água e luz, ou de outros elementos minerais (De Datta, 1986).

Os objectivos da fertilização no arroz, são comuns aos das outras culturas. Destacando-se os seguintes (Tinarelli, 1989):

- a. Alterar o estado de carência do solo em relação a alguns elementos nutritivos individuais;
- b. Estabelecer ou restabelecer uma proporção óptima entre os diversos elementos, para que estes possam ser utilizados pela planta;
- c. Aumentar o potencial de fertilidade do solo;

- d. Compensar a extracção de elementos devido à produção de arroz, tendo em conta as inevitáveis perdas;
- e. Aumentar o valor comercial e biológico do produto final obtido.

Enquanto os três primeiros pontos se referem ao solo, considerado como suporte da planta, os outros tomam como referência a cultura e dizem respeito à incorporação no solo no momento adequado para conseguir um rendimento óptimo, tendo em conta que as perdas dos nutrientes, tanto em superfície como por percolação devem ser compensadas (Tinarelli, 1989).

Para o seu crescimento e nutrição o arroz precisa de quantidades adequadas de vários nutrientes, que extrairá da atmosfera, do solo ou dos fertilizantes. Entre estes, são essenciais: carbono (C), hidrogénio (H), oxigénio (O), azoto (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), molibdénio (Mb), boro (B), manganês (Mn) e cloro (Cl). Dos quais: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, e S, são necessários em maiores quantidades que os restantes (De Datta, 1981). A sua adição aumenta a velocidade de crescimento, a matéria seca e o rendimento em grão.

É indiscutível que o azoto é um elemento nutritivo fundamental para todas as plantas. Actua como elemento plástico, conferindo às plantas, desde as primeiras fases, vigor vegetativo e permitindo mobilizar e utilizar outros elementos. Tem a capacidade de revalorizar a matéria orgânica dos restos

vegetais de culturas anteriores ao transformar pela acção dos microrganismos a lenhina e a celulose em húmus.

Na planta, este nutriente tem um interesse acrescido como constituinte dos aminoácidos, proteínas e clorofila, sendo determinante para o número de panículas, aumento da superfície foliar e devido à proteína para a melhoria da qualidade do grão. O arroz absorve-o, principalmente, na forma amoniacal, ao contrário dos outros cereais cultivados sem ser em alagamento, que o fazem principalmente na forma nítrica. As raízes que recebem oxigénio quase exclusivamente vindo das folhas, expulsam-no criando em torno do ápice zonas oxigenadas que oxidam diversos compostos, entre os quais se encontra o azoto amoniacal, que é transformado, absorvido e transferido para a parte aérea da planta.

O número de caules férteis da planta estabelece-se aproximadamente aos dez dias, após o pico do afilhamento. Uma quantidade apropriada de azoto desde esta fase até à formação da panícula assegura uma adequada densidade de panículas férteis (Tinarelli, 1989).

Diversas investigações confirmam que a planta de arroz precisa de absorver fósforo de forma lenta e contínua, durante todo o período vegetativo, especialmente na fase que antecede o afilhamento até ao início da formação da panícula (Tinarelli, 1989). A sua concentração vai aumentando, atingindo o máximo no início da floração, mantendo-se constante nesta fase e diminuindo ao chegar ao estado pastoso do grão. O fósforo favorece o desenvolvimento

das raízes, aumenta a resistência à acama e influencia todo o processo de formação das flores. Este nutriente integra os fosfolípidos e proteínas, sendo um elemento chave no transporte de energia, respiração, fotossíntese e redução de nitratos (Cotarroz, 2007).

Em consequência do estado redutor que se verifica após a inundação, o fósforo presente no solo passa rapidamente à forma assimilável. Ao fim de pouco tempo da adubação fosfatada, este liga-se rapidamente ao ferro, cálcio e alumínio, formando compostos insolúveis, no entanto, durante a inundação, devido ao facto da reacção do solo passar de ácida a alcalina (redução), os compostos fosfóricos hidrolisam-se e transformam-se em sais solúveis: fosfato monocálcico e dicálcico (Tinarelli, 1989).

A quantidade de potássio absorvida pela planta de arroz pode ser superior à de azoto e tanto mais elevada quanto maior é a produção. A sua absorção, aumenta a resistência das plantas às doenças, protegendo-a dos efeitos das baixas temperaturas, activa a maturação e posteriormente, promove a síntese e translocação de açúcares, que é decisiva na formação (teor em açúcar e substâncias amiláceas) e peso da cariopse (Tinarelli, 1989).

O cálcio é absorvido de forma semelhante ao potássio e ao magnésio, ou seja, mais activamente durante a fase reprodutiva. Os elementos que formam parte das proteínas, fósforo, azoto e enxofre têm maior mobilidade e capacidade de transferência, ocorrendo o contrário com os elementos que são absorvidos continuamente até ao fim do crescimento (Bellido, 1991).

2.4.3. Rega

Segundo De Datta (1981), qualquer solo permite a cultura do arroz, desde que as condições em termos de rega sejam favoráveis. A quantidade e qualidade da água disponíveis, a oportunidade e o modo como é utilizada, vão influenciar a produção do arrozal (Silva, 1975). A temperatura da água deve estar compreendida entre 12°C e 16°C, uma vez que ultrapassando estes limites o desenvolvimento fica comprometido. Temperaturas baixas levam a um atraso ou mesmo impedimento do crescimento das plantas. Além de suprir as necessidades fisiológicas da planta, a água desempenha funções de reguladora da temperatura, oxigenação, dessalgamento, combate a pragas e infestantes e criação de estados higrométricos favoráveis às diferentes fases do ciclo vegetativo (Silva, 1975).

Comportando-se como regulador térmico (Pereira, 1989; Raposo, 1989; Tinarelli, 1989; Alves, 1985), a protecção térmica exercida pela água é mais evidente e importante na fase inicial do ciclo cultural, geralmente nos meses de Abril, Maio e, por vezes, meados de Junho. Traduz-se por um aumento da temperatura diária média do solo, da lâmina de água e da camada de ar junto ao solo (Pereira *et al.*, 1996).

No que respeita às infestantes, a acção da água deve-se ao facto das sementes de inúmeras espécies de plantas infestantes não germinarem em condições de alagamento, e mesmo as que germinam têm dificuldades por falta de oxigenação (Tinarelli, 1989; Pereira, 1989).

Alves e Pereira (1989), asseguram que a água, devido à subida de pH que provoca nos solos, na sua maioria ácidos, proporciona um aumento na disponibilidade de nutrientes, nomeadamente no fósforo e manganésio.

A água também facilita a lixiviação de sais (Silva, 1969). Os solos destinados à cultura do arroz encontram-se frequentemente salinizados, pelo que a água assume um papel importante na lavagem destes sais que, acima de determinadas concentrações, se tornam tóxicos para a cultura.

A quantidade de água necessária para inundar o canteiro é difícil de determinar e depende de diversos factores, entre os quais se evidencia a permeabilidade do solo, sendo maior nos solos mais ligeiros, de natureza siliciosa do que nos mais compactos e impermeáveis (Silva, 1969).

A fase vegetativa é geralmente favorecida por níveis baixos de água (5-10cm). Após a emergência das jovens plantas, os canteiros são drenados (“quebra-seca”), para favorecer o enraizamento e combater as algas, podendo-se também proceder à aplicação de herbicidas (Alves, 1985). Estes tratamentos podem ser realizados com o solo saturado. Esta operação permite ainda arejar o solo, aumentando os níveis de oxigénio e azoto (Topolanski, 1975). Terminado este período e até ao afilhamento, Pereira (1989) recomenda no início lâminas com cerca de 5 cm, as quais, com o crescimento da cultura, subirão gradualmente até aos 10 cm. Nesta fase, a planta por si só não necessita de muita água, no entanto, pequenas profundidades favorecem um afilhamento excessivo, que pode resultar um escalonamento na maturação,

reflectindo-se negativamente no rendimento industrial da colheita (Fig. 3). Fimdo este período e até perto do encanamento, a profundidade da água tem pouco efeito no desenvolvimento da planta (Hill, 1982).

A fase reprodutiva é a fase mais crítica da cultura, devendo a água estar disponível para as plantas, logo durante a floração. É conveniente subir ligeiramente a lâmina para 15 a 20 cm, para proteger a planta das temperaturas nocturnas que podem causar degeneração das espiguetas e esterilidade das flores (Pereira, 1996).

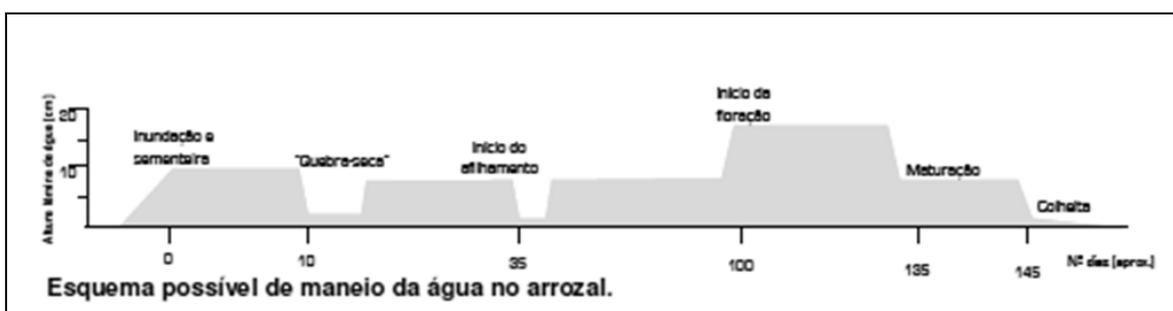


Fig. 3. Esquema possível da gestão da água no arrozal (Cotarroz).

Na maturação, a deficiência hídrica pode causar um aumento do número de grãos imperfeitos. No entanto, Motomura (1983), citado por Pereira (1989), considera não ser necessária a submersão, bastando o solo estar saturado ou quase saturado.

Em Portugal, é prática normal terminar a rega cerca de 3 a 4 semanas após a floração, sendo as necessidades hídricas das plantas no período final satisfeitas com a água que fica retida no canteiro (Pereira, 1989). Esta

drenagem será imprescindível caso ocorram precipitações significativas nos meses de Setembro e Outubro, ou caso a permeabilidade dos canteiros seja tão diminuta que não permita a secagem dos mesmos, de forma a apresentarem condições favoráveis à colheita. Contudo, nos canteiros dos arrozais actuais, nivelados com precisão, em que a área dos canteiros é muitas vezes superior a um hectare, a drenagem é feita de forma independente, permitindo a cada canteiro ser esvaziado individualmente no momento mais adequado, permitindo um esvaziamento escalonado (Pereira, 2004).

2.4.4. Controlo de infestantes, pragas e doenças

O arroz é afectado pela competição de plantas infestantes, ocorrência de doenças e ataque de pragas. O insucesso do controlo desses factores bióticos pode ter como consequência uma elevada perda da produção (Oerke *et al.*, 1994). O uso sistemático de pesticidas, como por exemplo herbicidas, contribui para causar o aparecimento de espécies resistentes (Busi *et al.*, 2004), provocar poluição ambiental (Ferrero *et al.*, 2001) e perturbar o equilíbrio dos auxiliares que combatem as pragas.

A forma mais eficaz de combater as infestantes passa pela adopção de boas práticas agronómicas integradas: mobilização, nivelamento, gestão da água, fertilização, escolha das variedades adaptadas, rotação de culturas e uso de semente certificada. Ferrero e Tabacchi (2002), apontam diversos trabalhos de investigação em que houve o desenvolvimento de cultivares resistentes a

pragas e doenças, altamente competitivas, com características alelopáticas que permitem a tolerância a herbicidas de largo espectro. O uso dessas variedades resistentes, associado a medidas profiláticas, pode ser a estratégia apropriada para prevenir prejuízos.

As espécies de interesse agronómico que competem com a cultura do arroz não são muito numerosas comparativamente com as que competem com outras culturas, uma vez que as condições onde este se desenvolve são bastante específicas. No entanto, as plantas infestantes emergem e desenvolvem-se com grande facilidade porque se encontram bem adaptadas às condições ambientais (Tinarelli, 1989).

As plantas infestantes são dos principais inimigos da cultura do arroz. Em Portugal, praticamente toda a área orizícola tem sido submetida à aplicação de um ou mais herbicidas ao longo de cada ciclo cultural (Calha e Rocha, 2004). As *Echinochloa* spp. P. Beauv. (Milhãs), o *Paspalum paspalodes* Michx. (graminhão) e a *Alisma plantago-aquatica* L. (orelha-de-mula) são as infestantes dominantes nos arrozais portugueses (Vasconcelos *et al.*, 1998).

Entre as Monocotiledóneas da família das Gramíneas, como o arroz, as infestantes que causam mais danos são as *Echinochloa* spp. P. Beauv. As espécies do género *Echinochloa* P. Beauv., são muito semelhantes ao arroz nos primeiros estados de desenvolvimento, têm grande capacidade de afilamento, as sementes apresentam óptima capacidade germinativa e as plantas produzem uma elevada quantidade de sementes (Silva, 1969). A

germinação é escalonada e uma grande quantidade de semente permanece no solo com ou sem viabilidade. Durante o afilamento distingue-se do arroz porque tem a base do caule vermelho-violáceo, posteriormente, as folhas são curvadas para baixo e não possuem lígula. As milhãs são favorecidas por baixos níveis de água, logo um aumento do nível da água é benéfico para o seu controlo.

O arroz bravo, espécie *Oryza sativa* L., também tem sido um problema, causando perdas económicas consideráveis. Esta espécie sofreu uma modificação genética em relação às espécies que consideramos com interesse. A sua presença é constante, evidenciando-se nos últimos anos devido a factores culturais como a ausência de rotações e a utilização de semente não certificada. Diferencia-se do arroz cultivado por possuir maior robustez, coloração verde mais intensa nas folhas e caule, desgranação mais fácil e mais precoce e as sementes apresentam um poder de germinação superior em condições adversas. O controlo químico é muito difícil devido à proximidade genética que tem do arroz e a monda manual é complicada nas fases iniciais do ciclo da planta.

Para a região do vale do Sorraia as pragas e doenças de maior relevância, em termos de regularidade dos ataques e dimensão dos prejuízos, são os afídeos e a *Pyricularia oryzae* Cavara.

A Piriculariose tem como principal sintoma a ocorrência de queimaduras, sendo essas lesões normalmente manchas, puntiformes e de cor

verde, que mais tarde enegrecem. Ataca folhas, nós do colmo, colmo e espiguetas. As lesões da folha variam de acordo com o grau de resistência da variedade, a idade da folha e as condições ambientais. As infecções no colo da panícula são especialmente destrutivas, uma vez que em ataques severos provocam a perda da produção da panícula. O transporte dos conídeos é efectuado pelo vento ou pela água de inundação. Uma vez sobre a planta começa o ciclo de infecção, podendo este repetir-se inúmeras vezes, dando origem a infecções secundárias, acabando em casos extremos por provocar epidemias. A severidade dos ataques é favorecida por períodos nublados frequentes e chuvas contínuas.

Entre as práticas culturais que desempenham um papel determinante na prevenção da doença, salientam-se as sementeiras precoces e as adubações azotadas equilibradas pois, quando em excesso, os tecidos vegetais oferecem menos resistência mecânica à penetração do fungo. Deve-se evitar altas densidades de sementeira, pois estas diminuem o arejamento e levam à permanência de água e humidades relativas mais elevadas que favorecem o aparecimento da doença.

Os afídeos são insectos pertencentes à ordem dos hemípteros, sendo a espécie mais comum *Schizaphis graminum* Rondani. (piolho verde), embora exista frequentemente outra espécie que ataca o arroz, o *Sitobion avenae* Fabricius., (piolho preto). São providos de uma armadura bucal picadora-sugadora com a qual injectam secreções salivares tóxicas, provocando uma

dessecação e deformação da zona atacada. Quando atacam o arroz no estado leitoso provocam a deformação do grão e da panícula. A presença e os danos passam muitas vezes despercebidos até que a cultura apresente uma cor pardacenta característica e um atraso vegetativo. O piolho preto é ainda vector do vírus que causa a virose do arroz. Por vezes existe no arrozal um complexo de insectos auxiliares passíveis de contribuir para a limitação das populações de afídeos, dos quais se destacam a *Coccinella septempunctata* L., a *Chrysopa vulgaris* Schneider. e o *Aphidius colemani* Viereck.

2.4.5. Colheita

Quando o arroz atinge a fase da maturação ocorre uma acumulação de reservas no fruto em simultâneo com uma paragem da actividade radical. A velocidade e a homogeneidade da maturação são influenciadas pela variedade, condições do solo, clima, regime hídrico e fertilização. O grão de arroz passa do estado leitoso inicial às fases, pastosa, semi-dura e dura em que se considera a maturação completa. Simultaneamente, a morfologia da planta altera-se, dá-se o amarelecimento de órgãos como as folhas, o colmo e as panículas assim como a diminuição da percentagem de humidade contida nas cariopses (Silva, 1969).

Com o avanço da fase da maturação a percentagem de grãos verdes diminui. Porém, a melhor época para se realizar a colheita não é aquela em que a maturação é intensa, pois conduz frequentemente a um baixo rendimento industrial, ou seja, a uma percentagem elevada de grãos partidos. O momento mais indicado é aquele em que o arroz tem níveis de humidade próximos de 20 %. Não é aconselhado que a humidade se situe nos 16% pois qualquer aumento repentino (reumidificação) pode levar ao estalamento do grão, nem acima dos 22% porque ainda existem muitas impurezas, nomeadamente arroz em fase de grão leitoso (maturação incompleta), afectando o rendimento industrial global (Castelo, 2009).

Segundo Coyaud (1950), o período adequado para ceifar varia entre 7 a 10 dias. Por ser relativamente curto é aconselhável que a sementeira seja escalonada ou que o agricultor diversifique ao nível do ciclo vegetativo da variedade semeada de forma a conseguir colher o arroz sem ficar prejudicado em termos de qualidade do grão.