

5. Análise e Discussão de Resultados

5.1. Comportamento das variedades Ariete e Eurosis

Para realizar a análise da população é importante não só definir a densidade de plantas, mas também o número de plantas por unidade de superfície (Wiley e Heath, 1970). Relativamente ao número de plantas emergidas, constatou-se que a variedade Eurosis teve uma emergência superior (Fig. 17).

A partir dos valores apresentados na Fig.18, verifica-se que na variedade Ariete emergiram aproximadamente 300 plantas por metro quadrado, enquanto a variedade Eurosis apresentou um número de plantas aproximado de 400 por metro quadrado. Como seria espectável, os diferentes tratamentos com clinoptilolita não afectaram a germinação/emergência do arroz. De facto, a germinação depende apenas das reservas da semente, e dos níveis apropriados de humidade, oxigénio e temperatura (Smith, 1995).

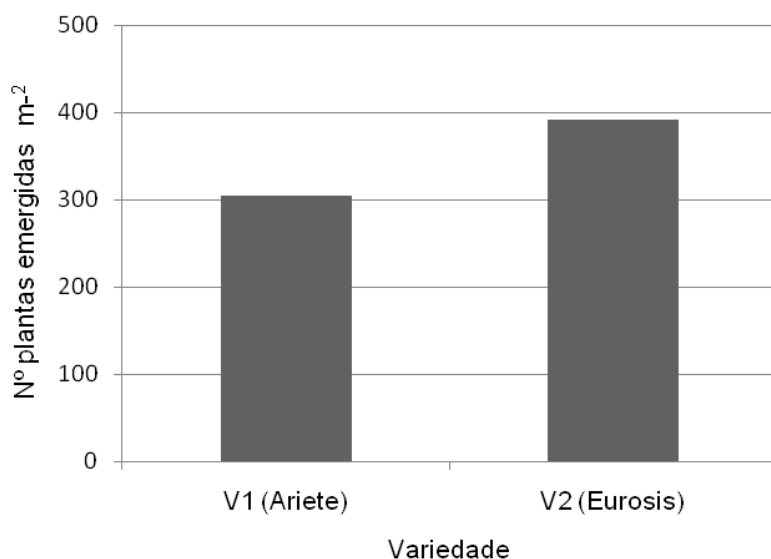


Fig.17. Nº de plantas emergidas das duas variedades estudadas.

5.2. Efeito da clinoptilolita na cultura do arroz

No Quadro 8 apresentam-se os valores médios da produção de grão e respectivas componentes para as duas variedades estudadas e quatro doses de clinoptilolita. O efeito dos tratamentos (2 variedades x 4 doses) foi significativo ao nível de 95% na componente número de panículas produtivas e no peso do grão (mg). Nas restantes componentes avaliadas, não existiram diferenças significativas para um intervalo de confiança de 95% (Anexo 5, p.113).

Resultados obtidos nos ensaios realizados pelo MADRP - DRAP Centro, no âmbito da medida 8 (Desenvolvimento Experimental e Demonstração), que decorreram nos anos de 2002 a 2005, onde se estudaram doze variedades de

arroz com o objectivo de avaliar o comportamento agronómico das variedades, determinar o rendimento industrial e a sua classificação comercial, permitiram constatar que o Ariete teve uma produção média de 6422 kg ha⁻¹ e o Eurosis produziu nos anos 2004 e 2005 cerca de 6522 kg ha⁻¹. É ainda de salientar que nestes ensaios se verificou que o Eurosis é mais resistente à piriculariose que o Ariete. Embora no ensaio realizado neste estudo a produção obtida tenha sido inferior, verifica-se a tendência do Eurosis para ser mais produtivo que o Ariete.

Quadro 8. Efeito dos tratamentos (Variedade x dose de Cp) na produção de arroz e respectivas componentes.

| Tratamento | Nº panículas potenciais (N.S) | Nº panículas produtivas | Nº grãos panícula ⁻¹ (N.S) | Nº grãos m ⁻² (N.S) | Peso do grão (mg) | Produção de grão (kg ha ⁻¹) (N.S) | Índice de colheita (N.S) |
|------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------|---|--------------------------|
| V1D1 | 160,0 | 128,7 b | 106,3 | 13453,0 | 27,85 a | 3752,3 | 0,275 |
| V1D2 | 146,0 | 101,5 c | 119,0 | 12145,0 | 27,70 a | 3361,0 | 0,264 |
| V1D3 | 172,3 | 131,7 b | 119,0 | 15082,8 | 27,95 a | 4223,5 | 0,320 |
| V1D4 | 173,5 | 127,2 b | 83,8 | 10435,5 | 27,65 a | 2886,0 | 0,235 |
| V2D1 | 165,0 | 128,5 b | 119,0 | 14989,3 | 25,15 b | 3770,8 | 0,306 |
| V2D2 | 169,0 | 139,8 ab | 117,8 | 16074,8 | 25,00 b | 4000,5 | 0,299 |
| V2D3 | 229,3 | 164,3 a | 92,5 | 15293,5 | 24,88 b | 3812,0 | 0,290 |
| V2D4 | 181,8 | 148,5 a | 100,5 | 14573,3 | 24,93 b | 3636,0 | 0,296 |

Legenda: V1- Variedade Ariete; V2- Variedade Eurosis; D1- 0 kg ha⁻¹ Fertisol; D2- 250 Kg ha⁻¹ Fertisol; D3- 500 kg ha⁻¹ Fertisol; D4- 750 kg ha⁻¹ Fertisol. N.s – Não significativo para um intervalo de confiança de 95%. As letras diferentes indicam valores médios diferentes para um intervalo de confiança de 95%.

5.2.1. Formação das componentes da produção

5.2.1.1. Número de panículas potenciais

O número de panículas é normalmente determinado de 8 a 12 dias após o afilhamento máximo. Os principais factores que influenciam o número de panículas por unidade de área são a densidade de sementeira, a adubação e a variedade (Yoshida, 1981; Fageria *et al.*, 1982).

Entre o número de plantas emergidas e o número de panículas potenciais, há que ter em consideração a taxa de afilhamento. Esta taxa é obtida a partir da razão entre o número de panículas potenciais e o número de plantas, influenciada por factores ambientais e pela variedade utilizada (Luzes, 1990). Geralmente, quando o afilhamento é baixo, como ocorreu neste ensaio, verifica-se, posteriormente, uma maior uniformidade na maturação do grão (Yoshida, 1978).

A partir da taxa de afilhamento verificou-se que ocorreram perdas na população relativamente à população emergida (plantas m⁻²), ou seja, a sobrevivência das plantas foi inferior a 50%. A variedade que sofreu maiores perdas foi a Eurosia (Quadro 8). Será por isso interessante encontrar uma explicação para esta diferença de valores. Segundo Portero (2001), apenas 30% da semente colocada no terreno contribui para a população de plantas produtivas. Durante as primeiras semanas de desenvolvimento da cultura, o número potencial de plântulas é reduzido a metade, um terço, ou eventualmente mais, em más condições de sementeira. Estas perdas podem

dever-se ao vento, responsável pela ondulação existente nos canteiros causar o arranque de jovens plantas (Barbier *et al.*, 1990 citado por Matias, 2000). Estas perdas tão elevadas transformam a fase da sementeira ao afilamento num factor determinante para a evolução da cultura do arroz (Matias, 2000).

Segundo Ferreira (2007), a Texas Cooperative Extension recomenda que para a cultura de arroz a população pretendida de plantas situa-se entre 160 a 210 plantas por metro quadrado. Na Fig. 18 é possível constatar que a variedade Eurosis tem o maior valor de panículas potenciais para a aplicação de 500 kg ha⁻¹, dose recomendada pelo fabricante. A dose 250 kg ha⁻¹ não teve qualquer influência, uma vez que o número de panículas potenciais é semelhante à testemunha, sem Fertisol, e a aplicação 750 kg ha⁻¹ teve um efeito negativo, quando comparada com a precedente.

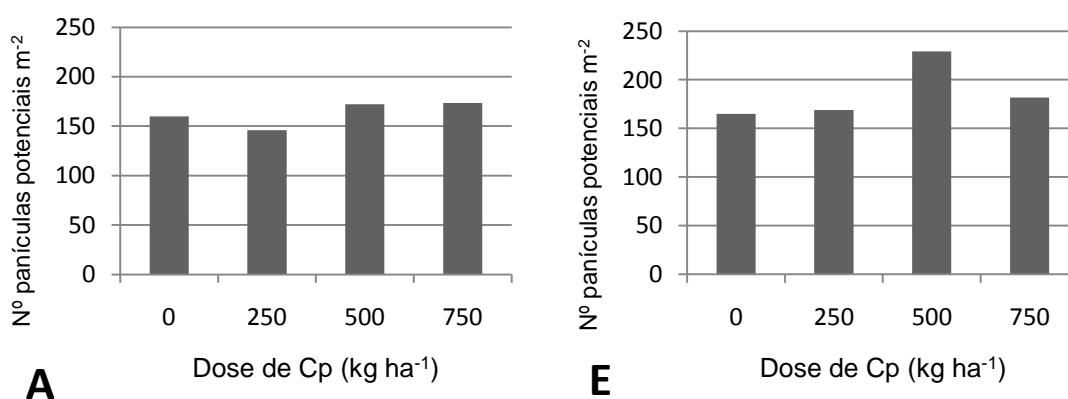


Fig. 18. Número de panículas potenciais de arroz verificadas com a aplicação de quatro doses de Cp (kg ha⁻¹) **A** – Ariete; **E** – Eurosis.

Entre o número de panículas potenciais e o número de panículas produtivas (Fig. 19) houve um decréscimo relativamente ao valor esperado (Quadro 8, p. 75). Estas perdas ocorreram não só devido a uma possível redução no número de plantas, mas também porque nem todas as panículas potenciais contribuem para o número de panículas produtivas, ou seja, ocorreu uma fraca taxa de sobrevivência. Não houve uma diferença evidente entre as doses aplicadas ou as variedades utilizadas, mas verificou-se que tiveram o mesmo tipo de resposta relativamente à aplicação de Fertisol que, no número de panículas potenciais, o valor mais elevado foi para a dose recomendada.

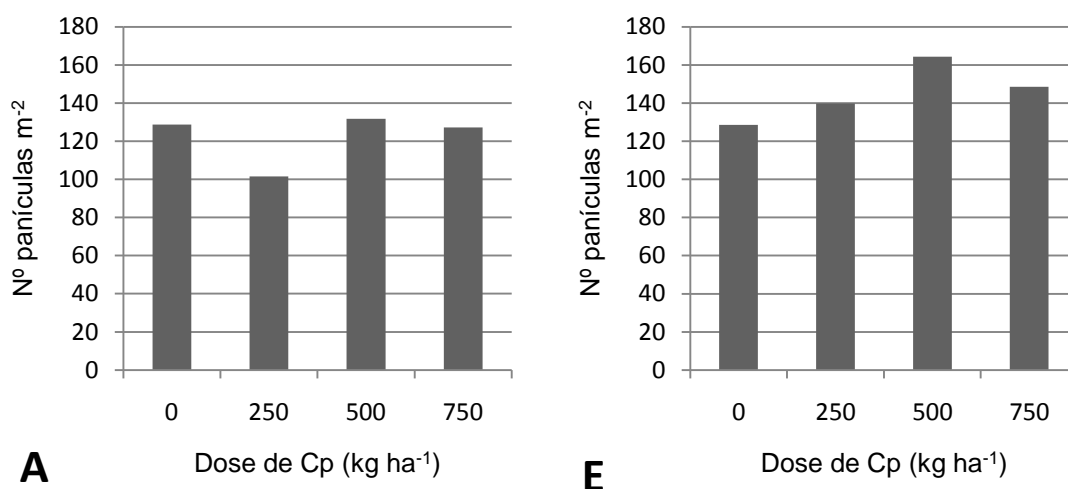


Fig. 19. Número de panículas produtivas verificadas para as quatro doses de Cp aplicadas. **A** – Ariete; **E** – Eurosis.

5.2.1.2. Número de grãos

A diferenciação dos grãos tem início aproximadamente 15 a 23 dias antes da floração. Durante este período é determinado o número máximo de grãos. O número de grãos por panícula ou por unidade de área é influenciado pela densidade de sementeira, adubação, radiação solar, disponibilidade de água, temperatura e variedade (Yoshida, 1972).

Nas variedades em ensaio, Ariete e Eurosis, não se verificaram diferenças significativas no número de grãos por panícula (Fig. 20) para as quatro doses de clinoptilolita aplicadas. Para a variedade Eurosis, o menor valor de grãos verificado foi para a dose de 500 kg ha⁻¹, enquanto para a variedade Ariete o menor valor correspondeu à dose 750 kg ha⁻¹. Daqui se concluiu que a variedade Eurosis deixou de ter uma resposta positiva à aplicação de doses de Fertisol superiores à dose recomendada (500 kg ha⁻¹).

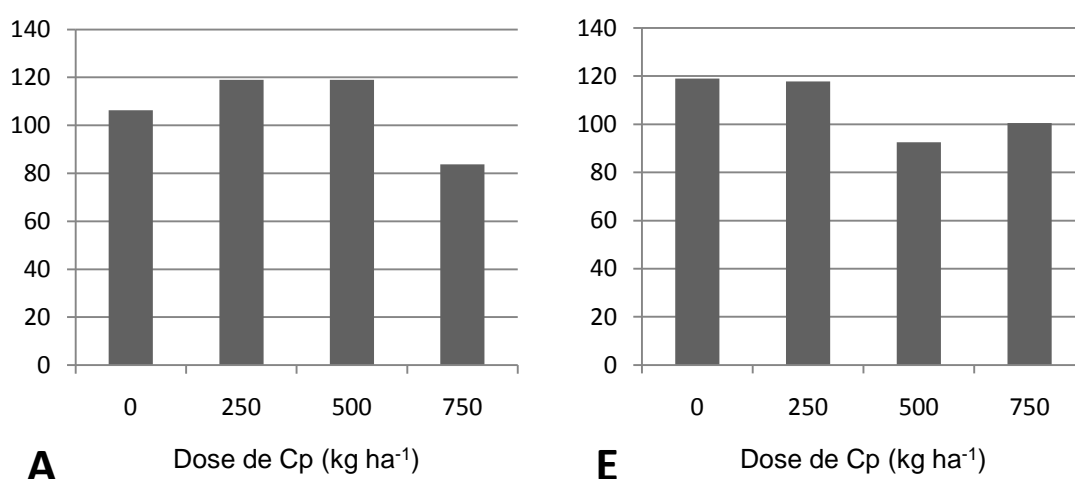


Fig. 20. Número de grãos por panícula de arroz com a aplicação de quatro doses de clinoptilolita. **A** – Ariete; **E** – Eurosis.

Numa primeira análise aos efeitos da clinoptilolita podemos constatar que na variedade Ariete tende a existir uma relação explicada por uma função quadrática entre a dose aplicada e o número de grãos por panícula (Fig. 21).

Na variedade Ariete a aplicação de clinoptilolita influenciou positivamente o número de grãos por panícula até à dose recomendada e a partir do valor recomendado nota-se um efeito negativo, que tem como consequência a diminuição da componente da produção, número de grãos por panícula.

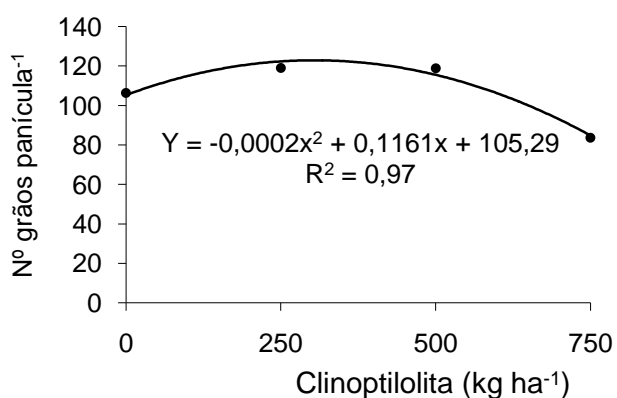


Fig. 21. Relação entre o número de grãos panícula⁻¹ e a dose aplicada de clinoptilolita (kg ha⁻¹) na variedade Ariete.

Na variedade Eurosis, o valor mínimo para o número de grãos por panícula correspondeu à dose 500 kg ha⁻¹.

Observou-se que para todos os tratamentos, o número de grãos por metro quadrado foi superior na variedade Eurosis (Fig. 22). Houve uma resposta muito irregular à aplicação de clinoptilolita ao nível do número de

grãos por metro quadrado. No caso da variedade Eurosis, o valor mais elevado foi atingido com a dose de 250 kg ha⁻¹ de clinoptilolita, enquanto na variedade Ariete o maior valor correspondeu a 500 kg ha⁻¹ (Fig. 22).

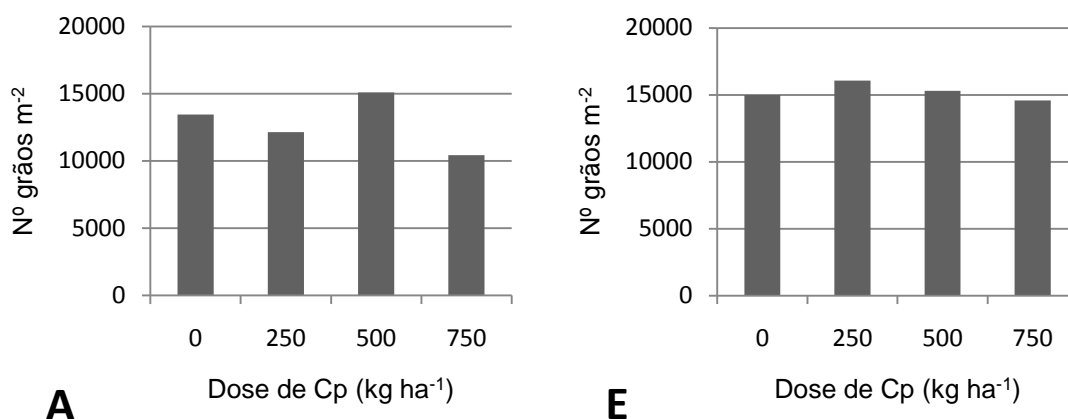


Fig. 22. Número de grãos m⁻² obtidos com a aplicação de quatro doses de clinoptilolita. **A** – Ariete; **E** – Eurosis.

5.2.1.3. Peso do grão

O peso do grão depende, em primeiro lugar, do tamanho da casca, que é determinada, aproximadamente, uma semana antes da floração (Yoshida, 1972). Em segundo lugar, depende da formação do grão durante a fase de maturação e formação do grão. Deficiência hídrica e carência de azoto (N), baixa radiação solar e infecções de *Pyricularia oryzae* Cavara, no período da floração, reduzem o peso do grão. Em cada variedade, o peso de 1000 grãos é uma componente da produção relativamente constante, ou seja, só se altera quando as plantas estão sujeitas a situações de stress durante a fase de enchimento do grão (Yoshida, 1981; Dingkuhn, 2004).

Relativamente ao peso do grão, verifica-se que o Ariete tem um peso do grão diferente do Eurosis. Enquanto no primeiro o peso médio de 1000 grãos se aproxima de 28 g, no segundo o valor desce para 25 g (Quadro 8, p. 75). Esta característica não tem qualquer relação com a aplicação de Cp, mesmo porque não existem diferenças significativas (Quadro 8, p. 75; Fig. 23). As disparidades constatadas verificam-se entre variedades sobretudo devido a factores genéticos. Ao comparar o peso do grão obtido com o esperado (folhetos da variedades), verifica-se que o Ariete tem o peso médio de 1000 grãos semelhante ao esperado (29 g), enquanto o Eurosis ficou abaixo do valor esperado (28 g), com o peso a rondar as 25 g.

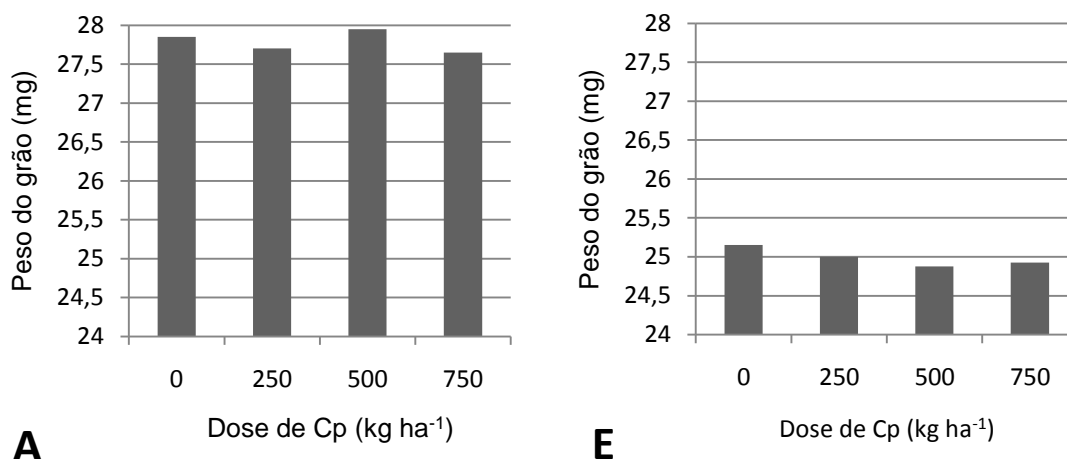


Fig. 23. Peso do grão obtido com a aplicação de quatro doses de clinoptilolita. **A** – Ariete; **E** – Eurosis.

Existe um bom ajustamento a partir de uma função quadrática (Fig. 24) entre a aplicação de clinoptilolita e o peso do grão (coeficiente de determinação de 99%). Para a aplicação da dose recomendada de 500 kg ha⁻¹, o peso do grão foi o menor. A testemunha, sem zeólita teve o maior peso do grão.

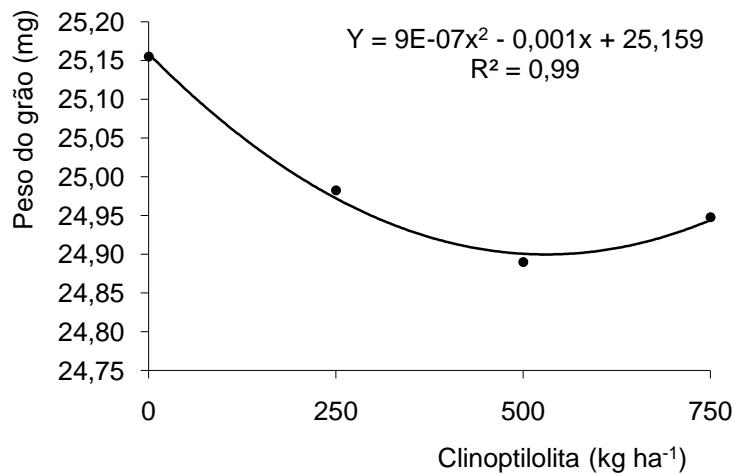


Fig. 24. Relação entre o peso do grão (mg) e a dose aplicada de clinoptilolita (kg ha⁻¹) na variedade Eurosis.

5.2.2. Produção de grão

De acordo com informação cedida pelo Cotarroz, o ano agrícola de 2008 foi um ano de produções baixas, no ensaio de variedades realizado no centro. A variedade Ariete teve uma produção média de 5166 kg ha⁻¹, e a Eurosis 4277 kg ha⁻¹. Possivelmente, a ocorrência de precipitação intensa no mês de Abril, que impediu a instalação dos ensaios na data desejável e a ocorrência de um Verão menos quente que o ano médio, contribuíram para estes resultados. No ensaio realizado neste estudo, além das condições climáticas referidas anteriormente, que impediram as plantas de arroz de atingirem o seu potencial produtivo, o facto de ter existido apenas uma adubação de cobertura e esta ter sido tardia, pode ter limitado o valor da produção final.

A produção de grão por unidade de área foi máxima na variedade Ariete (Fig. 25A) para a dose 500 kg ha⁻¹, correspondendo este valor à produtividade mais elevada obtida no ensaio. Para os talhões testemunha das duas variedades a produção foi semelhante (Fig.25). Para a variedade Eurosis, constata-se que o pico em termos produtivos foi atingido com a dose 250 kg ha⁻¹. Após este valor, o acréscimo de Fertisol conduz a um decréscimo em termos produtivos (Fig. 25E). Em ambas as variedades, os mínimos em termos de produção verificam-se para a dose máxima de Fertisol (Quadro 8, p. 75 e Fig. 25). Por isto, e pelo facto de ter existido um défice de azoto no solo durante a fase vegetativa, podemos supor, conforme referem os autores Jha e Hayashi (2009), que o facto de as zeólitas provocarem a retenção de catiões, (como o NH₄⁺ na sua estrutura cristalina), impedindo as bactérias de o transformarem (rapidamente) em formas facilmente assimiláveis pelas plantas, está na origem deste fenómeno. Em condições normais este processo prolonga o acesso ao azoto, sendo benéfico. Neste caso, como o azoto era limitado, não foi favorável, pois possivelmente parte deste ficou retido. A disponibilização “lenta e gradual” não satisfaz o ritmo de crescimento da planta, prejudicando-a sobretudo na fase vegetativa e início da reprodutiva ao nível do número de panículas potenciais e, em consequência, de componentes como o número de grãos e produção de grão que delas dependem.

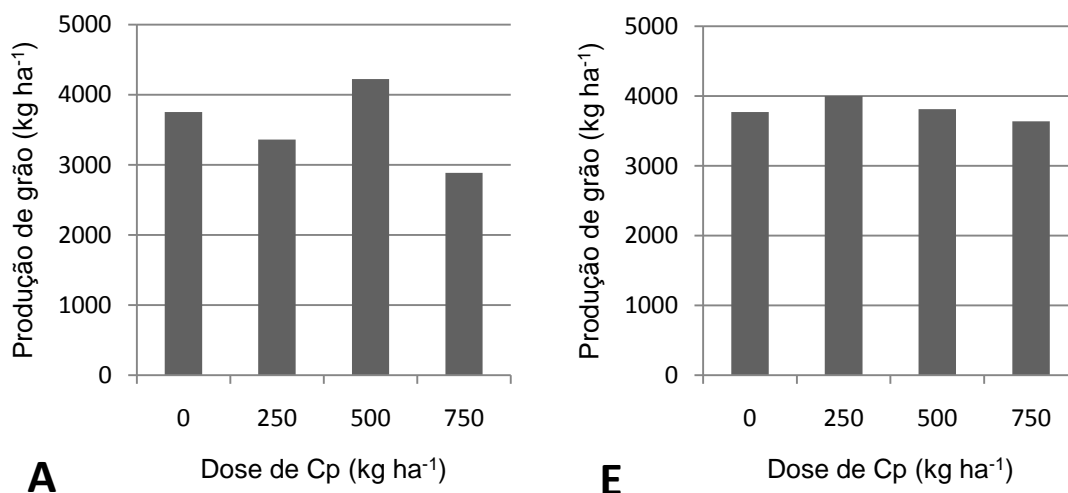


Fig. 25. Produção de grão obtida com a aplicação de quatro doses de clinoptilolita **A** – Ariete; **E** – Eurosis.

Conforme se verifica na Fig. 26, um aumento do número de grãos por metro quadrado promove um acréscimo da produção de grão. De acordo com o modelo linear da Fig. 26, verifica-se que o acréscimo de 2000 grãos por metro quadrado permite um acréscimo elevado da produção de grão por hectare.

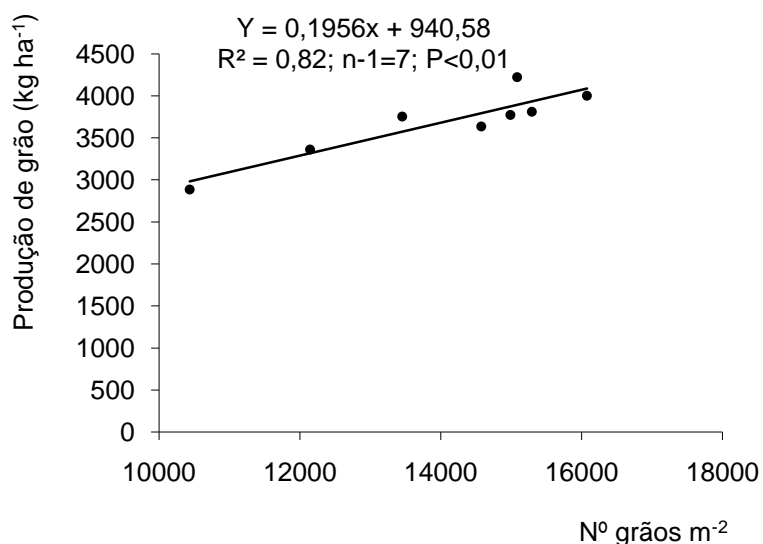


Fig. 26. Relação entre a produção de grão e a dose aplicada de Cp para as duas variedades estudadas (Ariete e Eurosis).

Ao aumentar a produção de grão obtemos um aumento do índice de colheita. Este varia com os factores ambientais e a variedade, e existe uma correlação negativa entre a altura da planta e o índice de colheita (IRRI, 1987). O índice de colheita não apresenta variação entre as doses aplicadas de clinoptilolita nem na variedade Eurosis, nem na variedade Ariete (Fig. 27), que manteve o mesmo comportamento em relação à produção de grão e atingiu o seu pico máximo com a aplicação da dose de 500 kg ha⁻¹, verificando-se uma tendência similar à que caracterizou alguns componentes da produção com um decréscimo para a dose máxima de clinoptilolita aplicada (Fig. 27).

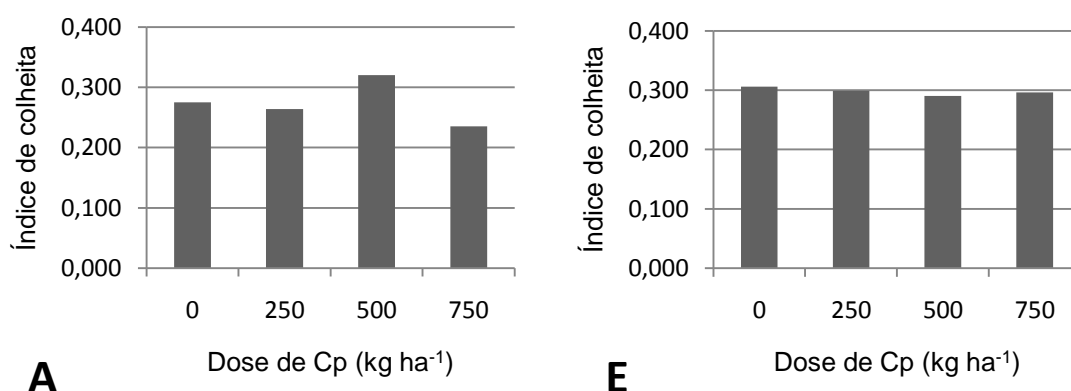


Fig. 27. Índice de colheita obtido com a aplicação de quatro doses de clinoptilolita. **A** – Ariete; **E** – Eurosis.

5.2.3. Comportamento industrial

Em termos de rendimento industrial, não há quaisquer diferenças (Fig. 28) entre as duas variedades e para as doses de Cp aplicadas. O Eurosis tem menor percentagem de trincas, ou seja, grãos partidos, logo o seu rendimento industrial é superior ao Ariete (Quadro 9). Nos ensaios realizados pelo Eng. Serafim Andrade, no ano de 2005, o rendimento industrial destas duas variedades teve o mesmo comportamento.

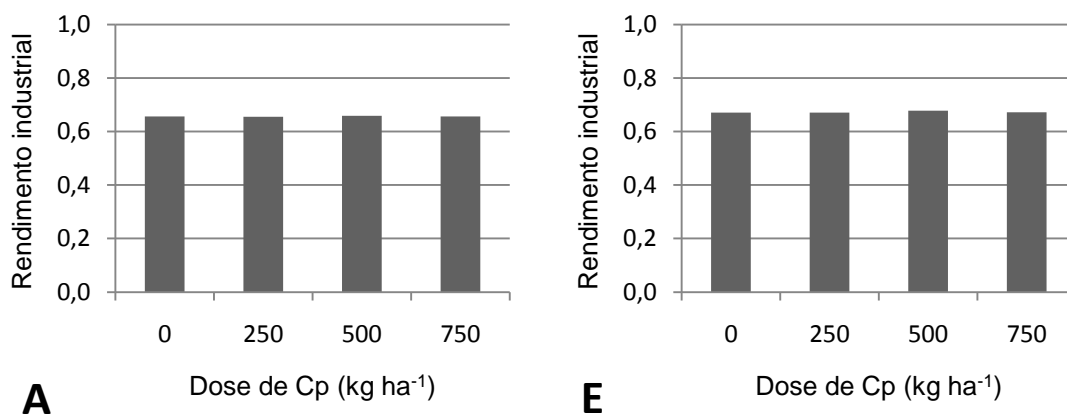


Fig. 28. Rendimento industrial obtido com a aplicação de quatro doses de clinoptilolita. **A** – Ariete; **E** – Eurosis.

Quadro 9. Comportamento industrial obtido nas duas variedades para as quatro doses de Cp aplicadas.

| Tratamento | Trincas (%) | Grãos Inteiros Brancos (%) | Grãos Gessados (%) | Grãos Vermelhos (%) | Grãos Manchados (%) | Total Inteiros (%) | Rendimento Industrial (%) |
|------------|-------------|----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|
| V1D1 | 18,3 | 46,6 | 0,6 | 0 | 0,1 | 47,3 | 65,6 |
| V1D2 | 18,7 | 46,1 | 0,6 | 0 | 0,1 | 46,8 | 65,5 |
| V1D3 | 18,4 | 47,0 | 0,4 | 0 | 0,1 | 47,5 | 65,9 |
| V1D4 | 16,0 | 49,0 | 0,5 | 0 | 0,1 | 49,6 | 65,6 |
| V2D1 | 10,1 | 55,6 | 1,2 | 0 | 0,1 | 56,9 | 67,0 |
| V2D2 | 11,3 | 54,2 | 1,5 | 0 | 0,1 | 55,8 | 67,1 |
| V2D3 | 14,0 | 51,9 | 1,7 | 0 | 0,2 | 53,8 | 67,8 |
| V2D4 | 11,4 | 54,0 | 1,7 | 0 | 0,1 | 55,8 | 67,2 |

5.3. Considerações finais

Como considerações finais desta discussão é importante questionar porque é que algumas componentes da produção e as produções propriamente ditas foram tão reduzidas. É possível numerar três causas, das quais duas podem ser corrigidas em futuros ensaios. A primeira, é o facto da temperatura no ano em que decorreu o ensaio ter sido em geral inferior à média dos anos anteriores, facto que, como é óbvio, não é possível alterar, pois a actividade agrícola depende do clima, cada vez mais incerto. Em segundo lugar, uma falha técnica, o facto de só ter sido feita uma adubação de cobertura e esta ter sido bastante tardia. Por último, não quantificámos a brança que, no entanto, caracteriza, de forma geral, a produção de arroz.

Segundo Vianna (1969), a temperatura desempenha um papel extremamente importante na vida do arroz. Para que as plantas completem o

seu ciclo é necessário que o calor recebido, ou seja, o número de graus térmicos acumulados, desde a sementeira à maturação do grão, atinja determinados valores que, em geral, variam entre 3500°C e 4500°C, conforme a variedade é precoce ou tardia. Neste ensaio, a planta atingiu a maturação (inicial) após acumular 2475°C, e a maturação completa após somar 2767°C. Ao comparar a temperatura média no ano em que se realizou o ensaio com a do intervalo de dez anos (1998-2008), é possível constatar que a temperatura média foi ligeiramente inferior em 2008, ou seja, embora a planta tenha atingido a maturação, esta não foi obtida com um somatório de temperaturas médias que permitisse à cultura expressar todo o seu potencial produtivo.

Um dos factores que limita a produção é o Azoto. Este nutriente é essencial para a planta de arroz, cerca de 75% do azoto foliar é associado aos cloroplastos, que são fisiologicamente importantes na produção de matéria seca através da fotossíntese (Dalling, 1985, citado por Gonçalves, 2006). As plantas de arroz exigem azoto durante a fase vegetativa, crescimento e afilhamento, fase em que se determina o número de panículas potenciais (Mae, 1997). Posteriormente, este elemento contribui para a produção de espiguetas durante a formação inicial da panícula e mais tarde influencia o enchimento do grão (Mae, 1997).

Seria de esperar, em condições normais, que uma baixa densidade de sementeira levasse a um aumento do afilhamento e vice-versa, ou seja, a planta tem mecanismos de compensação, e assim, quando existem poucas

plantas emergidas, tende a ocorrer maior afilhamento. Na globalidade do ensaio, não só não se verificou praticamente afilhamento, como houve uma redução da população inicial. É de crer que este efeito tenha sido causado pelo atraso na adubação de cobertura, o que terá causado deficiências nutricionais na planta, numa fase crucial do seu ciclo. Bellido (1991) afirma que a acumulação de azoto na planta ocorre durante a fase vegetativa e vai diminuindo nas etapas seguintes do seu desenvolvimento. Para Castelo (2009), as maiores necessidades de azoto da planta de arroz ocorrem 25 a 50 dias após a sementeira e no início da fase reprodutiva. O primeiro período corresponde ao afilhamento, altura em que a planta aumenta a área foliar e define o número de panículas por unidade de superfície. Posteriormente, na fase de reprodução, ocorre o alargamento do colmo e o desenvolvimento da panícula, definindo-se o número potencial de grãos por panícula. O azoto absorvido pela planta durante o desenvolvimento da panícula (desde o início até à floração) aumenta o número de espiguetas cheias por panícula, enquanto aquele que for absorvido depois da floração tende a favorecer o enchimento do grão. Por estas razões, diversos autores (Yoshida, 1981; Datta, 1986; Tinarelli, 1989; Portero, 2001) sugerem que as adubações de cobertura devem ser realizadas no início do afilhamento (um mês após a sementeira) e na diferenciação da panícula (aproximadamente dois meses após sementeira dependendo da precocidade das variedades).

No que concerne à produção da cultura interessa referir, mais uma vez, que neste estudo não foi quantificada a “brança”, ou seja, o número de espiguetas inférteis e/ou cariopses mal formadas. Este fenómeno é mais evidente quando ocorrem temperaturas abaixo dos 12°C na fase reprodutiva (Gunawardena, 1998; Genovese, 2005 citados por Valente, 2007). No entanto, qualquer situação de stress a que planta esteja sujeita, como elevada densidade de sementeira, salinidade e desequilíbrios nutritivos, pode levar ao aumento da brança, o que é bastante prejudicial em termos de rendimento. Para Matsui (2004), citado por Valente (2007), o efeito de estufa e as altas temperaturas (quando a máxima diária durante a floração é superior a 34°C) podem induzir a esterilidade das espiguetas.