

Avaliação dos impactos económicos da rega deficitária no perímetro de rega da Vigia

G. Rodrigues, L.S. Pereira

Centro de Estudos de Engenharia Rural, Instituto superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, Fax: +351 21 362 1575.

Evaluación de los impactos económicos del riego deficitario en el perímetro de riego de Vigia. Como consecuencia de la sequía, los agricultores podrían tener que adoptar la técnica de riego deficitario, por lo que la discusión sobre esta técnica está ganando importancia en la agricultura portuguesa. La técnica del riego deficitario consiste en aplicar riegos cuyo volumen está por debajo de las necesidades reales del cultivo, afectando en consecuencia a su producción. Su impacto sobre la productividad del cultivo y sobre el balance económico del mismo pueden ser negativos o no, dependiendo del calendario de riego adoptado, y de los modelos de los que dispone el agricultor para implementarlo. Las pérdidas de productividad que resultan del riego deficitario podrían ser aceptables si la gestión del riego permitiera controlar el déficit, y si éste fuera impuesto durante los periodos en los que el cultivo es menos sensible. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la productividad del agua para cultivos como el maíz, el girasol y el trigo, en algunas parcelas del perímetro de riego de Vigia, empleando 2 modelos de simulación del balance hídrico del suelo – WinISAREG y SIMDualKc. Los resultados relativos al análisis del cociente entre el valor de la producción y el coste de agua muestran que el riego deficitario podría ser viable cuando el coste del agua no cubra los costes totales de inversión, y son muy dependientes de la eficacia del sistema de irrigación empleado.

Palabras clave: balance hídrico, calendario de riego, productividad del agua, costes del agua.

Avaliação dos impactos económicos da rega deficitária no perímetro de rega da Vigia. Devido à ocorrência de secas, os agricultores poderão ter que adoptar a técnica de rega deficitária, tornando-se esta um tema de elevada importância na agricultura portuguesa. A técnica da rega deficitária consiste em deliberadamente aplicar dotações de rega inferiores às necessidades hídricas reais da cultura, afectando consequentemente a sua produção. Os seus impactos ao nível da produtividade da cultura e dos respectivos resultados económicos podem ou não ser negativos, dependendo estes da calendarização de rega adoptada e dos modelos ao dispor do agricultor para a implementar. As perdas de produção associadas à rega deficitária podem ser aceitáveis se a gestão da rega for efectuada de modo a controlar o défice, e se este for imposto nos estágios em que a cultura é menos sensível. Este trabalho tem como objectivo avaliar as produtividades da água para as culturas do milho, girassol e trigo, em algumas parcelas do perímetro de rega da Vigia recorrendo à utilização de dois modelos de simulação do balanço hídrico do solo – WinISAREG e SIMDualKc. Os resultados obtidos pela análise da razão entre o valor da produção e o custo da água revelam que a rega deficitária pode ser viável para os custos actuais da água mas não se ocorrer cobertura total dos custos de investimento e que a viabilidade depende fortemente dos desempenhos dos sistemas de rega.

Palavras chave: balanço hídrico, calendarização da rega, produtividade da água, custos da água.

In droughts years, farmers may have to adopt deficit irrigation to cope with limited water availability, which makes this technique to have an increased importance for Portuguese agriculture. Deficit irrigation consists in deliberately apply irrigation depths smaller than those required to satisfy the crop water requirements, thus affecting evapotranspiration and yields. Impacts on yields and related economic results should not be negative and depend upon the adopted irrigation scheduling, production costs, irrigation performances, and yield values. Support to farmers through the use of simulation models may help them to adopt an irrigation management that controls water deficits in such a way that deficits are applied during the less sensitive crop development stages. The main goal of this work is to evaluate the water productivities of maize, sunflower and wheat crops in some Vigia irrigation district plots, using two soil water balance simulation models – WinISAREG and SIMDualKc. The results analysed through the economic water productivity ratio show that deficit irrigation may be feasible when water costs do not cover the total investment costs and are dependent of the performance of the irrigation systems used by the farmers.

Key-words: water balance, irrigation scheduling, water productivity, water costs.

Introdução

A água assume um papel fulcral no desenvolvimento. Hoje em dia, um dos grandes problemas com que nos deparamos é a sua crescente escassez, levando à necessidade de otimizar a sua utilização em todas as actividades humanas, nomeadamente em rega, que utiliza grande parte dos recursos hídricos mundiais. O elevado uso por este sector deve-se ao facto de que, em climas áridos, semi-áridos e sub-húmidos, é a rega a solução que permite atingir níveis aceitáveis de produção agrícola.

A rega em défice leva a que as perdas culturais possam ser desastrosas a nível económico, e a rega em excesso leva a um desperdício de água, a um aumento dos custos de produção e a uma gestão pobre dos recursos hídricos disponíveis. Visto isto, a condução de rega – quando e quanto regar – assume importância fundamental. Para a sua análise e melhoria pode recorrer-se à simulação do balanço hídrico das culturas e posterior análise económica recorrendo aos resultados dessa simulação.

Este trabalho tem como objectivo avaliar as produtividades da água (*WP*) para as culturas do milho, girassol e trigo em algumas parcelas do perímetro de rega da Vigia. Para o efeito, as *WP* foram estimadas através das dotações brutas de rega (*Db*) e da estimativa da produção máxima da cultura (Y_m). As *Db* foram calculadas a partir da simulação dos balanços hídricos do solo de três parcelas do perímetro e das eficiências de aplicação (E_a) avaliadas previamente nos respectivos sistemas de rega. As dotações líquidas (*D*) foram obtidas por simulações com recurso a dois modelos – WinISAREG (Pereira *et al.*, 2003) e SIMDualKc (Godinho *et al.*, 2007) – utilizando-se para tal dados climáticos diários da Estação Meteorológica de Évora e as características hidráulicas dos solos das parcelas em estudo disponíveis na base de dados do CEER e da EAN (Paz *et al.*, 2007). A Y_m foi determinada recorrendo aos dados climáticos da região, assim como a dados previamente tabelados. Para os diferentes anos de procura climática, determinados com base nas séries de necessidades líquidas de rega (NIR), estudaram-se diferentes estratégias de rega com diferentes níveis de restrições nas dotações e avaliaram-se os impactos destas estratégias na produção em termos de resultados económicos e de produtividade da água. Os custos da água para a rega, necessários ao cálculo da produtividade económica da água, resultaram da avaliação de inquéritos previamente realizados no perímetro, tendo em conta, também, os custos iniciais e de exploração da obra.

Materiais e métodos: produção potencial e produtividade da água

A produção máxima de uma cultura (Y_m) é definida por Doorenbos e Kassan (1979) como a produção colhida de uma variedade altamente produtiva, bem adaptada às condições climáticas onde está inserida, sob condições onde a água, os nutrientes e as doenças e pragas não limitam a produção. Os factores climáticos que determinam a produção são a temperatura, a radiação e a duração de todo o período de crescimento, além dos requisitos específicos de cada cultura em temperatura e duração do dia. O crescimento e produção de uma cultura são afectados pela radiação recebida durante o período de crescimento pelo que a sua resposta em relação à quantidade de radiação pode ser convertida em crescimento e produção, diferente de cultura para cultura. Esta diferença tem um efeito importante na eficiência da utilização da água para a produção. Por exemplo, o milho pode converter 1 a 2% da radiação captada em crescimento. A Y_m pode ser calculada segundo os métodos descritos por Doorenbos e Kassan (1979) que permitem a quantificação da produção de diferentes áreas e identificam as áreas mais propícias à produção de uma dada cultura. Sob condições normais, as quebras de produção podem ocorrer devido a condições climáticas adversas em períodos curtos, limitações no fornecimento de água e nutrientes, ou problemas na gestão das culturas, incluindo a preparação do terreno, a monda e a colheita. Em suma, a produção potencial (Y_{mp} , kg/ha/período) de uma cultura altamente produtiva, adaptada ao clima, que tem o seu crescimento sob condições não coactivas, com um período de desenvolvimento de *G* dias, quando $y_m > 20$ kg/ha/hora é estimada por

$$Y_{mp} = cL \times cN \times cH \times G \times [F \times (0.8 + 0.01 \times y_m) \times y_o] + (1 - F) \times (0.5 + 0.025 \times y_m) \times y_e \quad (1)$$

ou, quando $y_m < 20$ kg/ha/hora, por

$$Y_{mp} = cL \times cN \times cH \times G \times [F \times (0.5 + 0.025 \times y_m) \times y_o + (1 - F) \times (0.05 \times y_m) \times y_e] \quad (2)$$

onde *cL* é a correcção para o desenvolvimento da cultura ao longo do tempo e a área da folha []; *cN* é a correcção para a produção líquida de matéria seca (0.6 para climas frios e 0.5 para climas quentes) []; *cH* é a correcção para a fracção colhida []; *G* é o período de crescimento total [dias]; *F* é a fracção do dia em que o céu se encontra nublado []; y_m é a quantidade bruta de matéria seca foliar da cultura para um dado clima [kg ha⁻¹ dia⁻¹]; y_o é a produção bruta de matéria seca da cultura

padrão para um dado local num dia completamente nublado [$\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$] e y_c é a produção bruta de matéria seca da cultura padrão para um dado local num dia não nublado [$\text{kg ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$].

Actualmente existe uma forte tendência para maximizar WP em detrimento da atenção dada a outros indicadores de desempenho. WP pode ser definida como a razão entre a produção atingida pela cultura, em kg e o uso da água, expresso em m^3 (Pereira, 2007):

$$WP = \frac{Ya}{TWU} \quad (3)$$

em que Ya é a produção atingida e TWU a água total utilizada para atingir Ya , incluindo a precipitação. Contudo, TWU pode referir-se exclusivamente ao total de água utilizada na parcela (TWU_{Farm}), incluindo a precipitação e a rega (WP_{Farm}),

$$WP_{Farm} = \frac{Ya}{TWU_{Farm}} \quad (4)$$

ou considerar-se apenas a água de rega (IWU_{Farm}), tendo-se então:

$$WP_{I-Farm} = \frac{Ya}{IWU_{Farm}} \quad (5)$$

A equação 3 pode tomar uma forma diferente, visto a água ter diferentes origens:

$$WP = \frac{Ya}{P + CR + \Delta SW + I} \quad (6)$$

onde P é a precipitação, CR é a ascensão capilar, ΔSW é a diferença da água do solo entre a plantação e a colheita e I é a dotação de rega, todos expressos em mm .

O significado destes indicadores é necessariamente diferente e pode causar contradições ao usar-se apenas a expressão “produtividade de água”. A ideia de que ao aumentar a produtividade da água existe poupança de água não é inteiramente verdade visto que é necessário distinguir entre uso consumptivo e não consumptivo (ver Pereira *et al.*, 2002; Pereira, 2007).

É, também, importante considerar as questões económicas relacionadas com a produtividade da água, visto que o objectivo do produtor é maximizar rendimentos e lucro. Substituindo o numerador das equações acima referidas pelo valor monetário da produção Ya atingida pela cultura, a produtividade económica da água ($EWPR$) é expressa em €/m^3 e definida por:

$$EWPR = \frac{\text{Valor}(Ya)}{TWU} \quad (7)$$

Contudo, a economia da produção é menos visível nesta forma do que se o numerador e o denominador forem expressos em termos monetários, respectivamente o valor da quantidade produzida e o custo da TWU , traduzindo-se pela seguinte razão:

$$EWPR = \frac{\text{Valor}(Ya)}{\text{Custo}(TWU)} \quad (8)$$

ou, assumindo que todos os custos da água se devem aos custos da rega, por:

$$EWPR = \frac{Valor(Y_a)}{Custo(I)} \quad (9)$$

A **Figura 1** descreve o procedimento para determinar a produtividade da água, assim como os processos intermédios, tais como a determinação da produção potencial da cultura (Y_m) e a determinação das dotações brutas aplicadas, recorrendo aos modelos KCISA (Rodrigues *et al.*, 2000), WinISAREG (Pereira *et al.*, 2003) e SIMDualKc (Godinho *et al.*, 2007).

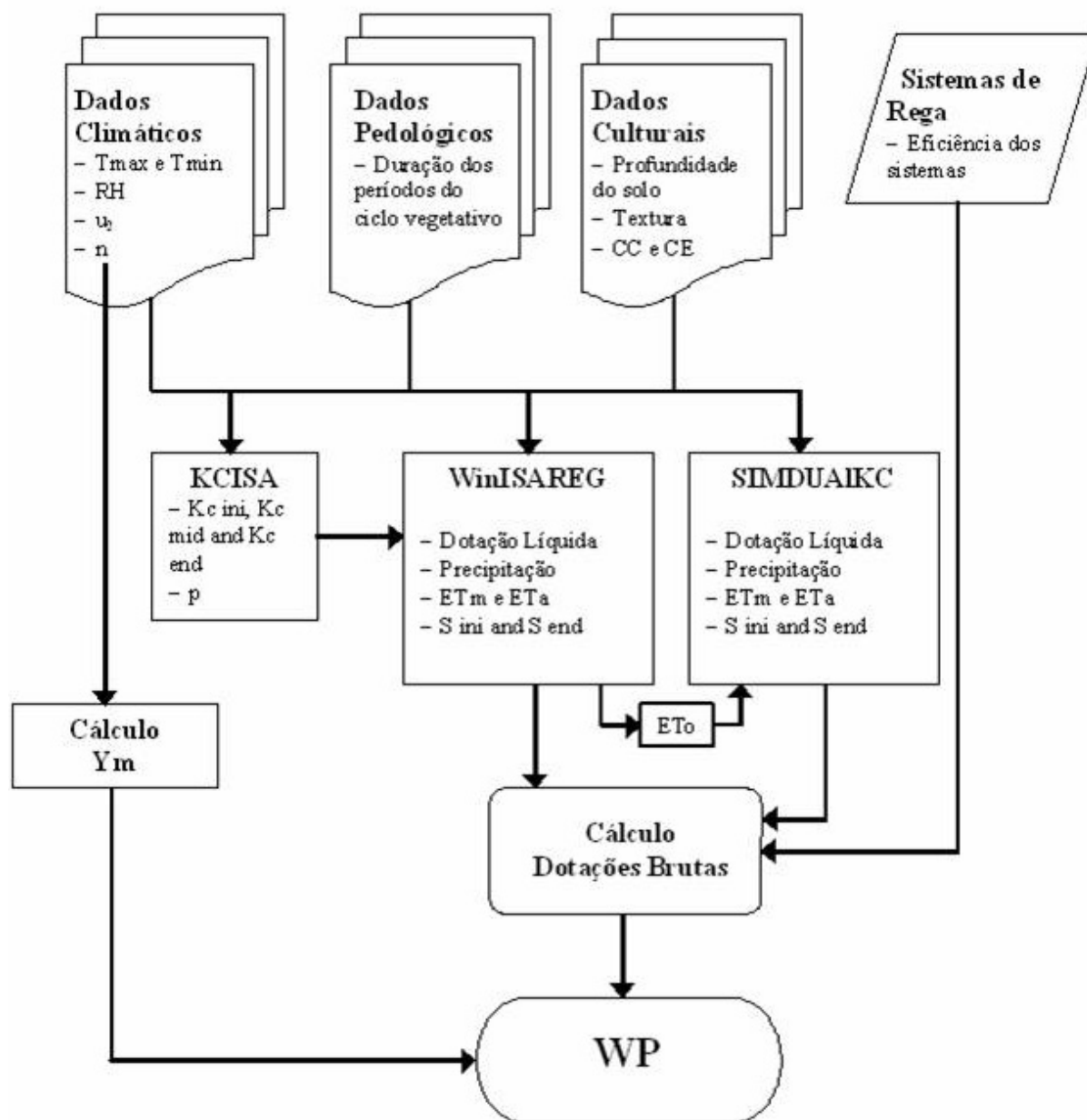


Figura 1. Diagrama dos principais procedimentos para o cálculo da produtividade da água.

Com os resultados obtidos das simulações efectuadas com os modelos referidos, e para as diferentes estratégias de rega e para diferentes probabilidades de procura climática, estimaram-se valores para a produção real da cultura (Y_a) assim como as diferentes produtividades da água (WP , WP_{Farm} , WP_{I-Farm} e $EWPR$).

Resultados

Estimativa dos preços da água para rega

Para o cálculo da EWP é necessário conhecer o custo de cada metro cúbico de água, para que exista um uso mais ponderado da água de rega. No cálculo da EWPR foi considerada a situação actual, em que a água de rega tem o custo de 0,04 €/m³, e outras duas situações hipotéticas, uma em que foram considerados os custos de exploração, manutenção e conservação (componente variável dos custos) e outra em que foi considerada uma cobertura total dos custos. Para estimar estes custos recorreu-se a Noéme *et al.* (2004), onde é feita uma descrição detalhada dos custos, tanto do investimento inicial como da sua posterior conservação e exploração (**Tabela 1**).

Tabela 1. Estimativa dos custos do Aproveitamento Hidroagrícola da Vigia (preços de 2003).

Investimento	Valor (€)	Vida Útil (anos)	Valor médio actual (€/ano)	(€/ha)
Barragem	2.142.543	50	42.851	96,66 (27%)
Estrada Ligação	288.053	15	19.204	
Edifício e Estação Elevatória	1.018.077	50	20.362	
Instalação eléctrica do edifício	494.743	15	32.983	
Rede Fixa de Rega	502.925	25	20.117	
Peças e Acessórios diversos	149.305	15	9.954	
Sub-Total			145.469	
Conservação e Exploração (€)				
CMVMC: Custo das Mercadorias Vendidas e das Matérias Consumidas			120.683	261,66 (73%)
FSE: Fundo Social Europeu			159.223	
Impostos			289	
Pessoal			91.083	
Outros custos e Perdas operacionais			410	
Amortizações			11.320	
Provisões			3.181	
Custos e Perdas Financeiras			4.602	
Custos e Perdas Extraordinárias			3.008	
Sub-Total			393.799	
Total			539.268	358,32

O Aproveitamento Hidroagrícola da Vigia tem uma área total de 1505 ha, o que leva (Tabela 1) a um custo de 96.66 €/ha para a amortização do investimento e um valor de 216.66 €/ha para conservação e exploração (valores médios anuais).

Na **Tabela 2** são referidos os valores obtidos para os diversos custos, considerando um consumo total de 4.719.478 m³ de água no ano de 2003. A componente fixa é dada pela equação:

$$\text{Componente Fixa} = \frac{\text{Investimento}}{\text{Consumo Total}} \quad (10)$$

e a componente variável é dada pela equação:

$$\text{Componente Variável} = \frac{\text{Conservação e Exploração}}{\text{Consumo Total}} \quad (11)$$

Tabela 2. Estimativa dos custos fixos e variáveis.

Consumo Total (m ³)	Investimento (€/ano)	Componente Fixa (€/m ³)	Conservação e Exploração (€/ano)	Componente Variável (€/m ³)
4.719.478	145.469	0,0308	393.799	0,0834

A cobertura total dos custos resulta da soma da componente fixa com a componente variável. Na **Tabela 3** resumem-se as três situações consideradas no cálculo da EWPR.

Tabela 3. Valores considerados para o custo da água de rega no Aproveitamento Hidroagrícola da Vigia.

Situação Actual	Cobertura Parcial dos Custos	Cobertura Total dos Custos
0,04 €/m ³	0,0834 €/m ³	0,1143 €/m ³

Estimativa das produtividades físicas e económicas da água

As diferentes estratégias de rega simuladas são indicadas nas **Tabelas 4, 5 e 6** para as culturas do milho, girassol e trigo, respectivamente. As condições de procura climática e os correspondentes anos para que se fizeram as simulações são apresentados nas **Tabelas 7, 8 e 9**. As dotações brutas *Db* foram determinadas considerando as eficiências de aplicação observadas nas parcelas estudadas: 50% para a parcela Monte I., 41% para a parcela T-104 e 54% para a parcela T-134 e são próximas das estimadas por Noéme *et al.* (2004).

Tabela 6. Estratégias de rega adoptadas nas simulações para a cultura do trigo.

Esquema de rega	Descrição	Restrição
Sem restrição	Dotação fixa (15 mm) e MAD = p	Sem Restrições
R-1	Dotação fixa (15 mm) e MAD = 0,95p	165 mm
R-2	Dotação fixa (15 mm) e MAD = 0,95p	150 mm
R-3	Dotação fixa (15 mm) e MAD = 0,95p	120 mm
R-4	Dotação fixa (15 mm) e MAD = 0,95p	105 mm
R-5	Dotação fixa (15 mm) e MAD = 0,90p	90 mm
R-6	Dotação fixa (15 mm) e MAD = 0,90p	60 mm

Tabela 7. Condições de procura climática relativas ao período cultural do milho.

Parcela	Condições de Procura Climática	Ano	Precipitação Total (mm)
T – 104	Média	1985	105,2
	Forte	1965	55,9
	Muito Forte	1999	154,8
T – 134	Média	1982	98,1
	Forte	1965	55,9
	Muito Forte	1999	154,8

Monte I.	Média	1982	98,1
	Forte	1965	55,9
	Muito Forte	1999	154,8

Tabela 8. Condições de procura climática relativas ao período cultural do girassol.

Parcela	Condições de Procura Climática	Ano	Precipitação Total (mm)
T – 104	Média	1993	155,8
	Forte	1981	77,6
	Muito Forte	2000	203,6
T – 134	Média	1993	155,8
	Forte	1981	77,6
	Muito Forte	2000	203,6
Monte I.	Média	1993	155,8
	Forte	1981	77,6
	Muito Forte	2000	203,6

Tabela 9. Condições de procura climática relativas ao período cultural do trigo.

Parcela	Condições de Procura Climática	Ano	Precipitação Total (mm)
T – 104	Média	1985/1986	483,0
	Forte	1986/1987	359,4
	Muito Forte	1998/1999	280,6
T – 134	Média	1979/1980	239,1
	Forte	1986/1987	359,4
	Muito Forte	1998/1999	280,6
Monte I.	Média	1979/1980	239,1
	Forte	1996/1997	612,5
	Muito Forte	1998/1999	280,6

Análise de resultados da produtividade da água

O estudo foi realizado para cada ano de procura climática, e para cada combinação solo-cultura sem e com restrições nas disponibilidades de água. O valor unitário da produção das culturas do milho e trigo é de 0,23 €/kg e da cultura do girassol de 0,22 €/kg. A opção “ótima” da rega com restrições foi determinada como sendo a estratégia de rega que provoque uma quebra de produção inferior a 25%, adoptando-se as mesmas estratégias para ambos os modelos. Nas **Figuras 2 a 4** são apresentadas tanto as produtividades físicas (WP , WP_{I-Farm}) como as económicas (EWP) para a cultura do milho para diferentes anos de procura climática e solos, para as opções estudadas. Os valores obtidos aproximam-se dos referidos por Oweis *et al.* (2003).

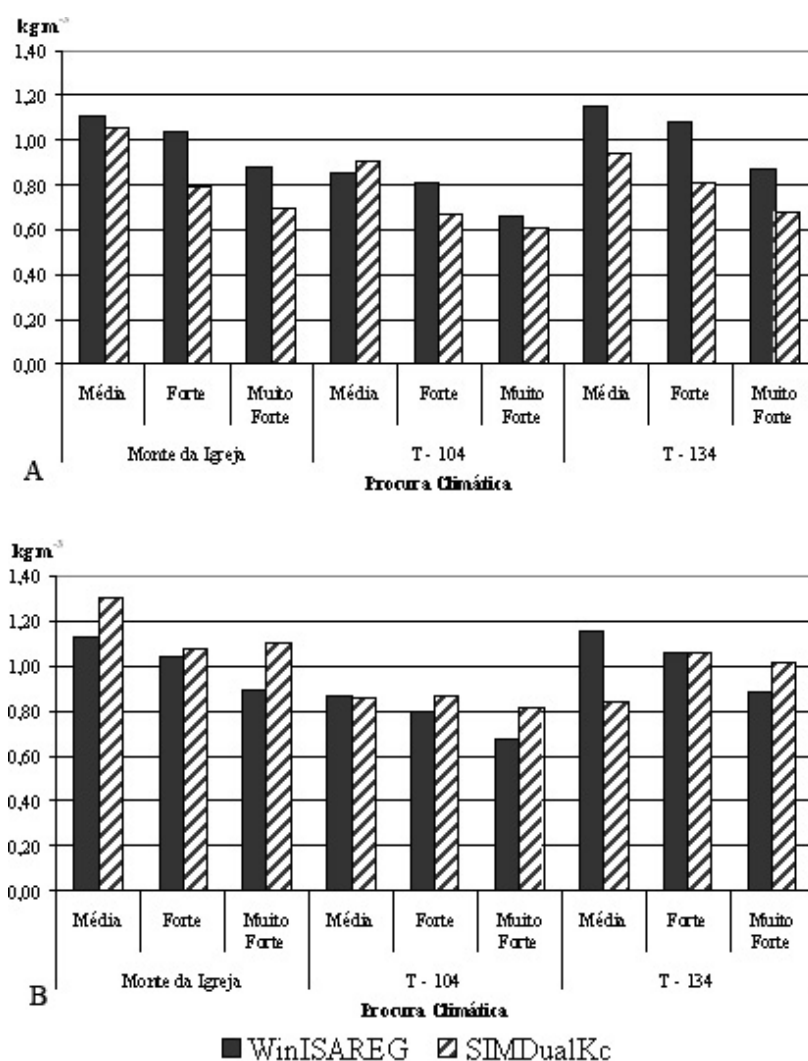
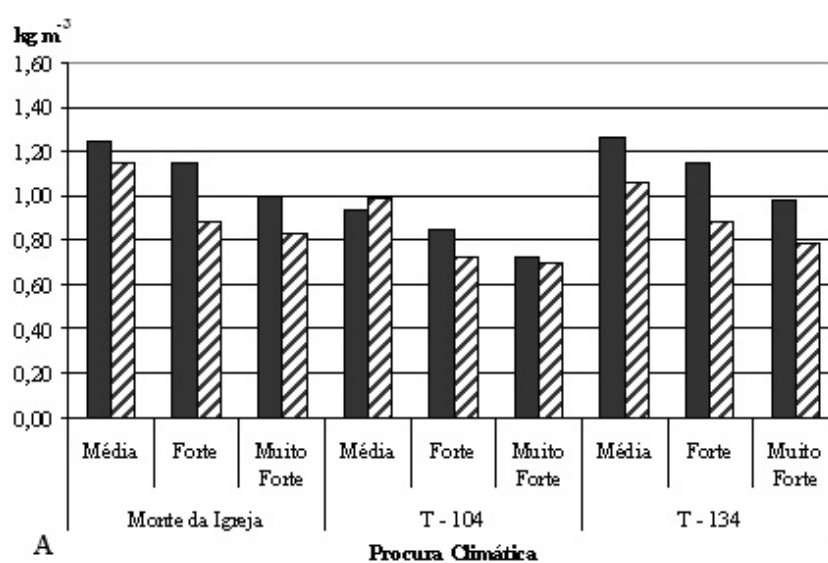


Figura 2. Produtividade da água (WP) da cultura do milho: **A)** sem restrições e **B)** com restrições.



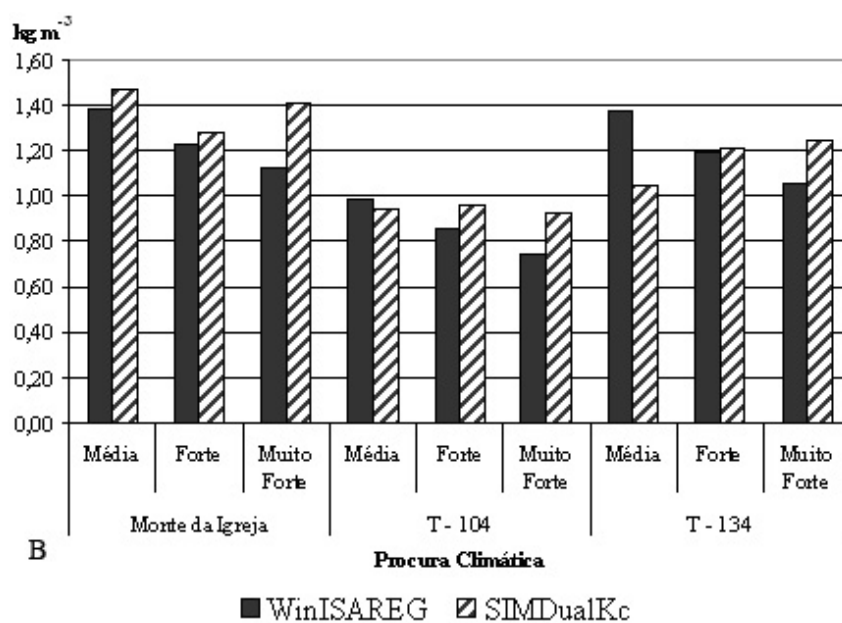
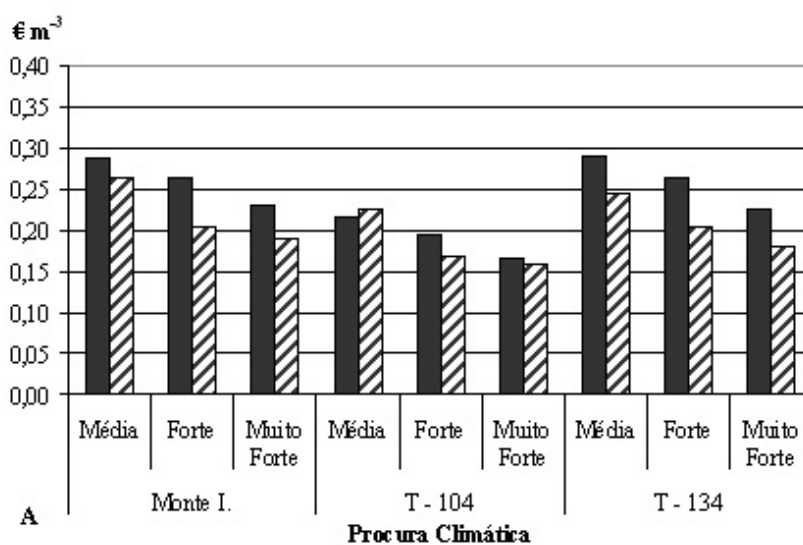


Figura 3. Produtividade da água (WP_{I-Farm}) da cultura do milho: **A)** sem restrições e **B)** com restrições.



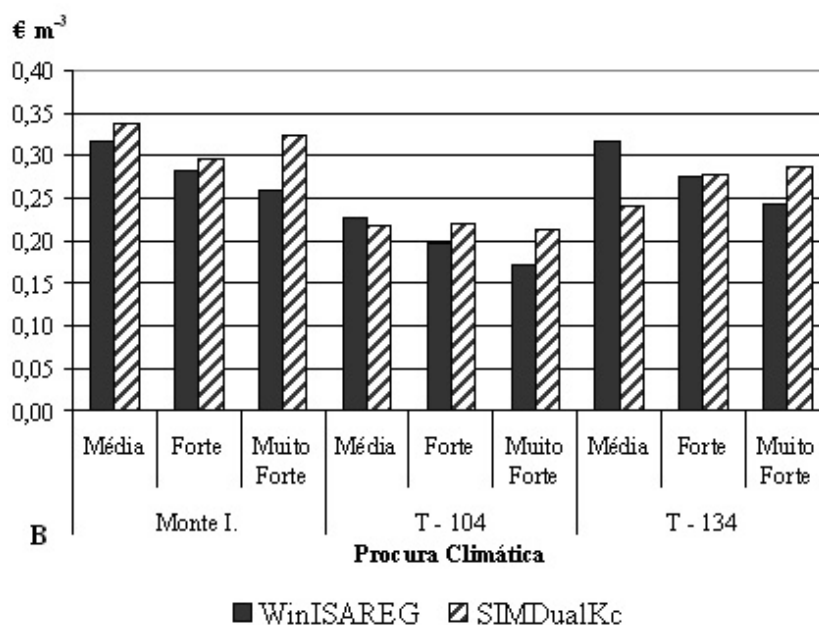
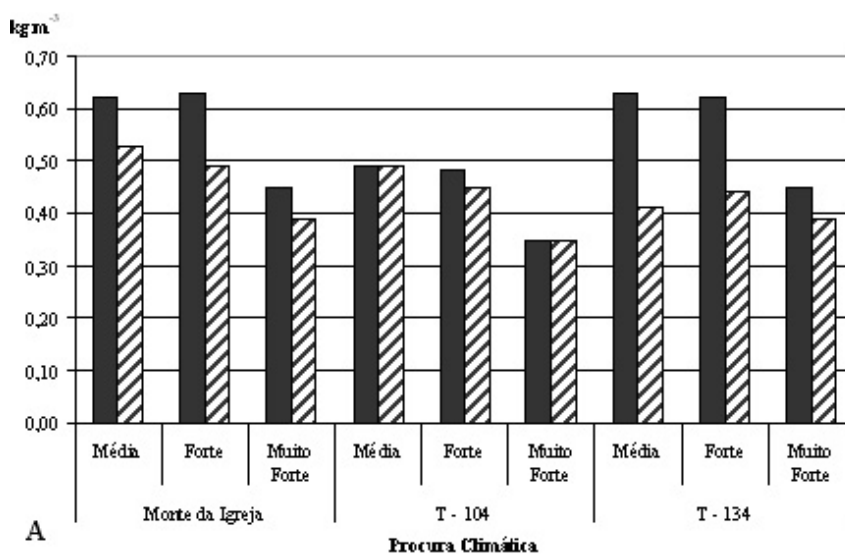


Figura 4. Produtividade económica da água (EWP) da cultura do milho: **A)** sem restrições e **B)** com restrições.

Por observação das **Figuras 2 e 3** verifica-se, como seria de esperar, que quanto menor é a dotação bruta de água aplicada maior é a produtividade da mesma. O mesmo se verifica no caso da produtividade económica da água (**Fig. 4**). As respostas obtidas para as três parcelas são idênticas, embora os valores sejam um pouco mais baixos para o caso da parcela T-104, devido às características físicas desta e à mais eficiência de rega. Os valores obtidos por intermédio do modelo SIMDualKc comportam-se de forma diferente comparando as situações com e sem restrições porque as quebras de produção estimadas são inferiores em relação ao modelo WinISAREG, facto que se explica pelas diferenças nos cálculos internos dos modelos, o primeiro recorrendo a coeficientes culturais duais e o segundo a Kc médios.

Nas **Figuras 5 a 7** são apresentadas as produtividades físicas (WP , WP_{l-Farm}) e económicas (EWP) para a cultura do girassol para diferentes procuras climáticas e os solos das parcelas estudadas.



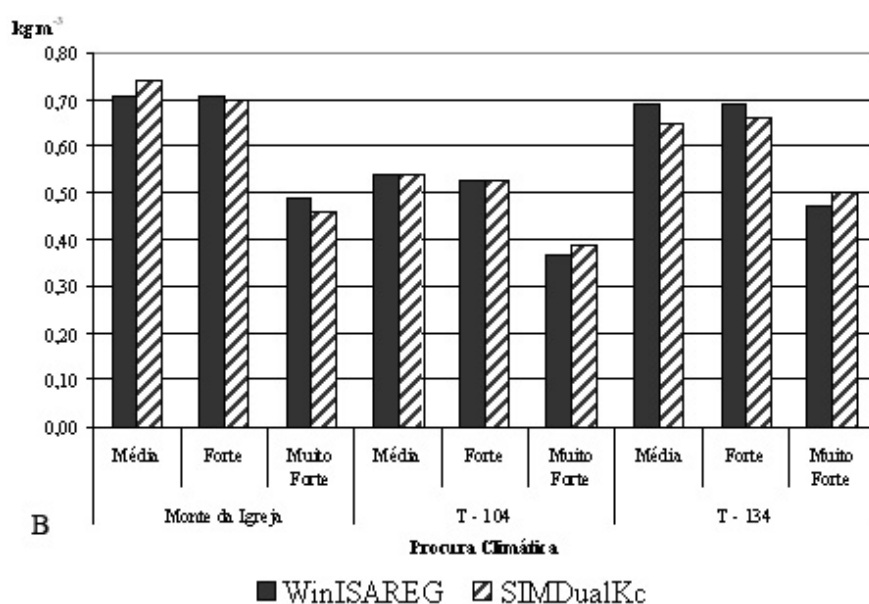


Figura 5. Produtividade da água (WP) da cultura do girassol: **A)** sem restrições e **B)** com restrições.

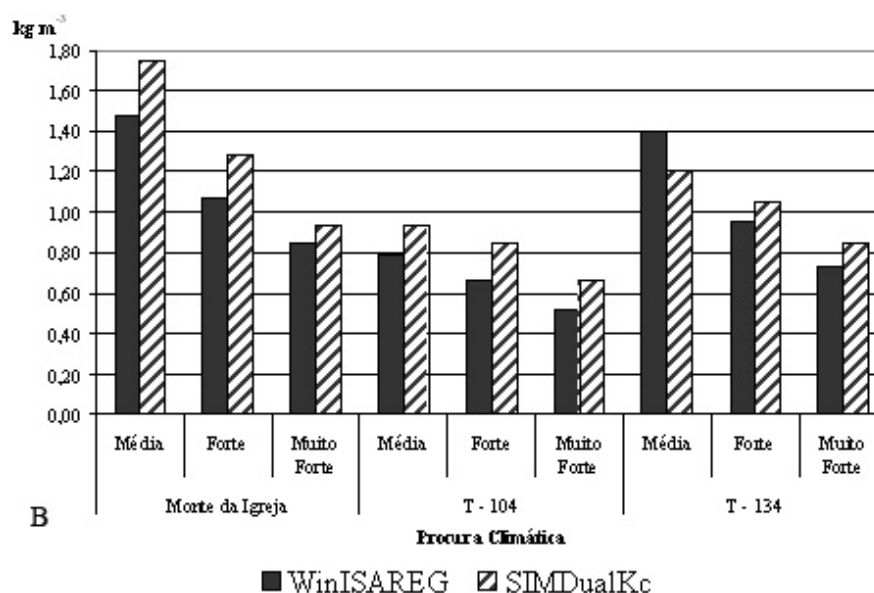
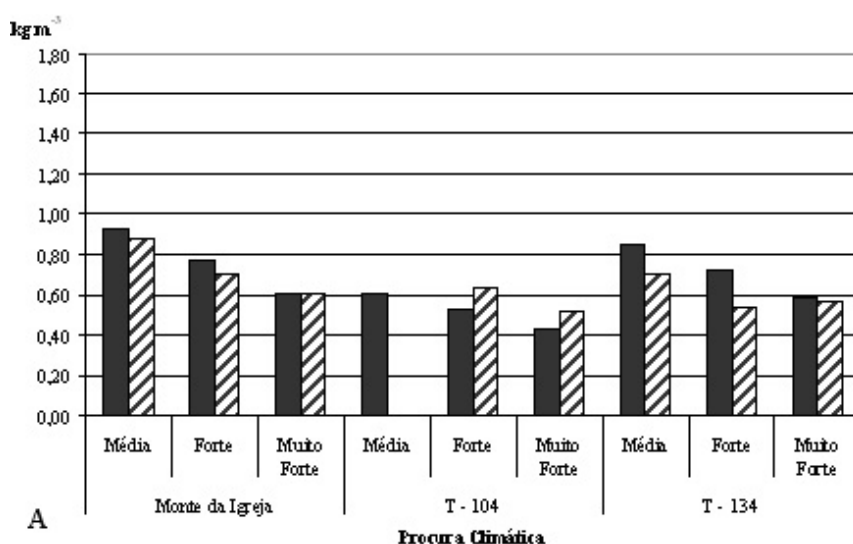


Figura 6. Produtividade da água (WP_{I-Farm}) da cultura do girassol: **A)** sem restrições e **B)** com restrições.

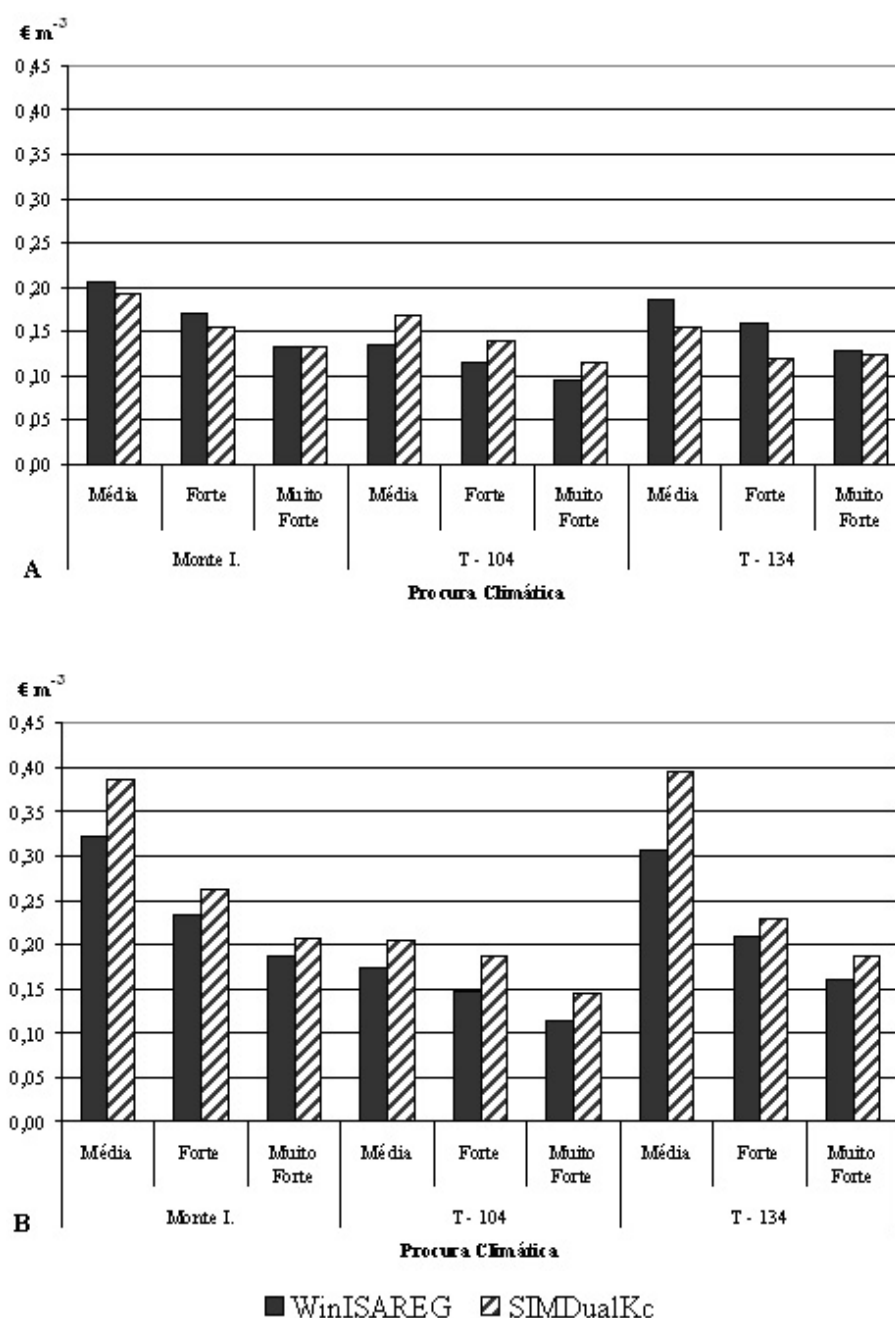


Figura 7. Produtividade económica da água (EWP) da cultura do girassol: **A)** sem restrições e **B)** com restrições.

Por observação das **Figuras 5 e 6** verifica-se igualmente que quanto menor é a dotação bruta maior é a produtividade da água. O mesmo se verifica no caso da produtividade económica da água (**Fig. 7**). Tal como na cultura do milho, as respostas obtidas para as três parcelas são idênticas, embora os valores sejam um pouco mais baixos para o caso da parcela T-104. O comportamento dos modelos é semelhante ao referido para o milho.

Nas **Figuras 8 a 10** são apresentadas as produtividades físicas (WP , WP_{I-Farm}) e económicas (EWP) da cultura do trigo, também para diferentes procura climáticas e as mesmas parcelas.

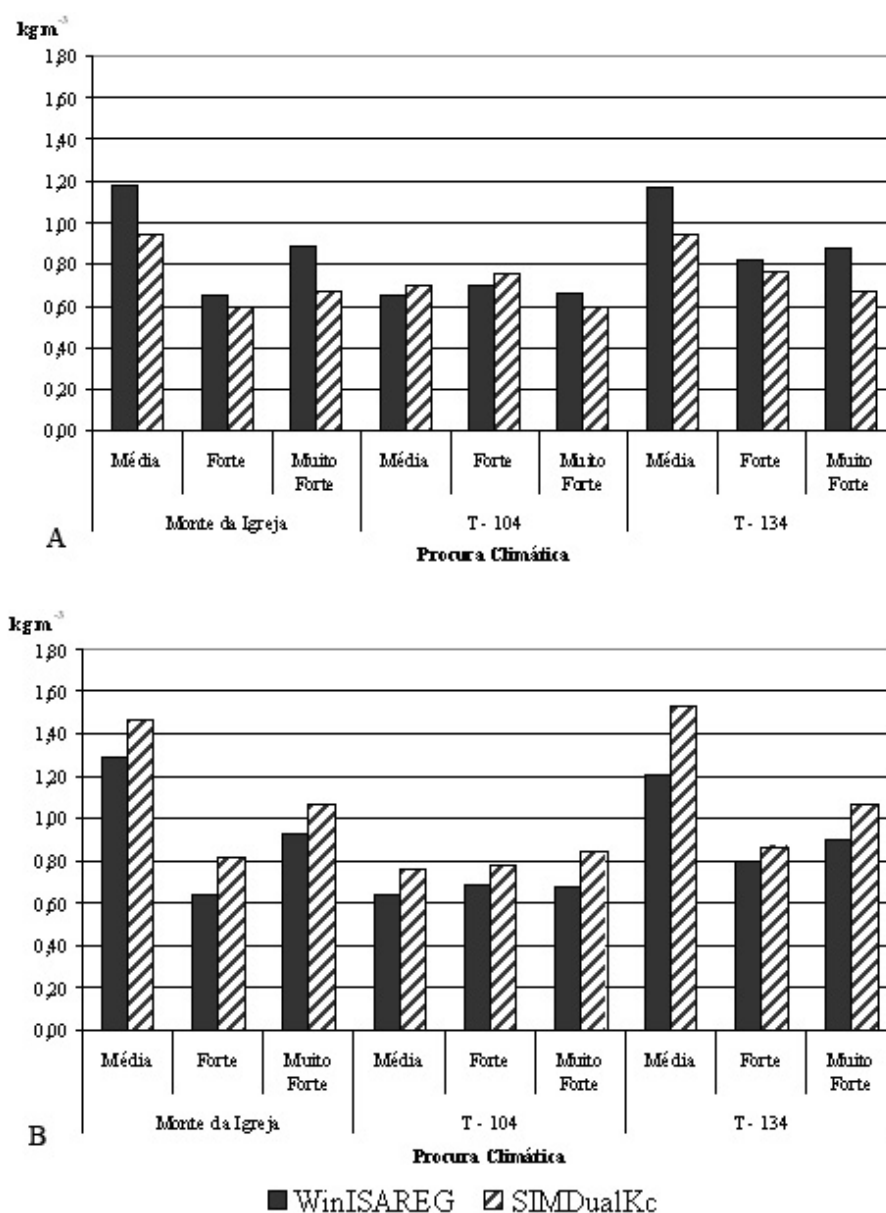


Figura 8. Produtividade da água (WP) do trigo: **A)** sem restrições e **B)** com restrições.

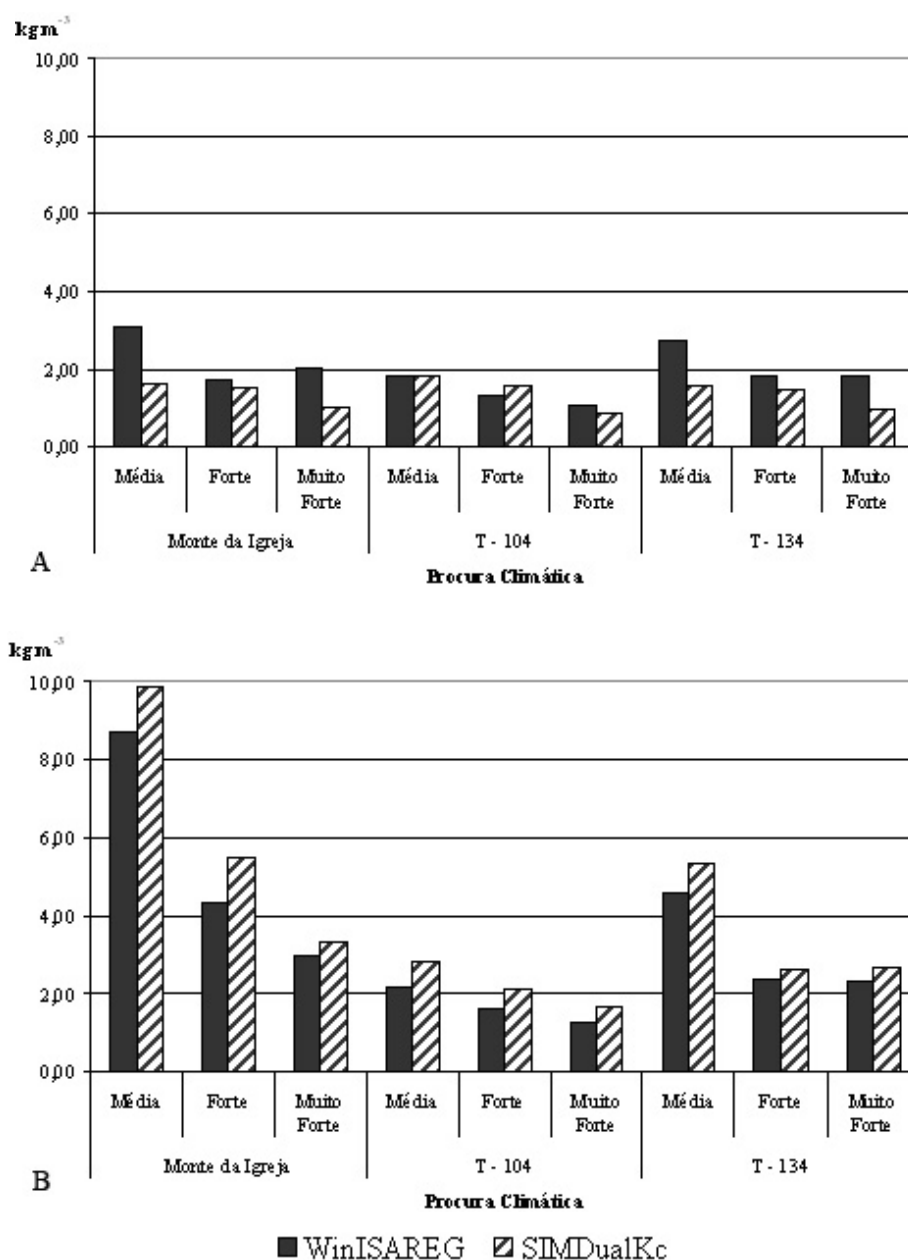


Figura 9. Produtividade da água (WP_{I-Farm}) do trigo: **A)** sem restrições e **B)** com restrições.

Por observação das **Figuras 8 e 9** verifica-se, como nas restantes culturas em estudo, que a produtividade da água cresce inversamente em relação à dotação bruta aplicada. É de salientar que os valores obtidos para a cultura do trigo são muito superiores aos das restantes culturas por se tratar de rega de complemento. O mesmo se verifica no caso da produtividade económica da água (**Fig. 10**). Tal como para as outras culturas estudadas, as respostas obtidas para as três parcelas são idênticas, com valores um pouco mais baixos no caso da parcela T-104. Os valores obtidos por intermédio do modelo SIMDualKc comportam-se de forma diferente comparando as situações com e sem restrições porque as quebras de produção estimadas são inferiores em relação ao modelo WinISAREG como referido acima.

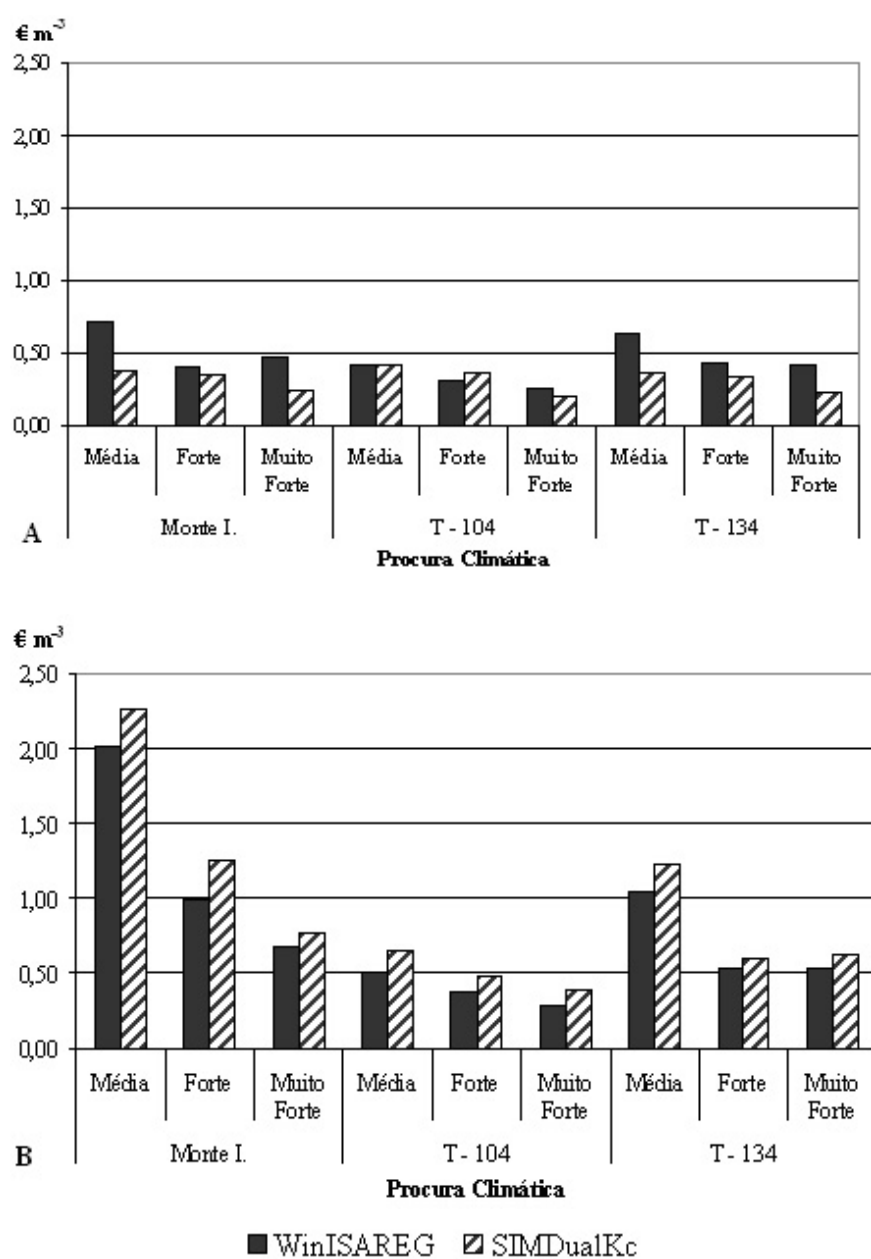


Figura 10. Produtividade económica da água (EWP) do trigo: **A)** sem restrições e **B)** com restrições.

Uma forma de comparar a produtividade da água dos dois modelos em estudo é a análise da razão entre o valor da produção e o custo da água de rega (*EWPR*, Eq. 9). Os valores obtidos aquando da estimativa dos preços da água para rega, permitiram obter os resultados apresentados nas **Figuras 11 a 19** cuja leitura se apoia na **Tabela 10**.

Tabela 10. Síntese das diferentes situações abordadas nas **Figuras 11 a 19**.

Parcelas	Procura Climática	Sigla
Monte I.	Média	A
	Forte	B
	Muito Forte	C
T – 104	Média	D
	Forte	E
	Muito Forte	F
T – 134	Média	G
	Forte	H
	Muito Forte	I

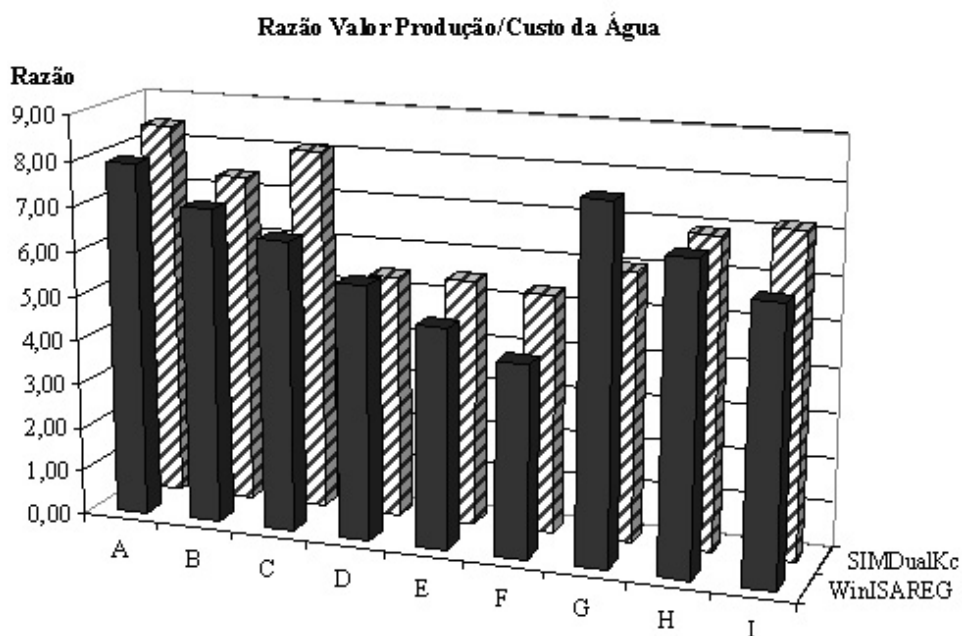


Figura 11. Razão da Produtividade Económica da Água da cultura do milho na situação actual com restrições.

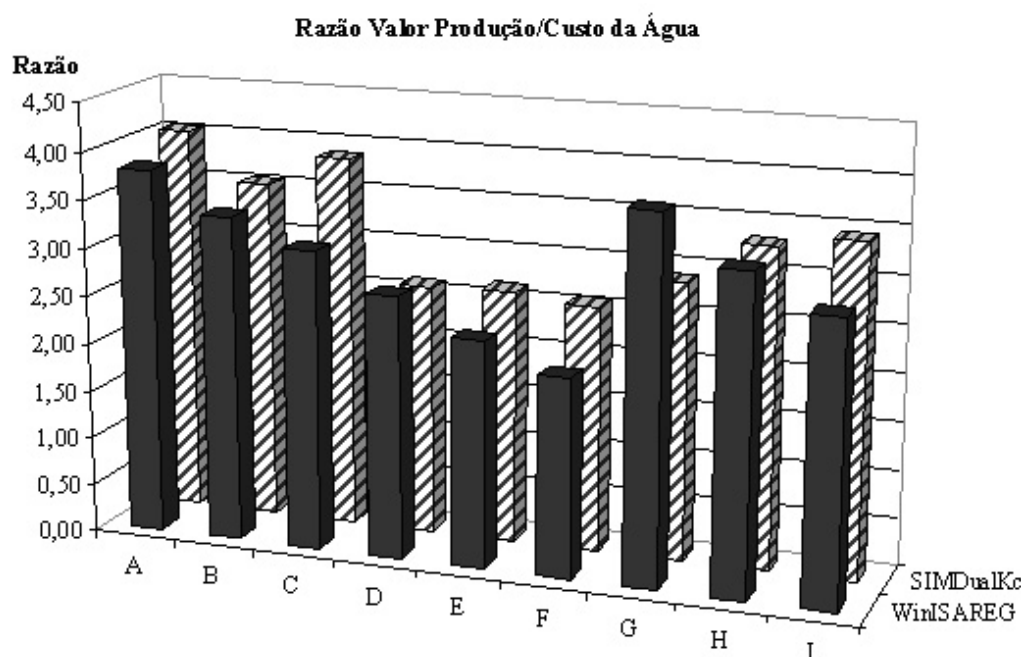


Figura 12. Razão da Produtividade Económica da Água da cultura do milho com cobertura parcial dos custos com restrições nas disponibilidades de água.

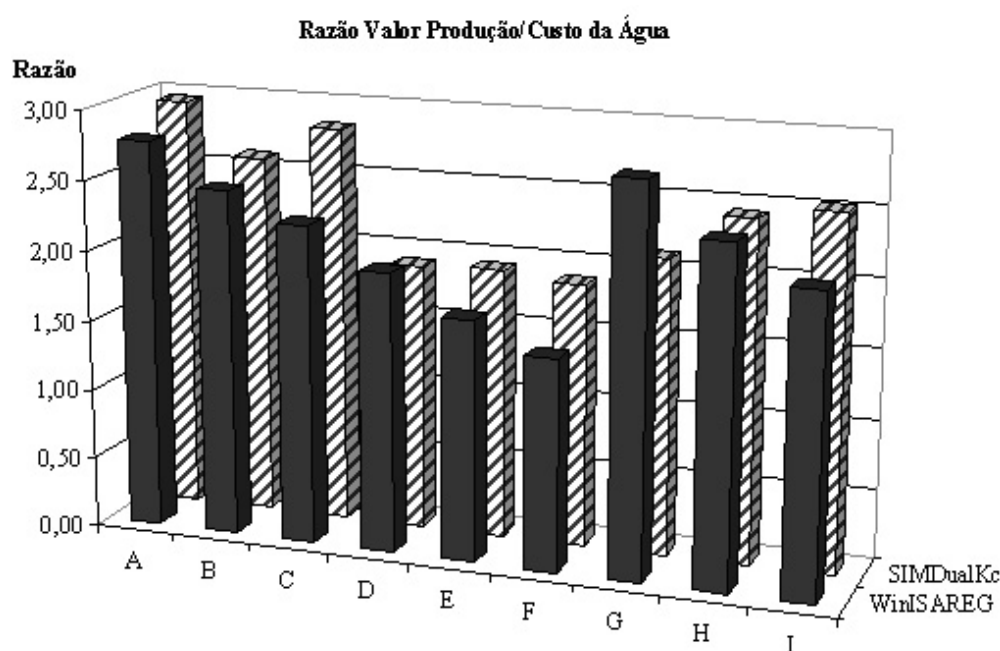


Figura 13. Razão da Produtividade Económica da Água da cultura do milho com cobertura total dos custos com restrições nas disponibilidades de água.

Por observação das **Figuras 11 a 13** verifica-se que se o custo da água se referir à cobertura total dos custos a cultura do milho nas parcelas estudadas não é, de forma alguma, rentável já que EWPR é inferior a 2. Se for considerada a situação actual de custos a rentabilidade da cultura pode ser aceitável já que se atingem valores de EWPR superiores a 4. Porém a situação da parcela T-104 (siglas D, E e F) é sempre a pior já que o respectivo sistema de rega apresenta eficiência muito baixa.

Os resultados para a cultura do girassol (**Figuras 14 a 16**) são semelhantes verificando-se que, se o custo da água se referir à cobertura total dos custos, a cultura do girassol nas parcelas estudadas não é rentável, nomeadamente na parcela T-104.

Já no caso da situação actual de custos, a rentabilidade da cultura pode ser aceitável.

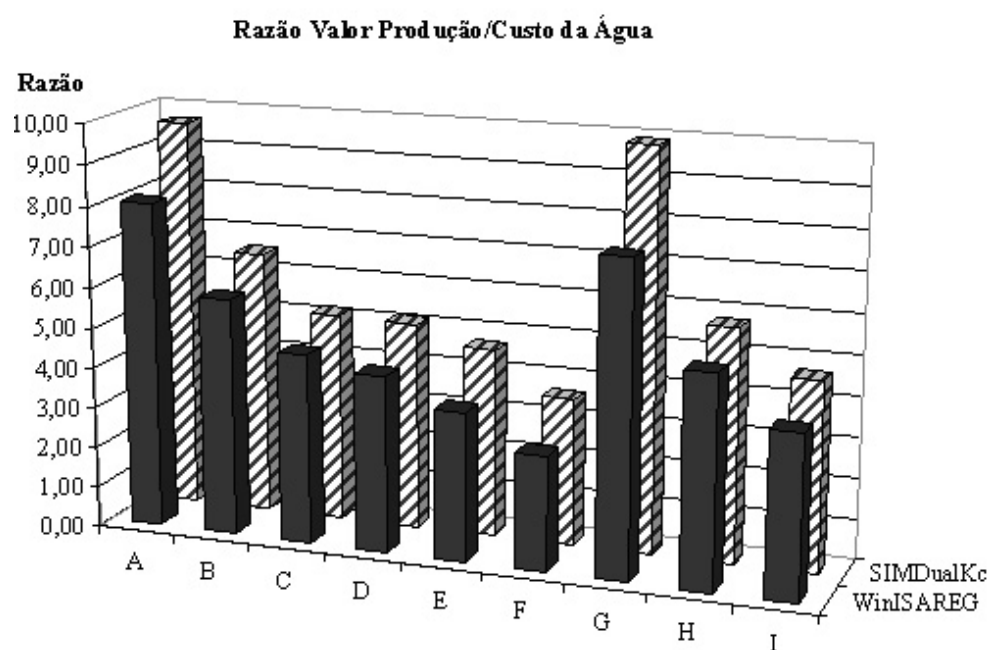


Figura 14. EWPR da cultura do girassol na situação actual com restrições nas disponibilidades de água.

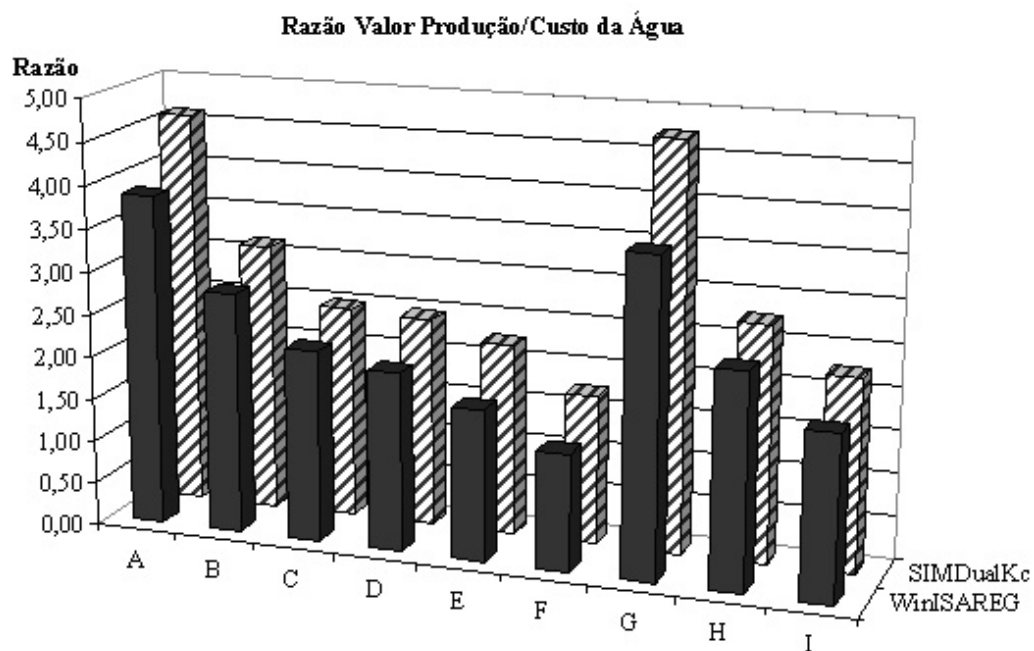


Figura 15. EWPR da cultura do girassol com cobertura parcial dos custos com restrições nas disponibilidades de água.

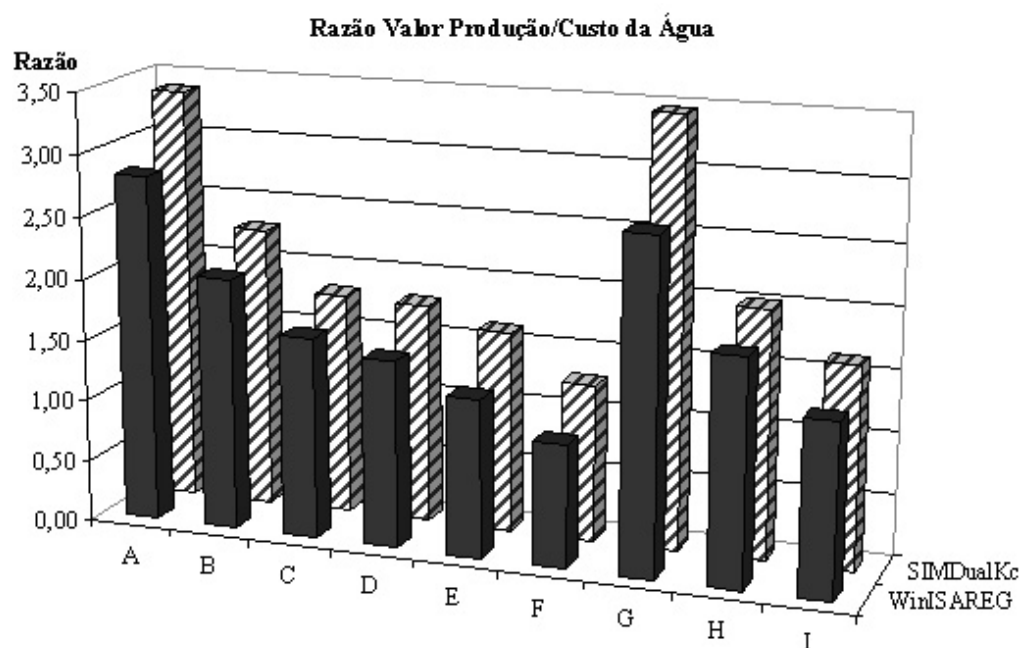


Figura 16. EWPR da cultura do girassol com cobertura total dos custos com restrições nas disponibilidades de água.

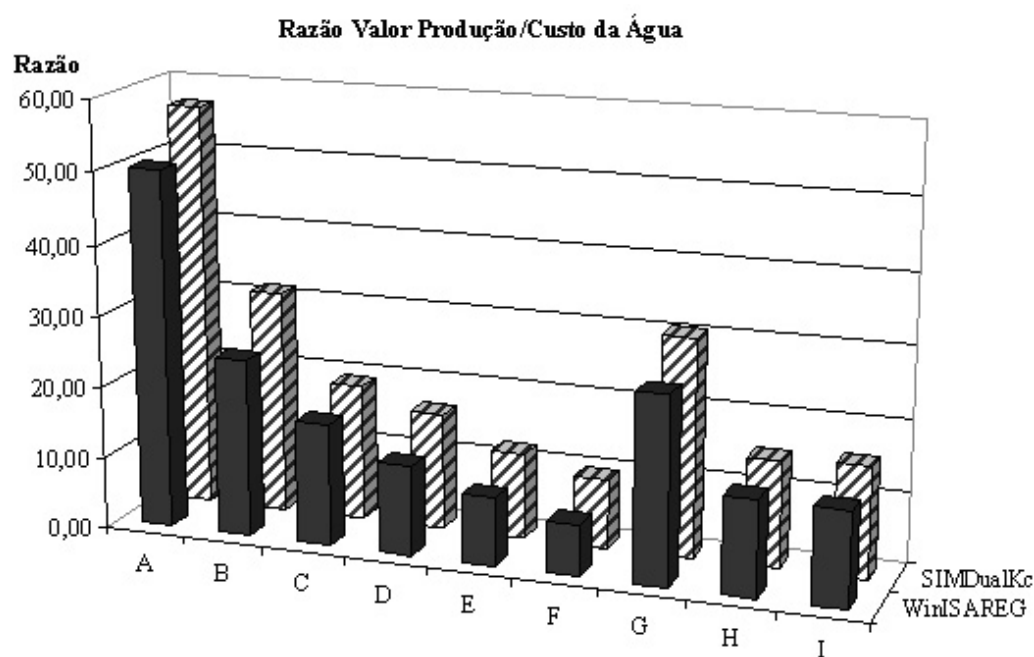


Figura 17. Produtividade Económica da Água da cultura do trigo na situação actual com restrições nas disponibilidades de água.

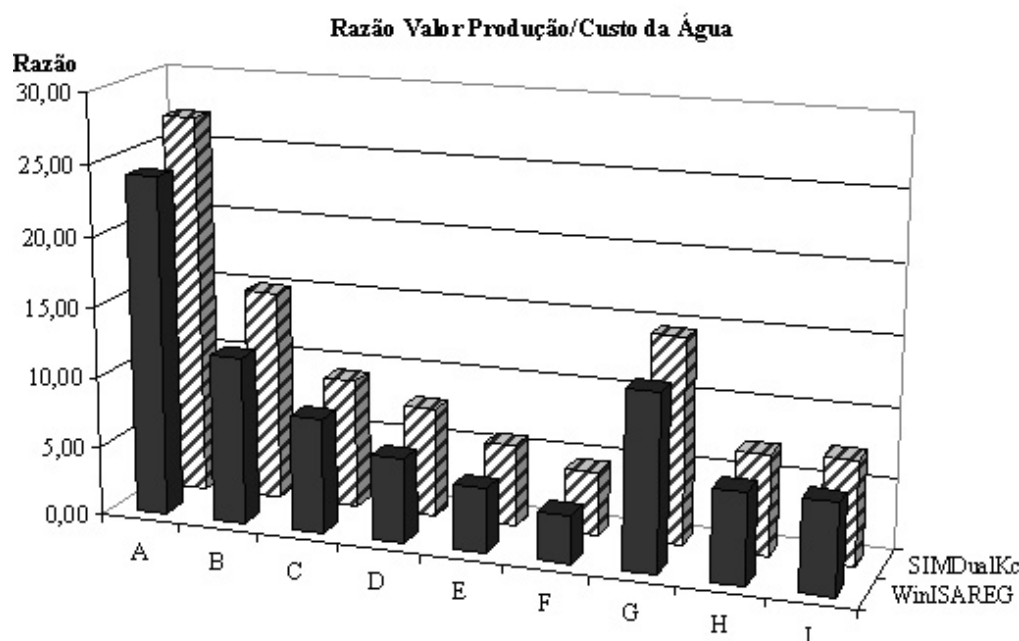


Figura 18. EWPR da cultura do trigo com cobertura parcial dos custos e restrições nas disponibilidades de água.

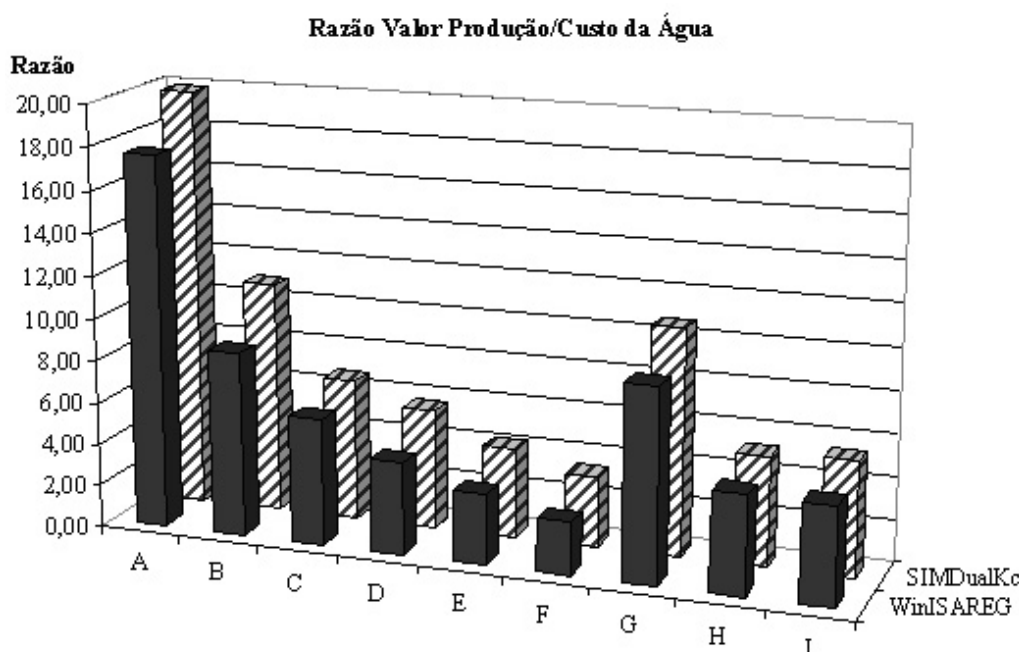


Figura 19. EWPR da cultura do trigo com cobertura total dos custos e restrições nas disponibilidades de água.

Por observação das **Figuras 17 a 19** verifica-se que o trigo nas parcelas estudadas se revela uma cultura rentável em anos de seca. Isto deve-se ao facto de, tratando-se de rega de complemento, as dotações aplicadas serem reduzidas mas compensando assim as quebras produtivas.

Como se verifica, a produtividade da água pode ser considerada como uma ferramenta de avaliação dos impactos da rega deficitária. Através da comparação das produtividades obtidas numa situação de rega sem qualquer tipo de restrição hídrica com uma situação onde a rega é aplicada em défice, pode-se avaliar se é viável ou não a adopção de um maneio de rega deficitário. Há que ter em conta que a diferença entre as produtividades terá de ser considerável visto que nem sempre uma poupança na água de rega justifica as quebras na produção de uma determinada cultura. É isto que se verifica no perímetro

de rega da Vigia no caso das culturas do milho e do girassol, já que a diferença entre as produtividades obtidas com e sem défice hídrico não justifica a adopção de um maneio em défice hídrico. Já a cultura do trigo apresenta resultados favoráveis à adopção da rega deficitária. De salientar que estes resultados são compatíveis com os obtidos em estudo anterior (Rodrigues *et al.*, 2003).

Conclusões

Os modelos de simulação do balanço hídrico do solo mostraram-se consistentes na determinação da evapotranspiração cultural e na calendarização da rega, baseados nos dados climáticos e pedológicos. A metodologia de cálculo da produção potencial máxima das culturas do milho, girassol e trigo mostrou-se eficaz, considerando que os resultados obtidos se aproximam dos obtidos nas parcelas do perímetro da Vigia. A análise da produtividade económica da água das culturas de verão mostra que, para a situação actual, os valores estimados são aceitáveis. Porém, a verificar-se um aumento significativo do custo da água para rega, presume-se que as baixas eficiências dos sistemas de rega do perímetro da Vigia não permitem que a agricultura seja uma fonte de rendimento aceitável. Os resultados mostram que a rega deficitária não se revela opção acertada de maneio de rega visto que a poupança de água de rega não compensa as quebras de produção obtidas. Será necessária uma melhoria na eficiência de aplicação, portanto uma melhoria dos sistemas de rega, que conduza a maiores rentabilidades em caso de poupança de água relativamente à satisfação total das necessidades hídricas. Já a cultura de trigo, tratando-se de rega de complemento, apresenta resultados que favorecem a adopção da rega deficitária, mesmo com as baixas eficiências de aplicação observadas no perímetro.

Agradecimentos

Este estudo foi desenvolvido no âmbito dos projectos MIPAIS - MEDOC 2004-04-4.4-1-108 e POCTI - POCTI/AGG/42698/2001 “Tecnologias de informação para a poupança de água e melhor desempenho da rega sob pressão”.

Referências

- Doorenbos, J., Kassan, A.H. 1979. *Yield Response to Water*, FAO Irrigation and Drainage; Paper Nº 33. FAO, Roma
- Godinho P., Sequeira B., Paredes P., Pereira L.S. 2007. Cálculo das necessidades hídricas das culturas de acordo com a metodologia dos coeficientes culturais duais: o modelo SIMDualKc. In: *2º Congresso de Rega* (Fundão, Junho de 2007), COTR, Beja.
- Noéme C., Fragoso R., Coelho L. 2004. *Avaliação Económica da utilização da água em Portugal* – Determinação do preço da água para fins agrícolas: aplicação dos aproveitamentos hidroagrícolas de Odivelas, da Vigia e do Sotavento Algarvio. ISA – UTL, Lisboa
- Oweis, T., Kijne, J.W., Tuong, T.P., Bennett, J., Bouman, B. 2003. *Ensuring Food Security, via Improvement in Crop Water Productivity*. Challenge Program on Water and Food, CGIAR.
- Paz A.M., Cipriano D., Sequeira B., Gonçalves M.C., Pereira L.S. 2007. Funções de pedo-transferência para a curva de retenção da água do solo visando o balanço hídrico em regadio. *Rev. Ciências Agrárias* (aceite)
- Pereira L. S. 2007. Relating water productivity and crop evapotranspiration. In: N. Lamaddalena, M. Shatanawi, M. Todorovic, C. Bogliotti, R. Albrizio (eds.) *Water Use Efficiency and Water Productivity* (Proc. WASAMED Workshop, Amman, , Oct. 2005), Options Méditerranéennes, Series B, nº 57: 31-50.
- Pereira, L.S., Teodoro, P.R., Rodrigues, P.N., Teixeira, J.L. 2003. Irrigation scheduling simulation: the model ISAREG. In: Rossi, G., Cancelliere, A., Pereira, L. S., Oweis, T., Shatanawi, M., Zairi, A. (Eds.) *Tools for Drought Mitigation in Mediterranean regions*. Kluwer, Dordrecht, pp. 161-180
- Rodrigues P.N., Pereira L.S., Machado T.G. 2000. KCISA, a program to compute averaged crop coefficients. Application to field grown horticultural crops. *Acta Horticulturae* 537: 535-542.
- Rodrigues, P.N., Machado, T., Pereira, L.S., Teixeira, J.L., El Amami, H., Zairi, A. 2003. Feasibility of deficit irrigation with center-pivot to cope with limited water supplies in Alentejo, . In: G. Rossi, A. Cancelliere, L. S. Pereira, T. Oweis, M. Shatanawi, A. Zairi (Eds.) *Tools for Drought Mitigation in Mediterranean Regions*. Kluwer, Dordrecht , pp. 203-222.