

Contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation déficitaire à l'eau salée sur le comportement d'une variété précoce du pêcher "Flordstar" en zones aride

I. Toumi¹, F. El Mokh¹, K. Nagaz¹, M.M. Masmoudi², N. Ben Mechlia²

¹Institut des Régions Arides Médenine, Tunisie

²Institut National Agronomique de Tunisie, Tunis, Tunisie

E-mail : toumi.ines1981@hotmail.fr

RESUME

La pénurie de l'eau est le facteur limitant pour le développement de l'agriculture. Pour cette raison que l'amélioration de son efficacité est indispensable par l'application des stratégies d'irrigation adéquates dont l'irrigation déficitaire. C'est dans ce cadre que ce travail a été entrepris. Il a été basé sur une expérimentation menée sur le pêcher cultivé sur un sol sableux et irriguée au goutte à goutte. Quatre traitements hydriques ont été appliqués. Le premier traitement (To) consiste à délivrer à la culture 100% de l'ETc. Les deux autres traitements (T1 et T2) consistent à ne délivrer que 60 et 40 % des besoins réels de la culture. Le quatrième traitement (T3) a été irrigué selon la conduite recommandée par l'agriculteur pour l'irrigation du pêcher. Les résultats de l'expérimentation obtenus montrent un effet non significatif de l'irrigation déficitaire sur la croissance végétative des arbres exprimée par l'allongement des. Cependant, le diamètre du fruit est affecté par les restrictions hydriques. Les arbres soumis à un déficit hydrique (T1, T2 et T3) répondent par une accumulation des sucres et une diminution de l'acidité titrable des fruits par rapport au traitement To. Par contre, le pH a été maintenu constant sous les différents traitements. Les traitements d'irrigation déficitaire (T1, T2 et T3) conduisent à une réduction dans le rendement de pêcher. L'efficacité d'utilisation de l'eau pour la production des pêches obtenues avec les traitements d'irrigation déficitaire (T1 et T2) est significativement différente avec les traitements To et T3. Les faibles efficacités ont été observées pour le traitement To et T3, tandis que les valeurs les plus élevées ont été obtenues avec traitement T2. Ces résultats indiquent que la pleine irrigation (To) semble constituer une stratégie d'irrigation adéquate pour la production de pêcher dans les conditions de l'aride tunisien. Dans des conditions de pénurie d'eau, l'irrigation déficitaire avec une réduction de 40% des apports (T1) est recommandée pour la conduite du pêcher. Le traitement d'irrigation déficitaire T1 permet d'économiser de grandes quantités d'eau d'irrigation (40%) et d'améliorer la productivité de l'eau mais en acceptant une certaine chute du rendement.

Mots-clés: Irrigation déficitaire, pêcher précoce, rendement, productivité de l'eau, aride

SUMMARY

Water scarcity appears as one of the main factors limiting agricultural development. For this reason improving efficiency is essential by the application of adequate irrigation strategies which deficit irrigation. In this context this work was undertaken. It was based on an experiment carried out in a commercial farm on peach cultivated on a sandy soil and drip-irrigated. Four irrigation treatments were applied: the first treatment (To) consisted in providing 100% of ETc. Two additional treatments are irrigated at the same frequency as treatment To, but with quantities equal to 60 and 40% of crop water requirements. The fourth treatment (T3) was irrigated according to farmer irrigation practice. The experimental results show insignificant effect of deficit irrigation on vegetative growth of trees expressed by shoot elongation. However, the fruit diameter fruit was affected by water restrictions. Trees subjected to water deficit (T1, T2 and T3) respond with an accumulation of sugars and a decrease in titratable acidity of fruit against treatment (To). However, the pH was kept constant under all irrigation treatments. The deficit irrigation treatments (T1, T2 and T3) lead to a significant reduction in the peach yields and an increase in soluble sugars. Water use efficiency for peach fruit production obtained under deficit irrigation treatments (T1 and T2) is significantly different with To and T3 treatments. The low efficiencies were observed for treatments (To and T3), while the highest values were obtained with treatment T2. Results indicate that the full irrigation (To) seems to be an adequate irrigation strategy for peach production under the arid conditions of Tunisia. In case of situations where water supply is limited, peach irrigation water requirements could be reduced by adopting a deficit irrigation strategy T1 with a reduction of water supply by 40%.

Keywords: Deficit irrigation, early peach tree, yield, water productivity, arid.

1-INTRODUCTION

L'eau est la principale contrainte pour la production végétale dans les régions arides, et sa pénurie est aggravée par la forte évaporation potentielle due à la faible humidité et les températures élevées pendant la saison de croissance des plantes. Les changements actuels et ultérieurs du climat préviennent d'une part une diminution de la disponibilité de l'eau et d'autre part un accroissement de la température (IPCC, 2001).

Vers 2050, les quantités de précipitations dans les pays du nord de l'Afrique seraient réduites de 20 à 50% par rapport aux valeurs moyennes annuelles (Ragab et Prudhomme, 2002). L'eau de bonne qualité est devenue donc une ressource rare et précieuse dans ces pays. Dans ce contexte de ces scénarios actuels et prévus de la rareté de l'eau, l'irrigation n'est généralement pas une option viable pour alléger les problèmes de sécheresse dans les systèmes d'agriculture irriguée. En outre, l'agriculture irriguée utilise entre 50 et 90% de la quantité d'eau disponible dans le bassin méditerranéen (Tahi, 2008). En Tunisie, environ 80% des disponibilités en eau sont utilisées en agriculture (Steduto et al., 2002). Cette dépendance à l'égard de l'irrigation rend la production végétale de plus en plus dépendante des améliorations dans la productivité de l'eau.

L'arboriculture fruitière en irriguée s'est considérablement développée ces dernières années et constitue un de plus gros consommateurs d'eau d'irrigation. Dans les régions arides du sud tunisien l'irrigation des espèces fruitières est indispensable pour compenser le déficit pluviométrique. Cependant, la rationalisation des apports d'eau en fonction des besoins réels de la culture reste mal définie, ce qui se traduit par un gaspillage de la ressource, des pertes de rendement et une faible productivité de l'eau. Compte tenu de la nécessité de mieux valoriser l'eau et d'appréhender la durabilité des systèmes des cultures en conditions chaudes et sèches, il est donc évident d'adapter les systèmes de gestion de l'eau d'irrigation dans le but d'augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Dans ces conditions, l'irrigation déficitaire semble être une alternative d'irrigation intéressante (Chalmers et al., 1986 ; English et al., 1990) pour une meilleure gestion de l'eau dans les zones arides.

La gamme des cultures aux quelles la méthode de l'irrigation déficitaire a été appliquée est assez variée mais leur grand succès est pour les cultures horticoles de haute valeur et les cultures à fruits dont le pêcher sujet de ce travail de recherche. La réponse de cette espèce fruitière à la pratique de l'irrigation déficitaire dépend aussi des variétés. Actuellement, il n'est pas clair si une variété extra précoce telle que la *Flordstar* du pêcher répond différemment des autres variétés à l'irrigation déficitaire. Le présent travail a été entrepris dans le but d'étudier l'impact de l'irrigation déficitaire par une eau chargée sur le comportement de la variété *Flordstar* du pêcher.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Site expérimental et matériel végétal

L'expérimentation a été conduite au sud de la Tunisie dans la région de 'Bir Amir' (Lat. 32°, Long. 10°, Alt. 290 m). Le climat est aride, caractérisé par une pluviométrie moyenne d'environ 100 mm/an. Le sol de la parcelle est de texture à dominance sableuse (91.2 % de sables, 8.5 % d'argiles et 4.3% de limons). La variété du pêcher choisie est *Flordstar* greffé sur le porte greffe *Garnem*. Le verger est conduit en intensif sous irrigation localisée goutte à goutte avec une densité de plantation de 330 pieds/ha. L'eau d'irrigation mesure une conductivité électrique de 3.2 dS/m.

2.2. Traitements hydriques appliqués

Les traitements hydriques considérés dans le dispositif expérimental adopté sont les suivants:

- Traitement témoin To, qui consiste à satisfaire les besoins en eau de la culture (100% ETc) pris comme référence,
- Traitement T1: restriction hydrique continue de 40% par rapport à l'irrigation totale (DI-40),
- Traitement T2: restriction hydrique continue de 60% par rapport à l'irrigation totale (DI-60),
- Traitement T3: pratique de l'irrigation adoptée par l'agriculteur.

Les réductions hydriques sont définies par rapport aux besoins de la culture (Traitement To) et ont été appliquées durant la phase active de l'arbre.

2.3. Paramètres suivis

Les mesures effectuées sur le pêcher ont porté sur la croissance végétative des arbres exprimée par l'allongement des pousses et sachant que la moyenne a été calculée sur 25 rameaux par arbre repartis

sur les différentes directions. Les potentialités de production des arbres soumis aux différents régimes d'irrigation ont été évaluées par détermination des rendements et ses composantes ainsi que la qualité de la production.

2.4. Analyse statistique

Les données ont été analysées en utilisant l'analyse de la variance (ANOVA) grâce au logiciel STATIGRPHICS plus (version 5.1). Pour identifier les groupes homogènes, des comparaisons multiples des moyennes ont été réalisées afin de dégager la moindre différence significative (LSD) au seuil de 5%.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Allongement des pousses

Les résultats obtenus montrent que l'effet des traitements hydriques appliqués sur l'accroissement final des rameaux (Tableau 1) n'est pas significatif à un seuil de 5 %.

Tableau 1. Longueur et allongement moyen des pousses mesuré sous différents traitements.

Traitement hydrique	Longueur initiale (cm)	Longueur finale (cm)	Allongement final (cm)
T0	34,66	77,43	42,77
T1	34,56	72,72	38,16
T2	34,64	72,20	38,64
T3	32,40	74,96	42,77
LSD (5%)			9,023

Ainsi, la cinétique de l'allongement moyen des pousses durant la phase active de l'arbre a été représentée (Figure 1). L'analyse des données a permis de dégager qu'il n'y a pas de différence significative au cours de cette année d'expérimentation. L'application des restrictions hydriques ne semblent pas donc engendrer une réduction importante dans la croissance en longueur des rameaux.

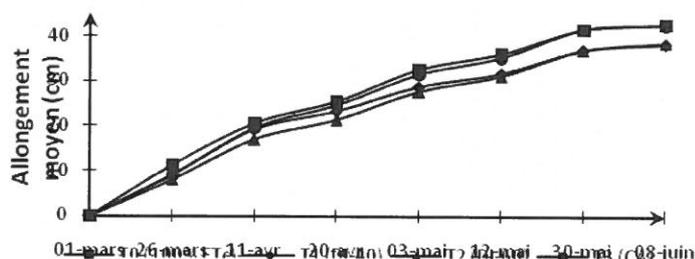


Figure 1. Effet des différents traitements hydriques sur l'évolution de l'allongement moyen des pousses du pêcher Flordstar

3.2. La qualité des fruits

3.2.1. Calibre de fruit

L'examen de ces courbes montre que l'accroissement du diamètre des fruits sous pleine irrigation (To) est élevé par rapport aux traitements de restriction hydrique (T1 et T2) et celui de l'agriculteur (Fig. 2). Egalement, l'analyse statistique des données confirme ces résultats. Cette analyse montre des différences significatives entre les traitements hydriques pour les valeurs du diamètre mesurées au mois d'avril et d'Aout. Ces différences existent entre le traitement To (100% ETc) et T2 (DI-60). Cependant, le traitement T1 (DI-40) ne semble pas affecter le diamètre du fruit d'une manière significative. Du même une différence significative a été observée entre le traitement à 40% de restriction (T1) et celui à 60% (T2). Ces deux derniers présentent également une différence significative avec la méthode de l'agriculteur qui a affecté le diamètre du fruit.

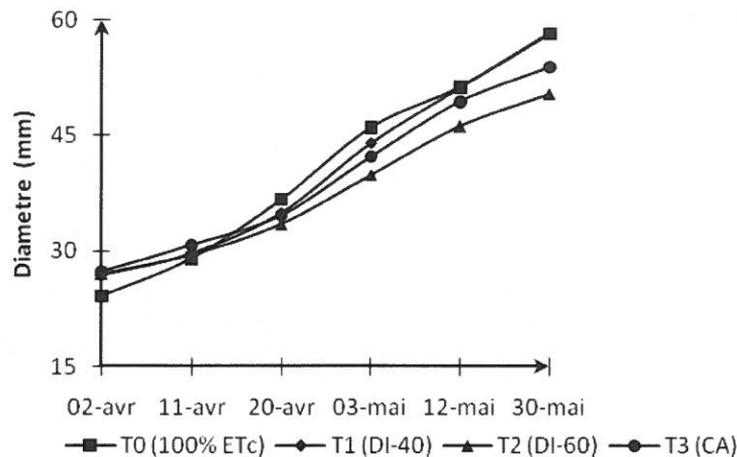


Figure 2. Cinétique de croissance en diamètre des fruits de la variété *Flordstar* sous différents traitements d'irrigation.

Des nombreux travaux ont mis en évidence une incidence du déficit hydrique sur le diamètre du fruit. En effet, Li et al. (2000) ont prouvé un effet significatif du déficit hydrique sur la croissance en diamètre du fruit d'une variété *Yanhong* du pêcher cultivée en Chine. Plenet et al. (2010) ont également montré une forte différenciation du diamètre du pêcher *Zephyr* selon les régimes hydriques où les irrigations sont pratiquées à 100, 57, 39 et 17% de l'ETc.

3.2.2. Qualité organoleptique

Le travail concernant la qualité des fruits a permis de dégager les résultats suivants quant à la teneur en matière sèche (MS), la teneur en sucre, l'acidité titrable et le pH (Tableau 2).

Ces résultats montrent que l'accumulation maximale en matière sèche est atteinte avec les traitements T1 (DI-40) et T2 (DI-60). Les traitements irrigués selon la conduite de l'agriculteur (T3) et 100% de l'ETc (T0) ne présentent pas une différence significative entre eux et mesurent des teneurs en matière sèche du fruit très comparables (respectivement 13,41 et 13,67%). Toutefois les traitements d'irrigation déficitaires (T1 et T2) améliorent considérablement la teneur en matière sèche en réduisant la teneur en eau dans les fruits produits.

Les résultats obtenus prouvent aussi que globalement la quantité des solides solubles totaux est plus élevée pour les traitements sous régime restrictif (T1 et T2). Cette augmentation des valeurs de °Brix sous l'effet des restrictions hydriques est confirmée par l'augmentation de la teneur en saccharose du jus des fruits soumis au déficit hydrique. La variation des teneurs en fructose est non significative entre les traitements. Les valeurs de l'acidité les plus faibles sont enregistrées pour les deux traitements les plus restrictifs dont T1 (DI-40) et T2 (DI-60). L'effet du régime d'irrigation sur le pH du jus des fruits est non significatif.

Tableau 2. Performances qualitatives des fruits des pêches *Flordstar* produits sous les différents traitements hydriques (T0, T1, T2 et T3)

	T0 (100% ETc)	T1 (DI-40)	T2 (DI-60)	T3 (CA)	LSD (5%)
MS (%)	13,67	16,01	19,3	13,41	5,375
Indice refractométrique (°Brix)	10,66	14,33	15,33	12,33	2,914
pH	3,99	3,75	3,85	3,86	0,169
AT (meq/100 ml)	0,6	0,31	0,14	0,45	0,169
Teneur en fructose (g/l)	13,19	11,94	11,63	13,83	3,236
Teneur en saccharose (g/l)	45,58	72,22	89,75	66,59	7,410

3.3. Le rendement et ses composantes

3.3.1. La production des pêches

Les données, concernant le nombre de fruits par mètre linéaire du rameau, le poids moyen du fruit et le rendement des pêcheurs, observées pour les différents traitements d'irrigation, sont présentées dans le Tableau 3.

Il importe de souligner qu'en raison des restrictions hydriques appliquées, les productions obtenues ont révélés des différences significatives entre To et les trois régimes déficitaires y compris celui de l'agriculteur (T3). Par contre, la différence n'est pas significative entre les traitements T1 et T2 malgré la perte de rendement enregistrée qui est de l'ordre de 4,3 kg/arbre. Le traitement T3 présente une différence significative avec celui T2 mais ne l'est pas avec le traitement T1. La production la plus élevée est obtenue avec le traitement To (38,2 kg/pied). Les traitements déficitaires avec une réduction des apports de 40 et 60% des besoins ont réduit considérablement la production pour atteindre 27,3 et 23 kg/pied, respectivement, pour T1 (DI-40) et T2 (DI-60). Pour le nombre des fruits par mètre linéaire du rameau, les quatre traitements ne montrent pas une différence significative entre eux et forment en fait un seul groupe homogène. En ce qui concerne le poids moyen par fruit, les traitements T1 (DI-40) et T2 (DI-60) sont significativement différents avec celui To (100% ETC) ; tandis que T1 ne présente pas une différence significative avec les traitements T2 et T3. Ces deux derniers le sont entre eux. Pour les traitements To et T3, la différence n'est pas significative. Il apparaît donc qu'une restriction hydrique de 20% n'affecte pas considérablement le poids moyen du fruit.

Tableau 3. Nombre de fruits par mètre linéaire du rameau, poids moyen de fruit et rendement des pêcheurs *Flordstar* soumis aux différents traitements hydriques (T0, T1, T2 et T3)

Traitements hydriques	Nbre Fruits/ml	PMF (g)	Rendements (kg/arbre)
T0 (100% ETC)	10,8	111,46	38,2
T1 (DI-40)	9,4	87,59	27,33
T2 (DI-60)	9,6	85,48	23,0
T3 (CA)	8,6	102,31	30,0
LSD (5%)	5,043	14,503	6,337

Cependant, Besset et al. (2001) ont montré que le rendement en pêches (cv. *Big-Top*) a été affecté par deux régimes d'irrigation déficitaires par rapport à une irrigation optimale. Du même, Li et al. (2000) ont montré que la production en pêches de la variété *Yanhong* a marqué une chute importante de fruits obtenus dans les conditions d'une irrigation déficitaire régulée par rapport à la pleine irrigation.

3.3.2. Productivité de l'eau

Les valeurs d'efficacité d'utilisation d'eau totale (irrigation+pluie) pour les rendements en pêches sous les différents traitements d'irrigation sont présentées dans le Tableau 4.

Les résultats montrent que l'efficacité de l'utilisation de l'eau la plus élevée est observée avec le traitement T2 (4,26 kg/m³). Le traitement de pleine irrigation (To) et la méthode agriculteur ont donné des valeurs de productivité de l'eau comparables et les plus faibles (2,86 kg/m³). Ces écarts observés dans l'EUE entre les traitements sont dus à la perte de rendement en pêches et les différences qui existent entre les quantités d'eau d'irrigation apportées sous les différents traitements hydriques.

Les efficacités pour le rendement en pêches avec les traitements d'irrigation déficitaire T1 (DI-40) et T2 (DI-60) sont significativement différentes de l'efficacité obtenue avec les traitements de pleine irrigation (To) et agriculteur (T3). Ces deux derniers ne le sont pas entre eux. Cependant, la différence est significative entre les traitements T1 (DI-40) et T2 (DI-60). Il est évident que les restrictions hydriques bien qu'elles aient causé une chute de rendement, elles ont entraîné une amélioration considérable de la productivité de l'eau.

Tableau 4. Quantité d'eau totale apportée (irrigation et pluie) et efficacité de l'utilisation de l'eau pour les différents traitements hydriques

Traitements hydriques	Quantité d'eau totale (mm)	EUE (kg/m ³ /pied)
T0 (100% ETc)	439,3	2,86
T1 (DI-40)	248 ,5	3,63
T2 (DI-60)	178 ,1	4 ,26
T3 (CA)	355,5	2,86
LSD (5%)	-	0 ,567

4. CONCLUSION

En conclusion, ces résultats optent pour la pratique du traitement d'irrigation To (100% ETc) qui semble constituer une stratégie adéquate d'irrigation du pêcher dans les périmètres irrigués des zones arides tunisiennes puisqu'il a permis d'obtenir le rendement le plus élevé. Pour des situations de disponibilité en eau limitée, le pilotage de l'irrigation de la culture pourrait être conduit avec une réduction des apports d'eau de 40% de l'ETc (T1). La production obtenue sous ce régime d'irrigation avec une perte de 28,5% sera plus potentielle en terme de qualité. Le rendement peut être optimisé par une maîtrise des autres facteurs de production notamment la fertilisation par le recours à des programmes plus fiables et adéquats aux conditions de la culture.

Etant donné que la mauvaise qualité de la production dans ces zones constitue le problème majeur qui entrave la commercialisation malgré que ces pêches arrivent tôt sur le marché tunisien (Avril date de la première récolte pour Tataouine), une restriction de 40% des besoins semble constituer une stratégie d'irrigation prometteuse pour que les agriculteurs de la région de Tataouine procurent une place sur le marché de pêches tunisiennes et tirent profit de la précocité de leur production et voir même par la suite des débouchés à l'exportation . Quoique ce travail nous a permis d'affirmer que l'irrigation déficitaire peut être considérée comme un outil adéquat de gestion des ressources hydriques dans les régions arides, certains aspects méritent d'être approfondis.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Besset, J.K. ; Génard, M. ; Girard, T. ; Serra, V. ; C. Bussi, (2001) : Effect of water stress applied during the final stage of rapid growth on peach tree (cv. Big-Top). *Scientia Horticulturae*, 91, 289-303.
- Chalmers DJ, Burge G, Jerie PH, Mitchell PD (1986) : The mechanism of regulation of Bartlett pear fruit and vegetative growth by irrigation withholding and regulated deficit irrigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 111: 904-907.
- English MJ, Musick JT, Murty VVN (1990) : Deficit irrigation. In: Hoffman GJ, Howell TA, Solomon KH, editors. *Management of farm irrigation systems*. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph. p. 631-663.
- IPCC, (2000) : *Climate Change : Impacts, Adaptation and Vulnerability*. World Meteorological Organisation/United Nations Environment Program. Intergovernmental Panel on Climate Change
- Li, G. ; Huang, X.; X. Wang, (2000) : Water use of drip irrigation peach trees under full irrigation and regulated deficit irrigation. In *6th International Micro-irrigation Congress on Microirrigation Technology for developing Agriculture*, South Africa, (Conference papers).
- Plenet, D.; Simon, S.; Vercambre, G.; F. Lescourret, (2010) : Systemes de culture en arboriculture fruitiere et qualité des fruits. *Journal des innovations Agronomiques*, 9, 85-105.
- Ragab, R. et Prudhomme C. (2002) : Climate change and water ressources management in arid and semiarid regions: prospective and challenges for the 21st century. *Biosystems Engineering* 81: 3-34.
- Steduto, P. ; Ben Mechlia, N. ; M. Masmoudi ; Z. Nasr ; H. Daghari ; H. Hamadi ; M. Ben Mimoun, (2002) : Regulated deficit irrigation of orchards with low quality water. Tunisia : Research project in water saving in irrigated agriculture, 7p.
- Tahi H. (2008) : Efficience de l'utilisation de l'eau d'irrigation chez la tomate par la technique de PRD (Partial Root Zone Drying) et étude des mécanismes physiologiques et biochimiques impliquées. These de doctorat. Faculté des sciences Semlalia-Marrakech. 1p.