

Effet du système d'irrigation sur le rendement et la rentabilité de la pomme de terre

Taghzouti M.

Centre Régional de la recherche agronomique Souss-Sahara Agadir, BP.124 Inezgane

Résumé

Malgré l'extension de la micro-irrigation dans la région de Massa, la culture de la pomme de terre demeure conduite sous l'aspersion. Actuellement, les informations et les études de recherches sur sa conduite et sa rentabilité économique sous goutte à goutte, sont rares ou inexistantes. Les objectifs de cette étude sont : la comparaison de l'effet des systèmes d'irrigation goutte à goutte et aspersion sur le rendement et l'évaluation de l'efficacité et de la rentabilité du goutte à goutte sur la pomme de terre. Les résultats obtenus montrent que sous une bonne gestion des irrigations de la pomme de terre, le goutte à goutte et l'aspersion réalisent de bons résultats technico-économiques (rendements élevés, tubercules de bonne qualité), relativement identiques, avec des régimes d'irrigation respectives de 90 % ETM et 100 % ETM. Ces systèmes induisent des marges bénéficiaires par hectare semblables, avec toutefois un léger avantage pour le goutte à goutte. De par ses avantages techniques, telle que la maîtrise des irrigations et les mauvaises herbes, le goutte à goutte constitue un atout pour la production de la pomme de terre dans la région du Massa.

Mots clés : Pomme de terre (*Solanum tuberosum*), système d'irrigation, goutte à goutte, aspersion, marge bénéficiaire

Abstract : Effect of irrigation methods on potato yield

Despite the extension of the micro-irrigation on the Massa region, the potato crops remained irrigated by sprinkler system. Currently, the news and the studies of researches on production and economical profitability under drip irrigation, were scarce. The objectives of this study are: the comparison of two systems of irrigation drip and sprinkler effect on potato production and the profitability of drip irrigation on the potato. The results showed that drip and sprink-

ler irrigation methods produced a good technico-economical results and similar yields with irrigation rates of 0,9 ETM and ETM. The gain by hectare was closely alike with slight advantage for drip irrigation. Though its technique advantages, the drip irrigation will be a trump for potatoes crops in Massa.

Key words : Potato (*Solanum tuberosum*), drip irrigation, sprinkler, irrigation methods.

ملخص : تأثير نظام الري على مردودية البطاطس في حوض ماسة

تغزوتي م.

المركز الجهوي للبحث الزراعي سوس صحراء أكادير، ص.ب. رقم 121 إنزكان، المغرب

رغم أهمية و تكثيف شبكة الري بالتنقيط في حوض ماسة في السنوات الأخيرة تضل زراعة البطاطس متداولة تحت الري بالرشاشات. حاليا تعد المعلومات و الدراسات حول زراعتها و مردوديتها تحت الري بالتنقيط نادرة الى منعدمة. فتستهدف دراستنا بذلك مقارنة تأثير الري بالتنقيط و الري بالرشاشات على الانتاجية و تقييم فعالية و مردودية الري بالتنقيط على البطاطس. أعطت أنظمة الري بالتنقيط والرشاشات على زراعة البطاطس في حوض ماسة نتائج تقنية و اقتصادية متشابهة و جد مهمة. فمردودية الهكتار كانت شبه متساوية مع تفوق خفيف للري بالتنقيط. فبواسطة مزاياه التقنية يمكن للري بالتنقيط ان يصبح حافزا جديدا لزراعة البطاطس في منطقة ماسة.

الكلمات المفتاحية : البطاطس، الري بالتنقيط، الري بالرش، مردودية الهكتار

Introduction

Dans les régions arides et semi-arides, telles que le Sous-Massa, où les ressources en eau sont limitées, l'économie et la rationalisation de l'eau, sont primordiales. L'utilisation rationnelle et efficace de l'eau d'irrigation ainsi que le choix des systèmes d'irrigation efficaces sont devenus une nécessité, voire une obligation, pour un développement agricole durable. L'efficacité de l'utilisation de l'eau peut être atteinte soit par l'amélioration du système de distribution de l'irrigation, soit par la détermination du temps de l'irrigation et des besoins en eau propres à

chaque culture (Rossi Pisa et Bigaran, 1990). Durant ces dernières années, le Souss Massa a connu un développement et une promotion des techniques économisatrices de l'eau (20.000 ha en micro-irrigation). Toutefois, la gestion et le pilotage des irrigations, ainsi que l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau au niveau des cultures restent non maîtrisés. Ce qui nécessite des études sur les besoins en eau propres à chaque culture, et sur la détermination de doses et fréquences de l'irrigation. Actuellement, seules les cultures sous serre ont bénéficié d'un tel système d'irrigation dans le secteur maraîcher. Les cultures de plein champ telle que la pomme de terre (5.680ha, 125.600 t) sont conduites sous l'aspersion ou gravitaire. L'évaluation et la comparaison de ces systèmes d'irrigation pour la pomme de terre sous différentes conditions pédoclimatiques sont peu nombreuses et insatisfaisantes. Globalement, les méthodes d'irrigation de surface consomment plus d'eau que l'aspersion et la micro-irrigation. Les pertes d'eau par percolation, ruissellement sont plus importantes. Avec le goutte à goutte, l'alimentation hydrique des plantes reste généralement régulière et permet une meilleure efficacité de l'eau d'irrigation. Toutefois, peu ou presque pas d'informations et de recherches sont disponibles sur le mode de conduite de la pomme de terre, sur la gestion de ses irrigations, et sur sa rentabilité économique sous ce système d'irrigation dans la région.

Selon Schaefer et Hartman (1991) et Pascual et Dunaoal(1992) la méthode d'irrigation a peu d'influence sur la croissance, le développement et les rendements de la pomme de terre. Cependant, le goutte à goutte s'avère plus performant au niveau de la satisfaction de la demande d'évapotranspiration, de l'efficacité de l'eau, de lutte contre les mauvaises herbes et des besoins en main d'oeuvre durant l'irrigation. Dans ce contexte, notre étude a pour objectif de comparer l'effet du système d'irrigation, goutte à goutte et l'aspersion, sur le rendement de la pomme de terre et sa rentabilité.

Matériels et méthodes

L'expérimentation a été réalisée au Domaine expérimental Melk-Zhar (DMZ) situé dans le périmètre irrigué du Massa à 47 km au sud d'Agadir, sur un sol, de texture sablonneuse, présentant une réserve facilement utilisable de 9,4 mm à 40 cm de profondeur et un pH de 8,1. La culture de la pomme de terre a été conduite sous deux systèmes d'irrigations à savoir le goutte à goutte et l'aspersion. Les deux parcelles ont été conduites de la même façon. La plantation a été réalisée le 29/10/93.

La fumure de fond était composée pour un hectare de 5 t de biocompost, 15 t de fumier, 50 kg d'azote (sulfate d'ammoniaque), 100 kg de potasse (sulfate de potasse) et 100 kg de phosphate (super triple). La fumure d'entretien était constituée de 150 kg d'azote (ammonitrate) et de 150 kg de potasse (sulfate de potasse) apportées en deux périodes.

Les irrigations ont été apportées quotidiennement pour le goutte à goutte et chaque lundi et vendredi pour l'aspersion. La gestion des apports et des doses était basée sur l'évapotranspiration de la culture estimée par un système lysimétrique installé à l'intérieur de la parcelle expérimentale, par l'équation : $ETM = \text{Apports} - \text{Drainats}$.

Les quantités d'eau utilisées étaient celles consommées au niveau du lysimètre planté de pomme de terre la ou les journées précédentes. Elles étaient équivalentes à l'évapotranspiration maximale (ETM).

Les taux de l'ETM préconisés et les traitements étudiés étaient les suivantes :

T1 : irrigation par goutte à goutte à la dose de 100 % ETM (GAG100)

T2 : irrigation par goutte à goutte à la dose de 90 % ETM (GAG90)

T3 : irrigation par aspersion à la dose de 100 % ETM (AS100).

Le dispositif expérimental adopté était un bloc aléatoire complet à quatre répétitions. La parcelle élémentaire était constituée de six lignes espacées de 0,80 m avec une distance de plantation de 0,30 m entre plants d'une même ligne. La densité de plantation était de 41.600 plants/ha, répartis à raison d'une plante par goutteur en goutte à goutte. La distance entre traitements et entre les blocs était respectivement de cinq et six mètres.

Dans le souci de l'homogénéisation de l'humidité du sol et de l'uniformité des traitements, une pré-irrigation a été effectuée sur l'ensemble des parcelles après plantation. En plus, des mesures régulières des débits de goutteurs ont été réalisées sur plusieurs lignes pour la vérification de l'uniformité de l'irrigation et le contrôle des quantités apportées au niveau de la parcelle. Les observations et mesures réalisées ont porté sur les aspects phénologiques de la plante et sur les composantes du rendement. Ces mesures ont concerné en premier lieu la vigueur, estimée par une note allant de 1 à 5 (1 = faible vigueur, 5 = forte vigueur), la couleur des feuilles, la hauteur des tiges (en cm) en pleine végétation, le port et la date de tubérisation. En second lieu, le nombre de tubercules par plant, le poids (en kg) des tubercules par plant et le calibre des tubercules selon les types suivants :

- * Hors calibre (HC) : >11 cm de diamètre
- * Gros calibre (GC) : 8 à 11 cm
- * Calibre moyen (CM) : 5 à 8 cm
- * Petit calibre (PC) : 2 à 5 cm
- * Grenaille (GN) : < 2

Toutes les analyses statistiques (ANOVA) ont été effectuées par le logiciel COSTAT et la comparaison de moyennes par le test Newman-Keuls (LSD0.05).

Résultats

Le rendement

Le système d'irrigation goutte à goutte (GAG) a permis avec les deux doses appliquées (322 et 290 mm) une amélioration du rendement et de ses composantes par rapport à l'aspersion (Tableau 1). En effet, le nombre moyen de tubercule par plant varie entre 7,03 et 7,25 pour la goutte à goutte et 6,18 pour l'aspersion. De même, le poids moyen des tubercules par plant

évolue dans le même sens ; puisqu'il passe de 0,96 kg en aspersion à 1,25 kg en goutte à goutte. Par ailleurs, le rendement total est passé de 40 t/ha en aspersion à 43,5t/ha sous le goutte à goutte. Le rendement exportable a aussi subi une amélioration sous le goutte à goutte (35t/ha contre 33 t/ha chez l'aspersion). Cependant, les augmentations engendrées par le goutte à goutte étaient relativement faibles et statistiquement non significatives par rapport à celles de l'aspersion. Néanmoins, les rendements globaux obtenus par les trois traitements sont élevés (plus de 40 t/ha).

Tableau 1. Nombre et poids de tubercules par plant, rendement total et export de la variété désirée sous les systèmes d'irrigation goutte à goutte et aspersion

Traitements	Dose d'irrigation (mm)	Nb.tubercules par plant	Poids. tubercule / plant (kg)	Rendement total (t/ha)	Rendement export (t/ha)
GAG100	322	7,03 a	1,05 a	43,5 a	35,4 a
GAG90	290	7,25 a	1,01 a	42,0 a	34,9 a
ASP100	322	6,18 a	0,96 a	40,0 a	32,8 a

* Les valeurs suivies d'une même lettre au sein d'une même colonne sont semblables à 5 % selon le test de Newman et Keuls.

La répartition des calibres

La figure 1 illustre la répartition de la production en pourcentage des types de calibre. La répartition des calibres en nombre de tubercules était variable entre les traitements. Le hors calibre représentait 10 % de la production globale pour le GAG100 et 3 % seulement pour le GAG90 et l'aspersion. Quant aux grenailles (GN), ils représentaient 13% pour les trois traitements.

L'effet des traitements sur le calibre n'était pas significatif, sauf pour le hors calibres. La répartition par poids des tubercules présentait le même profil que celui du nombre de tubercules par calibre (Fig. 1b). L'hors calibre représentait 20 %, 8 % et 7 % du rendement global respectivement pour le GAG 100 GAG 90 et AS 100.

Les taux du calibre export (>5cm) sont supérieurs à 60 % aussi bien en GAG qu'en aspersion. Toutefois, les rendements exports obtenus par les trois traitements ne diffèrent pas significativement entre eux, mais ils restent supérieurs à 30t/ha. La croissance des plants et leurs aspects phénologiques étaient par ailleurs semblables et uniformes sous les deux systèmes (Tableau 2)

Tableau 2. Effet du système d'irrigation sur les aspects morphologiques et phénologiques du cv Désirée sous différents systèmes d'irrigation

Traitement	Date.tubérisation	Nb de tige/ plant	Vigueur (1 à 5)	Port.de la plante	Aspect de la feuille	Hauteur (cm)
GAG100	18/12	5,0 a	4 a	Dressé	Vert foncé	80 a
GAG90	19/12	5,0 a	4 a	Dressé	"	75 a
ASP100	18/12	4,5 a	4 a	Dressé	"	70 a

* Les valeurs suivies par la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % par test Newman et Keuls

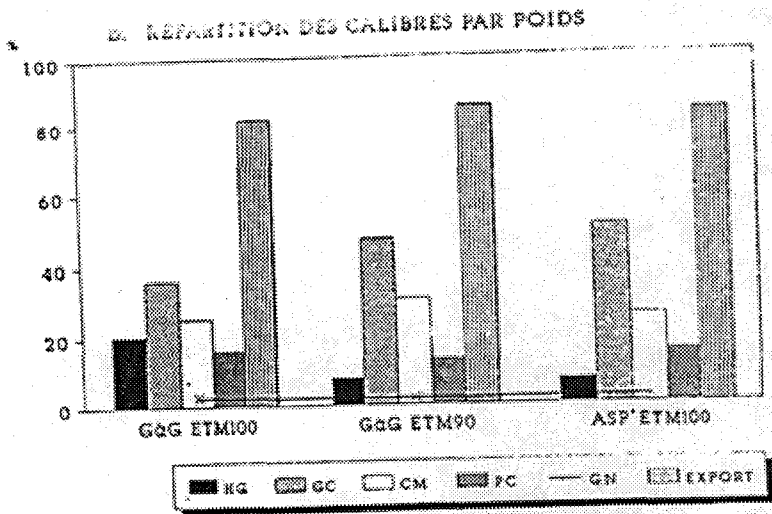
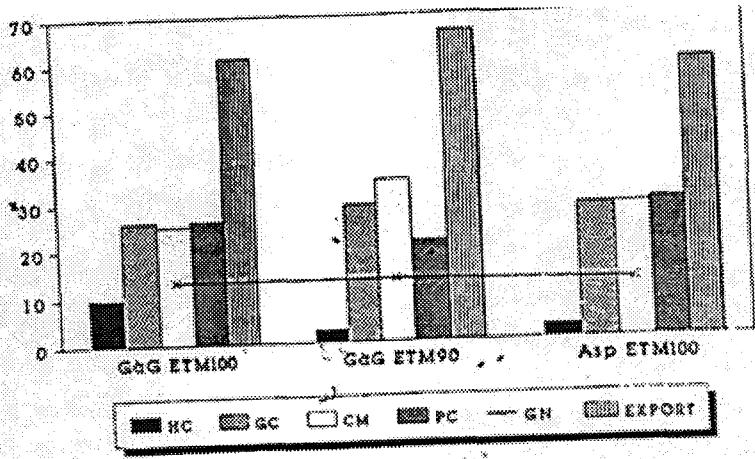


Figure 1. Effet du mode d'irrigation sur la répartition des calibres

a : répartition / Nb de tubercules

Efficiencce de l'utilisation de l'eau sous les deux systèmes

Le goutte à goutte a permis une amélioration de l'efficiencce de l'utilisation de l'eau par apport à l'aspersion. Elle a passé de 0,12 t à 0,14 t/ha/mm, cependant la meilleure efficiencce a été réalisée par la dose ETM 90.

Rentabilité de la pomme de terre sous goutte à goutte et l'aspersion

Cette étude économique a pour objectif de comparer les prix de revient, les marges bénéficiaires et les taux de rentabilité d'un hectare de pomme de terre sous goutte à goutte et l'aspersion.

Dans le calcul du prix de revient, les charges d'équipement liées au matériel d'irrigation sont limitées à celles des rampes d'irrigation utilisées au niveau de la parcelle. Les coûts des charges d'équipements et de fonctionnement d'un hectare de culture sous les deux systèmes sont donnés dans les tableaux 5 et 6.

Les dépenses totales sous les deux traitements du goutte à goutte et celui de l'aspersion sont respectivement de 53032 dh/ha pour le GAG100, 53017 dh/ha pour le GAG90 et 48236 dh/ha pour le ASP100 (Tableau 3). La différence entre les deux systèmes est due principalement au coût élevé du matériel d'irrigation sous goutte à goutte par rapport à l'aspersion.

Le prix de revient d'un Kg de pomme de terre est presque identique pour les trois traitements. Il est égal à 1,5 dh/Kg (Tableau 3). La marge bénéficiaire réalisée par le goutte à goutte (GAG100) est relativement supérieure à celle de l'aspersion (Tableau 4). Les gains par hectare par rapport à l'aspersion sont pour GAG100 de 5754 et 3219 pour GAG90 dh. Cette faible marge provient principalement de celles des écarts constatés au niveau des rendements exports.

Tableau 3. Prix de revient d'un hectare de pomme de terre sous les deux systèmes d'irrigation l'aspersion et goutte à goutte

Désignation	Aspersion (322mm)	Goutte à goutte (322mm)	Goutte à goutte (290mm)
Charges totales (DH)	48236	53032	53017
Rendement export (t/ha)	33	35,5	35
Prix de revient d'un Kg (DH)	1,46	1,5	1,5

Tableau 4. Influence du système d'irrigation sur la rentabilité de la pomme de terre cv Désirée

Traitement	Charges totales (DH/ha) (a)	Recette brute (Dh/ha)	Recette nette (Dh/ha) (b)	Taux de rentabilité (b/a) %
Goutte à goutte (322mm)	53032	146050	93018	175
Goutte à goutte (290mm)	53017	143500	90483	171
Aspersion (322mm)	48236	135500	87264	181

Tableau 5. Charges d'équipement et de fonctionnement d'un hectare de pomme de terre sous le goutte à goutte.

Désignation	Quantité	Prix unitaire (dh)	Coût annuel (dh)	Observation (dh)
Matériel d'irrigation				Amortissement pour 2 culture/ an
- Rampe d'irrigation	1 ha	50000	8333	
Location de terrain	1 ha	3000	1500	parcelle utilisée pour 2 cultures/an
Brise vent		1000	2000	utilisés pour 2 cultures
Travaux du sol	5 h	100	500	
- Labour	3 h	60	180	
- Crovercropage	3 h	60	180	Sol léger
- Billonnage	2500 kg	4,35	10875	
Semence				Importée
Fertilisation	670 kg	-	1183	
- Engrais de fond	760 kg	-	1432	Total des engrais
- Engrais de couverture	30 t	250	7500	
Fumier	6 trait	500	3000	
Produit phytosanitaire	1	700	700	
	2900 m ³	0,46	1334	
Désherbage chimique	230 jw*	50	11500	
Eau d'irrigation				
Main d'œuvre	28	100	2800	Journée de travail
Transport de récolte	chargement			Transport au marché de gros
Au marché				

* : Journées de travail

Tableau 6. Charges d'équipement et de fonctionnement d'un hectare de pomme de terre sous l'aspersion

Désignation	Quantité	Prix unitaire (dh)	Coût annuel (dh)	Observation
Matériel d'irrigation				
- Rampe d'irrigation	1 ha	30000	5000	Durée d'amortissement 3 ans
Location de terrain	1 ha	3000	1500	

tableau 6. Suite

Désignation	Quantité	Prix unitaire (dh)	Coût annuel (dh)	Observation
Brise vent	4 chargement	1000	2000	utilisés pour cultures
Travaux du sol		100	500	
-Labour	5 h	60	180	pour sol léger
-Crovercropage	3 h	60	180	
-Billonnage	3 h			
		4,35	10875	
Semence	2500 kg			
Fertilisation		-	1183	
-Engrais de fond	670 kg	-	1432	Importées côt des 3 engrais
-Engrais de couverture	760 kg	250	7500	
	30 t	500	600	
Fumier	12 t			
Produit phytosanitaire	-	700	700	
Désherbage chimique	323 m ²	0,46	1486	
Eau d'irrigation	250 jw*	50	1500	
Main d'œuvre	280 voyages		2800	
Transport de récolte	(Pick-up)			

Jw* : Journées de travail

Discussions

Les deux systèmes d'irrigation (goutte à goutte et aspersion) ont donné des rendements élevés et semblables sous la même méthode de gestion des irrigations. Ce résultat est différent de celui obtenu par Berstein et François (1973) en comparant le goutte à goutte, à l'aspersion et la raie. L'augmentation du pourcentage des tubercules hors calibres engendrée par GAG100 pourrait s'expliquer par le taux d'humidité élevé et constant, maintenu par le goutte à goutte au niveau de la rhizosphère. Dans la cuve lysimétrique où l'humidité du sol est très élevée, ce taux était de l'ordre de 22 %. Henninger et Smith (1977) et Martin (1983) ont obtenu des taux semblables avec des niveaux d'irrigation de 70 à 80 % ETo. L'efficacité de l'utilisation de l'eau réalisée par le goutte à goutte avec les deux doses appliquées était supérieure à celle de l'aspersion. Elle est située dans la marge rapportée par Harris (1978) et Rossi et Bigaran (1990). Sur pomme de terre, la marge de l'efficacité de l'eau se situe entre 0,05t et 0,2t/ha par millimètre d'eau apporté. Selon Rojek (1991), l'efficacité d'utilisation de l'eau chez la pomme de terre, dépend de la variété et des doses apportées. L'économie d'eau réalisée par le goutte à goutte pourrait provenir de la différence entre l'évapotranspiration au niveau du lysimètre

et de la parcelle. En effet, l'évapotranspiration est maximale dans le lysimètre où la totalité de la surface est humectée. Selon Bernstein et François (1975), pour les mêmes rendements, le goutte à goutte permet une économie d'eau par rapport aux autres méthodes avec des doses d'irrigation basées sur l'évapotranspiration des surfaces humectées. Cela met en évidence l'importance de la détermination des réductions possibles pouvant être opérées sur l'ETM sans toutefois toucher de façon substantielle le rendement. Les résultats économiques réalisés par les deux systèmes sont globalement similaires. Les faibles marges bénéficiaires induites par le goutte à goutte proviennent essentiellement de la différence peu importante entre les rendements exports. En effet, chez la pomme de terre et la tomate, les meilleurs résultats économiques sont souvent réalisés avec des doses inférieures à l'ETM (Martin et Miller.,1983 ; Miller et Martin.,1983 ; Hane et Pumphry.,1984 ; Giardini.,1990).

Conclusion

A la base de ces résultats, on peut conclure que, sous une même gestion d'irrigation adéquate, les deux systèmes d'irrigation permettent la réalisation de bons résultats technico-économiques, induisant des marges bénéficiaires relativement semblables, avec toutefois un faible avantage en faveur du goutte à goutte. Par ailleurs, avec la possibilité de l'économie d'eau, de l'utilisation de l'irrigation fertilisante, et la diminution des maladies des feuillages, le système goutte à goutte reste un atout pour la production de la pomme de terre dans la région du Massa.

Références bibliographiques

- Bernstein L. and François Z (1973). Comparisons of drip furrow, and sprinkler irrigation. *soil sci-115* : 73-86.
- Bernstein L. and François Z. (1975). Effects of frequency of sprinkling with saline waters compared with daily drip irrigation. *Agron. J.* 67 : p 185-190.
- Giardini L. (1990). Maximum evapotranspiration and agronomical maximum evapotranspiration of processing Tomato and Potato in Venete environment . *Acta Hort* 278 : 815-824
- Hanes D.C.,and Pumphrey,F.V.(1984).Yield-evapotranspiration relationships and seasonal crops coefficients for frequently irrigated potatoes. *Am. Pot. J.* 61 : 661-668
- Harris P.M. (1987). Water pp 244-279 in "the potato crop", ed chapman and Hall, London.
- Henninger P.W. and smith (1977). Influence of slitted polyethylene Mulch, Nitrogen Rates, and trickle irrigation potatoes *Am.potato. J* : 54 : 261-270.
- Martin M.W and Miller D.E. (1983). Variations in responses of potato germplasm to Deficit irrigation as affected by soil texture. *Am.potato. J* 60 : 671-683.
- Miller D.E and M.W. Martin (1985). Effect of water stress during tuber formation on subsequent growth and internal defects in Russet Burbank.potatoes. *Am. Potato. J* 62 : 541.

Pascal M. and Dunaol (1992). Comparative study between drip and conventional irrigation methods on low land potato. Sapprad. Sp (1) : 128-145.

Rojek S. (1991). Effects of spray irrigation on new potato varieties des Nauk. Academie technique - polend (1992) 32 (180) : 43-49.

Rossi P. and Bigaran, F. (1990) : irrigation timing by climate : plote and district application for potato. Acta Horticulturae 278, pp : 789-796.

Schaefer W. and Hartman H.(1991). Field experiments on reaction of potatoes towards irrigation methods and Water application depths. Lant - voelkemode 41 (1) : 15-20.