



ETUDE DE L'EFFICIENCE DU SYSTEME MESKAT ENVERS LE COMPORTEMENT AGRONOMIQUE D'UNE OLIVERAIE ADULTE (TUNISIE LITTORALE SEMI-ARIDE)

BEN SALEM A.^{1*}, MAJDOUB R.¹, M'SADAK Y.¹, KHLIFI S.²

¹Département du Génie des Systèmes Horticoles et du Milieu Naturel. Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem. BP 47, 4042 Chott Mariem, Tunisie

²Département Aménagement et Environnement. Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural. Route du Kef km 5, 9070 Medjez El Bab, Béja, Tunisie

salem.asma@yahoo.fr

RESUME

Dans le but d'étudier l'impact du système Meskat sur le comportement de l'olivier adulte, un dispositif expérimental a été retenu dans la région de Kroussia (M'Saken, Sousse, Tunisie). Il s'agit d'un dispositif formé de trois bandes, chacune composée de quatre casiers. L'étude a porté principalement sur six paramètres agronomiques de suivi d'une oliveraie adulte, de variété «chemlali», notamment le volume de la frondaison, la surface foliaire des feuilles âgées, la surface foliaire des feuilles jeunes, la conductance stomatique des feuilles, le diamètre des fruits et la longueur des fruits. Ces paramètres ont été évalués expérimentalement in situ et/ou au laboratoire avec deux répétitions par casier. Les résultats obtenus ont prouvé l'impact positif du système Meskat sur le comportement agronomique de l'olivier considéré. En effet, les atouts ont été relevés essentiellement pour le volume de la frondaison, la surface foliaire des feuilles âgées, la surface foliaire des feuilles jeunes et la conductance stomatique des feuilles avec une amélioration respective de 51, 25, 37 et 50%.

Mots clés : Système Meskat, Olivier adulte, Comportement agronomique, Milieu semi aride.

ABSTRACT

In order to study the impact of Meskat system on adult olive trees, an experimental device was selected in the region of Kroussia (M'Saken, Sousse, Tunisia). This study area corresponds to three stripes ; each one is composed by four compartments. The study focused on six agronomic parameters of an adult olive grove, variety of "Chemlali", including canopy volume, foliar surface of elderly leaves, foliar surface of young leaves, leaf stomatic conductance, fruit diameter and fruit length. These parameters were evaluated experimentally in situ and/or laboratory with two repetitions per trap. The results have shown the positive impact of the system on the agronomic behavior of the considered olive trees. These findings concerned, mainly, the canopy volume, foliar surface of elderly leaves, foliar surface of young leaves and leaf stomatic conductance, with a recorded improvement of 51, 25, 37 and 50%, respectively.

Keywords: Meskat system, Adult olive tree, Agronomic, Semi arid.

INTRODUCTION

La Tunisie est le pays oléicole le plus important du Sud de la Méditerranée (Braham, 1997). Plus de 30% de ses terres agricoles, soit 1,68 millions d'ha, sont consacrés à l'oléiculture (COI, 2006). L'oléiculture joue une place capitale dans la vie sociale et économique du pays, ce qui incite à mettre en œuvre beaucoup d'efforts pour le développement de ce secteur. Le Sahel Tunisien, zone littorale semi-aride, présente le pourcentage le plus élevé du nombre de pieds d'oliviers, soit 29 millions de pieds (41,4%), en ayant recours à des techniques traditionnelles de captage des eaux de ruissellement comme les *Meskat*s, afin de garantir la croissance et le développement de l'olivier dans un contexte de semi aridité. Ces aménagements hydrauliques ont été adoptés pour pallier des contraintes dues essentiellement à la rareté de l'eau et à la dégradation des sols (Roose et Sabir, 2002).

Le système *Meskat* est un modèle d'aménagement traditionnel de Conservation des Eaux et du Sol (CES), hérité du savoir faire des différentes civilisations qui se sont succédées en Tunisie (Flesken et al., 2005). En plus de son rôle antiérosif, ce système permet d'augmenter la quantité d'eau reçue par l'oliveraie (Majdoub et al., 2011). Il consiste à exploiter la surface en amont de la parcelle «colline» non cultivée et utilisée comme impluvium ou *meskat* pour la collecte des eaux de ruissellement. Ces eaux vont servir comme appoint hydrique des oliviers plantés dans des casiers situés à l'aval de la parcelle, *mankâas* (Ben Salem et al., 2010). Basé sur l'organisation de l'espace déterminé par le rapport *meskat/mankâa* affectant son fonctionnement, ce système antiérosif ancestral contribue à l'amélioration des rendements des cultures (Houimli, 2008). Plusieurs études antérieures ont été accomplies sur le système *Meskat* ;

toutefois, son impact sur l'oléiculture reste peu étudié. Le présent travail a comme objectif essentiel d'évaluer l'effet de ce système sur divers indicateurs agronomiques de l'olivier adulte, conduit en mode pluvial.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

L'étude a été effectuée pendant l'année 2010-2011 dans une parcelle d'oliviers âgés (*cv. Chemlali*). Le site considéré est une exploitation agricole privée localisée dans la délégation de M'Saken du gouvernorat de Sousse. Les coordonnées du site sont 35°43'58.62" Nord et 10°29'59.95" Est. Il s'agit d'une oliveraie constituée par un *meskat* qui couvre une superficie de l'ordre de 20 ha et des *mankâas* totalisant une trentaine de casiers plantés par l'olivier et couvrant une superficie de l'ordre de 15 ha. L'eau de ruissellement est collectée à l'aval du *meskat* qui prend la forme d'un entonnoir, puis distribuée, à l'aide d'un partiteur, aux casiers. Le climat de cette région est Méditerranéen en semi aride avec une pluviométrie annuelle moyenne de 350 mm.

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté lors de cette étude est de type en bandes. Il est formé de trois bandes B1 (bande gauche), B2 (bande au milieu) et B3 (bande droite), assimilées à des blocs (Figure 1).

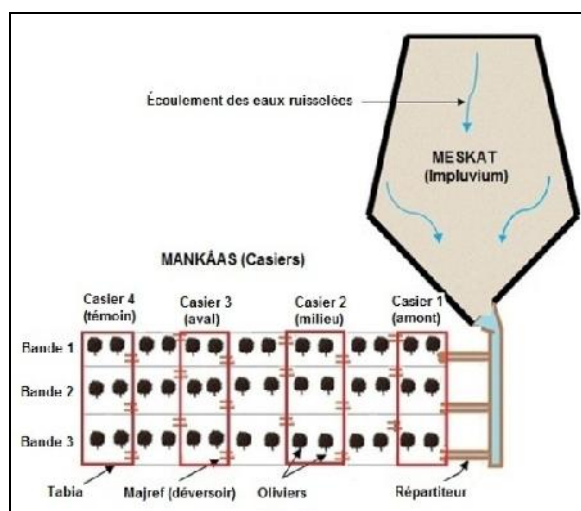


Figure 1 : Représentation schématique du système Meskat et du dispositif expérimental

Au niveau de chaque bande, quatre casiers ont été retenus C1 (mankâa en amont), C2 (mankâa au milieu), C3 (mankâa en aval) et C4 (témoin). Ces derniers ont été choisis de façon à avoir les distances suivantes : 10, 47, 85 et 126 m entre l'impluvium et le milieu des casiers (*mankâas*). Pour chaque *mankâa*, deux points de mesure ont été considérés comme répétitions, soient 2 arbres par casier et 24 arbres au total.

Paramètres étudiés

Pour évaluer l'impact du système *Meskat* sur le comportement agronomique de l'olivier, des mesures ont été effectuées in situ et/ou au laboratoire. Ces mesures ont concerné le diamètre de la frondaison (D_f) qui a servi pour la détermination du Volume de la Frondaison (VF), la Surface Foliaire des Feuilles Agées (SFFA), la Surface Foliaire des Feuilles Jeunes (SFFJ), la Conductance Stomatique des feuilles (CS), le Diamètre des Fruits (DF) et la Longueur des Fruits (LF).

Par projection de la frondaison sur le sol, le D_f a été mesuré à l'aide d'un mètre ruban et le paramètre VF a été calculé en appliquant la formule rapportée par Boujnah-Mahjoub (2004) :

$$VF = \frac{f}{8} D_f^3$$

Pour déterminer les paramètres relatifs au comportement végétatif (SFFA et SFFJ), une vingtaine des feuilles âgées et une vingtaine des feuilles jeunes ont été prélevées de chaque arbre. Les surfaces foliaires ont été mesurées à l'aide d'un système d'analyse d'images, composé d'une caméra vidéo, type Hitachi (KP-D 40 color digital) reliée à un ordinateur. Le paramètre CS a été déterminé, in situ à l'aide d'un poromètre à diffusion (AP4), sur quatre feuilles prélevées, de l'intérieur de chaque arbre, selon les quatre orientations (Choneâ *et al.*, 2001). Pour la détermination des paramètres de fructification, cinq fruits issus de cinq pousses (25 au total) par arbre ont été récoltés et mis dans des sacs en plastique. Au laboratoire, les paramètres DF et LF ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse à affichage numérique.

Analyse statistique

L'analyse de la variance a été utilisée pour traiter les résultats obtenus en utilisant le logiciel SPSS version 13 (SPSS, 2004). Pour les variables où le test F est significatif, la procédure GLM (General Linear Models Procedure) a été accompagnée par une comparaison multiple des moyennes en ayant recours au test de Tukey, afin de déceler, éventuellement, des différences significatives ($p < 5\%$).

RESULTATS ET DISCUSSION

Le résultat de l'analyse de la variance des paramètres mesurés est présenté dans le tableau 1. Ce tableau a montré que pour la majorité des paramètres, l'impact du système Meskat est hautement significatif.

Tableau 1 : Analyse de la variance des paramètres agronomiques de l'olivier

Source de variation	VF	SFFA	SFFJ	CS	DF	LF
Casier	33,05 ***	3,35	7,24 **	103,05 ***	7,94 **	7,25 **
Bande	6,33 *	2,15	3,53	53,28 ***	5,05 *	5,34 *
Interaction Casier×Bande	0,41	0,03	2,14	7,90 ***	5,73 **	6,17 **
Coefficient de détermination	0,82	0,13	0,57	0,95	0,71	0,72
Coefficient de variation (%)	33,80	18,40	34,90	32,10	52,90	52,70

*** : test de F très hautement significatif ($p < 0,1\%$) ; ** : test de F hautement significatif ($p < 1\%$) ; * : test de F significatif ($p < 5\%$).

Impact du système Meskat sur le volume de la frondaison

L'analyse de la variance du paramètre VF a décelé une différence très hautement significative pour les casiers et significative pour les bandes (Tableau 1). Le coefficient de détermination est de 0,82 et le coefficient de variation est de 34%, montrant ainsi que l'échantillon de 24 arbres considéré est hétérogène à propos du paramètre étudié. Le volume de la frondaison a varié de 89,90 m³ pour les casiers les plus éloignés du *meskat* à 235,50 m³ pour ceux situés en amont (Tableau 2). Les résultats obtenus suite aux différentes mesures effectuées sur les oliviers adultes considérés ont démontré l'impact positif du système *Meskat* sur le volume de la frondaison VF de l'oliveraie pluviale mise à l'étude.

L'amélioration relevée est expliquée par l'apport de supplément d'eau de ruissellement pour l'irrigation des oliviers situés à l'aval, et par conséquent, la réduction du stress hydrique. En effet, VF est augmentée selon le sens de l'écoulement des eaux apportées par l'impluvium. Ces résultats confirment ceux trouvés par Toplu et al. (2009). Ces auteurs ont montré une augmentation de 10 à 25% du VF attribuée à des doses d'irrigation croissantes. Selon la littérature, le volume VF est très élevé (>50 m³). Ceci est expliqué par le facteur âge (Charfi-Masmoudi et al., 2004).

Tableau 2 : Variation du volume de la frondaison selon les casiers et selon les bandes

Bande	Casier				Moyenne
	C1	C2	C3	C4	
	VF(m ³)				
B1	224,5 ab	167,8 abcde	104,5 de	89,9 e	146,7
B2	235,5 a	202,2 abc	139,7 bcde	130,9 cde	177,1
B3	188,9 abcd	167,8 abcde	103,4 de	99,2 e	139,8
Moyenne	216,3	179,3	115,9	106,7	

Impact du système Meskat sur la surface foliaire des feuilles

L'analyse statistique du paramètre SFFA n'a révélé aucune différence significative dans les conditions expérimentales considérées. D'ailleurs, le coefficient de détermination enregistré est très faible (0,13). Le coefficient de variation de la SFFA, ne dépassant pas 20% (Tableau 1), montre une homogénéité des résultats acquis. Il est à signaler que la valeur moyenne la plus élevée de la SFFA est observée au niveau du premier casier (C1), elle est de 5,1 cm², alors que celle observée au niveau du dernier casier (C4) n'est que de 3,8 cm². La moyenne de la SFFA pour B1, B2 et B3 est de 4,3 ; 4,0 et 4,8 cm² respectivement (Tableau 3).

Tableau 3 : Variation de la surface foliaire des feuilles âgées selon les casiers et selon les bandes

Bande	Casier				Moyenne
	C1	C2	C3	C4	
	SFFA (cm ²)				
B1	5,03 a	4,39 a	4,00 a	3,87 a	4,32
B2	3,96 a	3,96 a	3,74 a	3,44 a	3,98
B3	5,46 a	4,99 a	4,36 a	4,40 a	4,75
Moyenne	5,09	4,45	4,03	3,83	

L'analyse statistique de la variance du paramètre SFFJ a dévoilé une différence hautement significative selon les casiers et non significative selon les bandes. Le coefficient de détermination enregistré est de 0,57 et le coefficient de variation est de loin supérieur à 20%, indiquant la variabilité marquée de la SFFJ relevée (Tableau 1).

Tableau 4 : Variation de la surface foliaire des feuilles jeunes selon les casiers et selon les bandes

	Casier				
	C1	C2	C3	C4	
Bande	SFFJ (cm ²)				Moyenne
B1	1,74 ab	1,87 ab	0,54 b	1,23 ab	1,34
B2	1,83 ab	2,10 a	1,73 ab	1,51 ab	1,79
B3	2,11 a	1,55 ab	1,37 ab	0,80 ab	1,46
Moyenne	1,89	1,83	1,21	1,18	

Le tableau 4 montre que la SFFJ moyenne a varié presque de 1,9 cm² au niveau des casiers les plus proches de l'impluvium à 1,2 cm² au niveau des casiers les plus éloignés. Les trois bandes ne se comportent pas de la même façon. En effet, la SFFJ moyenne est environ de 1,3 ; 1,8 et 1,5 cm² respectivement pour B1, B2 et B3, quoique l'existence d'une différence significative entre les bandes n'est pas décelée (Tableau 4).

Pour le comportement végétatif de l'olivier, une amélioration a été observée. Cette dernière a été marquée par l'augmentation des surfaces foliaires des feuilles âgées (SFFA) et des feuilles jeunes (SFFJ). En effet, les surfaces SFFA et SFFJ ont diminué en s'éloignant de l'impluvium. Ce résultat est à l'origine de la disponibilité d'une quantité d'eau plus importante pour les oliviers plantés dans les premiers casiers comparativement à ceux des derniers casiers. Cette quantité d'eau est nécessaire pour permettre une augmentation de la surface foliaire des feuilles. Par conséquent, les feuilles âgées des oliviers défavorisés laissent plus de temps pour atteindre la surface maximale et ont achevé leur développement pour atteindre une surface stable, alors que les jeunes feuilles sont en pleine expansion.

Impact du système Meskat sur la conductance stomatique des feuilles

L'analyse de la variance a montré que la variation de la CS des feuilles est très hautement significative selon les casiers et les bandes (Tableau 1). Le coefficient de détermination enregistré est de 0,95. Le coefficient de variation (>20%) montre une hétérogénéité des résultats obtenus. Selon le test de Tukey, la variation de la conductance stomatique a présenté une différence importante entre les casiers à proximité de l'impluvium et ceux plus éloignés de casiers témoins.

Comme pour les autres paramètres, la CS des feuilles a une tendance vers la diminution selon le sens d'écoulement de l'eau, évaluée à presque 50%, en

allant de C1 à C4. Elle varie de 72,0 à 140,4 mmoles/m²/s pour les casiers respectivement en aval et en amont. La valeur moyenne maximale est observée au niveau du premier casier, avec 149,0 mmoles/m²/s, alors que la valeur moyenne minimale est observée au niveau du troisième casier, avec 58,6 mmoles/m²/s. La CS révèle le même comportement pour les trois bandes. Elle est comprise en moyenne entre 87,0 et 122,8 mmoles/m²/s pour B1 et B2 (Tableau 5).

Tableau 5 : Variation de la conductance stomatique selon les casiers et selon les bandes

	Casier				
	C1	C2	C3	C4	
Bande	CS (mmoles/m ² /s)				Moyenne
B1	146,94 a	83,69 efg	58,56 g	59,00 g	87,05
B2	149,13 a	131,63 ab	112,88 bcd	97,75 cde	122,84
B3	125,13 abc	113,00 bcd	87,75 def	59,38 fg	96,31
Moyenne	140,40	109,44	86,40	72,04	

Les résultats obtenus ont prouvé également l'impact positif du système *Meskat* sur le comportement écophysologique de l'olivier, ce qui confirme les résultats obtenus par Charfi-Masmoudi et al. (2010) qui ont annoncé que la physiologie de l'olivier est influencée par la disponibilité de l'eau dans le sol. Sachant que la conductance stomatique est l'inverse de la résistance stomatique, les arbres irrigués présentent des conductances stomatiques plus élevées que ceux en déficit hydrique (Gouiaa et al., 2011).

Impact du système *Meskat* sur les dimensions des fruits

Les résultats statistiques ont dévoilé que la variation du DF est hautement significative selon les casiers et significative selon les bandes (Tableau 1). Le coefficient de détermination est de 0,71 et le coefficient de variation dépasse largement 20%, indiquant la forte variabilité des résultats. La moyenne du DF a varié de 9,4 à 11,0 mm. Les valeurs moyennes du DF sont respectivement, pour B1, B2 et B3, de 10,1 ; 8,0 et 8,1 mm (Tableau 6).

Tableau 6 : Variation du diamètre des fruits selon les casiers et selon les bandes

	Casier				
	C1	C2	C3	C4	
Bande	DF (mm)				Moyenne
B1	10,6 a	10,7 a	9,4 a	9,8 a	10,1
B2	10,3 a	10,2 a	10,9 a	0,0 b	8,0
B3	0,0 b	10,8 a	10,6 a	11,0 ab	8,1
Moyenne	7,0	10,6	10,6	7,0	

L'analyse de la variance a aussi révélé pour la LF une différence hautement significative pour les casiers et significative pour les bandes (Tableau 1). Le coefficient de détermination obtenu est similaire à celui obtenu pour le DF. Le coefficient de variation est également similaire (dépassant amplement 20%).

Le maximum de la LF a été observé au niveau du casier C4 de la bande B3, avec 16,3 mm (Tableau 7), alors que le minimum a été observé au niveau du casier C2 de la bande B2, soit 10,5 mm. Les trois bandes B1, B2 et B3 ont respectivement des LF de 15,2 ; 11,5 et 12,0 mm.

Tableau 7 : Variation de la longueur des fruits selon les casiers et selon les bandes

	Casier				
	C1	C2	C3	C4	
Bande	LF (mm)				Moyenne
B1	15,0 a	15,4 a	14,9 a	15,5 a	15,2
B2	15,3 a	14,5 a	16,2 a	0,0 b	11,5
B3	0,0 b	16,0 a	15,5 a	16,3 ab	12,0
Moyenne	10,1	15,3	15,5	10,6	

Concernant la fructification de l'olivier, exprimée par le diamètre des fruits DF et leur longueur LF, les valeurs obtenues semblent être plus faibles, comparativement à celles rapportées par (Toplu et al., 2009) sur le cultivar «Gemlik». Ces auteurs ont aperçu que le DF est de l'ordre de 17,0 mm sous un régime irrigué. Cette constatation pourrait s'expliquer par l'effet variétal et par l'importance de la charge en fruits au niveau de l'arbre.

En définitive, les variations importantes observées sur le plan dimensionnel des fruits pourraient être dues à des charges variables en fruits au niveau des pieds d'oliviers étudiés (rendement en olives par arbre étudié allant de 0 à 80 kg).

CONCLUSION

Le système hydrologique *Meskat* reste à l'origine du développement des plantations oléicoles dans le Sahel Tunisien, caractérisé par un climat semi-aride. L'étude, entreprise à ce sujet, a permis de dévoiler son effet positif sur certains paramètres agronomiques d'une oliveraie adulte pluviale, de variété «*chemlali*». En effet, un accroissement de 51% a été constaté pour la vigueur, symbolisée par le Volume de la Frondaison. Pour la surface foliaire des feuilles âgées, la surface foliaire des feuilles jeunes et la conductance stomatique des feuilles, l'accroissement noté a été de l'ordre de 25, 37 et 50% respectivement. Quant au diamètre des fruits et longueur des fruits, les valeurs relevées semblent être faibles. Les résultats acquis ont montré que l'incidence agronomique du système *Meskat* dépend de la position du *mankâa* par rapport au *meskat*. En effet, les eaux pluviales collectées par le *meskat* seront dirigées vers les premiers casiers qui reçoivent alors la plus grande quantité d'eau qui diminuera en s'éloignant du *meskat*. C'est ainsi que les valeurs les plus élevées de différents paramètres agronomiques étudiés ont été observées au niveau des premiers casiers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEN SALEMA., MAJDOUB R., KHLIFI S. (2010). Contribution à l'étude de l'impact du système *Meskat* sur le sol : Indicateurs chimiques (Région de Kroussia, Sousse), Actes des 17^{èmes} Journées Scientifiques sur les Acquis de la Recherche Agricole, Nabeul, Tunisie, 768-779.
- BOUJNAH-MAHJOUR, D. (2004). Révision des densités de plantation en oléiculture pluviale en régions semi arides à arides Tunisiennes, Revue Olivae, Vol. 30, 1-9.
- BRAHAM M. (1997). Activité écophysiological, état nutritif et croissance de l'olivier (*Olea europaea L.*) soumis à une contrainte hydrique, Thèse de Doctorat d'État, Faculté des Sciences Agronomiques de Gand, Belgique.
- CHARFI-MASMOUDI C., MEZGHANI-AYACHIA M., GOUIA M., LAABIDIA F., BEN REGUAYAA S., OUELED AMOR A., BOUSNIN M. (2010). Water relations of olive trees cultivated under deficit irrigation regimes, Scientia Horticulturae, Vol. 125, 573-578.
- CHARFI-MASMOUDI C., MASMOUDIM. M., BEN MECHLIA N. (2004). Irrigation de l'olivier : cas des jeunes plantations intensives, Revue Azzaitouna, Vol. 10, 37-51.
- CHONÉA X., VAN LEEUWEN C., DUBOURDIEU D., GAUDILLERE JP. (2001). Stem Water Potential is a Sensitive Indicator of Grapevine Water Status, Annals of Botany, Vol. 87, 477-483.

- COI (Conseil Oléicole International) 2006. L'oléiculture en Tunisie, Document technique.
- FLESKENS L., STROOSNIJDER L., OUESSAR M., DE GRAAFF J. (2005). Evaluation of the on-site impact of water harvesting in southern Tunisia, *Journal of Arid Environments*, Vol. 62, 613-630.
- GOUIAA M., BOUJNAH D., MEHOUACHI T. (2011). Caractéristiques écophysiologicals de l'olivier «*Olea europaea* L.» planté à différents écartements, *Revue des Régions arides*, Vol. 26, N° 2, 33-37.
- HOUIMLI E. (2008). Les facteurs de résistance et de fragilité de l'agriculture littorale face à l'urbanisation : le cas de la région de Sousse Nord en Tunisie, Thèse de Doctorat, École Nationale Supérieure du Paysage de Versailles, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).
- MAJDOUB R., BEN SALEM A., KHLIFI S., M'SADAK Y. (2011) Aménagement antiérosif traditionnel (*Meskat*) : exploitation des eaux de ruissellement et amélioration des caractéristiques du sol, *Proceedings Euro Mediterranean Scientific Congress on Engineering (EMSCE)*, Algeciras, Espagne, 159-165.
- ROOSE E., SABIR M. (2002). Stratégies traditionnelles de conservation de l'eau et des sols dans le bassin méditerranéen : classification en vue d'un usage renouvelé, *Bulletin Réseau Erosion*, 21, 33-44.
- SPSS (2004). *SPSS® 13.0 Brief Guide*, ISBN 0-13-154242-7, SPSS Inc., Chicago.
- TOPLU C., ÖNDER D., ÖNDER S., YILDIZ E. (2009). Determination of fruit and oil characteristics of olive (*Olea europaea* L. cv. «*Gemlik*») in different irrigation and fertilization regimes, *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 4, 649-658.