

# Caractérisation agronomique d'hybrides d'olivier (*Olea europaea* L.) issus de croisements dirigés en Tunisie

F. BEN AMAR<sup>1</sup>, M. AYADI<sup>1</sup>, G. BEN AHMED<sup>1</sup>, H. BELGUITH<sup>1</sup>, M. KHARROUBI<sup>1</sup>

(Reçu le 07/06/2022; Accepté le 02/09/2022)

## Résumé

Cinq hybrides d'olivier issus de la variété tunisienne 'Chemlali Sfax' ont été obtenus à partir de croisements dirigés pour améliorer la composition acide de l'huile. L'objectif de ce travail est d'étudier le comportement agronomique de ces hybrides dans un verger conduit en irrigué (Sfax, Tunisie). L'étude de la composition acide révèle que 4 hybrides se caractérisent par un taux en acide oléique supérieur à 69 % et un taux en acide palmitique inférieur à 16 %. L'étude des paramètres agronomiques montrent que les hybrides ont de bonnes performances au niveau d'un caractère déterminé. Deux hybrides ont un poids du fruit > 2 g, un hybride avec productivité et vigueur élevées, respectivement de 37,4 kg/arbre et 10,6 m<sup>3</sup>, et un hybride avec une vigueur réduite. De ce fait, 4 hybrides peuvent être proposés à l'inscription pour une culture irriguée et intensive et un hybride est à exclure de l'inscription vu sa composition acide de l'huile similaire à la variété locale de référence 'Chemlali Sfax'.

**Mots-clés:** Olivier, hybrides, Paramètres agronomiques, Composition en acides gras

## Agronomic characterization of olive (*Olea europaea* L.) progenies from controlled crosses in Tunisia

### Abstract

Five olive hybrids obtained from the Tunisian variety 'Chemlali Sfax' using controlled crosses to improve the oil acidic composition. The objective of this work is to study the agronomic performance of these hybrids in an irrigated orchard (Sfax, Tunisia). The study of the acidic composition showed that 4 hybrids are characterized by an oleic acid content greater than 69% and a palmitic acid content less than 16%. The study of the agronomic parameters show that the hybrids have good performances for a given character. Two hybrids have a fruit weight > 2 g, a hybrid with high productivity and vigor respectively 37.4 kg/tree and 10.6 m<sup>3</sup>, and a hybrid with reduced vigor. Thus, 4 hybrids can be proposed to registration for irrigated and intensive cultivation conditions and one hybrid is to be excluded from registration given its oil acidic composition similar to the local reference variety 'Chemlali Sfax'.

**Keywords:** Olive, hybrids, agronomy parameters, fatty acid Composition

## INTRODUCTION

L'olivieraie tunisienne est dominée par deux principales variétés à huile, Chétoui au nord et Chemlali Sfax au centre et au sud (Khabou *et al.*, 2009). La variété Chemlali Sfax se caractérise par sa vigueur, son adaptation à différents environnements et sa productivité (Trigui, 1996). Cependant, elle connaît un déséquilibre au niveau de la composition acide de son huile avec un taux d'acide oléique faible (53 à 56 %) et celui d'acide palmitique élevé (17 à 21 %) selon Grati-Kamoun et Khlif (2001).

Pour remédier à ce problème, un projet d'amélioration génétique par croisements dirigés a été initié en 1993 et a concerné certains pays méditerranéens. Au niveau de la Tunisie, l'hybridation a généré une collection d'hybrides utilisant la variété Chemlali Sfax et d'autres variétés tunisiennes et étrangères (Trigui, 1996).

La méthode d'hybridation a été aussi adoptée dans d'autres pays tels qu'Israël (Lavee, 1990), l'Espagne (Rallo, 1995), l'Italie (Bellini, 1993) et le Maroc (Charafi *et al.*, 2007). Les résultats les plus significatifs d'hybridation viennent d'Israël où plusieurs variétés ont été caractérisées et inscrites. En effet, les travaux entrepris ont permis l'obtention de plusieurs nouvelles variétés, à savoir Kadesh (Lavee, 1978), Barnea (Lavee *et al.*, 1986), Maalot (Lavee *et al.*, 1999), Askal (Lavee *et al.*, 2003) et Kadeshon, Sepoka et Masepo (Lavee *et al.*, 2004). En Espagne, un programme d'hybridation a eu lieu depuis 1991 et des croisements réciproques entre cultivars ont été réalisés dans le but de diminuer la période juvénile et d'améliorer la production en olives et le rendement en huile d'olive.

En Tunisie, les travaux entrepris sur ces hybrides dans une collection de pieds-mères ont intéressé surtout la composition acide de l'huile (Manai *et al.*, 2007; Manai *et al.*, 2008; Rjiba *et al.*, 2009; Rjiba *et al.*, 2010; Dabbou *et al.*, 2010; Dabbou *et al.*, 2011). Ces études ont abouti à une sélection préliminaire d'hybrides principalement sur la base de la composition acide (Ben Amar *et al.*, 2015). L'inscription de cinq hybrides a été approuvée récemment (JORT, 2017). Des études morphologiques, agronomiques, pathologiques et chimique de l'huile ont été entreprises sur les hybrides inscrits pour une meilleure valorisation (Guellaoui *et al.*, 2015; Guellaoui *et al.*, 2019a; Guellaoui *et al.*, 2019b; Chaouch *et al.*, 2019; Ben Amar *et al.*, 2021). Des études similaires sont en cours pour les autres hybrides obtenus en vue d'une sélection finale.

La caractérisation agronomique des ressources génétiques de l'olivier se base sur les principaux caractères agronomiques, à savoir la productivité, la qualité de l'huile, la tolérance aux stress biotiques et abiotiques, la pomologie du fruit et la floraison (COI, 1997a).

La composition acide est l'un des principaux critères de qualité de l'huile d'olive. Les principaux acides gras sont l'acide palmitique, l'acide oléique et l'acide linoléique. L'acide palmitique est un acide gras saturé responsable de la figeabilité de l'huile à basse température et un taux assez élevé en cet acide entraîne une augmentation de sa figeabilité et nuit par conséquent à sa commercialisation (Grati-Kamoun et Khlif, 2001). En plus, une consommation d'huile riche en cet acide augmente le taux de cholestérol (Lazzez, 2009). L'acide oléique est un acide

<sup>1</sup> Laboratoire de Ressources Génétiques de l'Olivier, Institut de l'Olivier, Sfax, Tunisie

gras monoinsaturé et une huile riche en cet acide réduit les risques des maladies cardio-vasculaires et les exigences du corps humain en insuline (Zarrouk *et al.*, 2009). L'acide linoléique est un acide gras di-insaturé et sa présence dans l'huile d'olive en quantité élevée peut contribuer à son oxydation au cours du stockage (COI, 1997a).

L'objectif de ce travail est caractériser cinq hybrides d'olivier sur les plans agronomique et chimique de l'huile en vue de proposer certains d'entre eux pour l'inscription.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Site et matériel végétal

Cette étude a été menée dans un verger de comportement à la station expérimentale Taous de l'Institut de l'Olivier située dans la région de Sfax (latitude: 34°55 Nord et Longitude: 10°37 Est). Le verger a été planté depuis 2005 en mode irrigué et intensif avec un écartement de 4 m/6 m. Le matériel végétal utilisé dans cette étude consiste en cinq hybrides dont leurs croisements sont présentés au tableau 1. Nous avons choisi trois arbres de chaque hybride et tout le suivi durant trois années (2017-2019) a été mené sur les mêmes arbres.

**Tableau 1: Liste des hybrides étudiés et leurs croisements**

Hybride	Croisement
1	Chemlali Sfax * Coratina
2	Chemlali Sfax * Sigoise
3	Croisement libre
4	Chemlali Sfax * Coratina
5	Chemlali Sfax * Coratina

### Méthodologie

#### Paramètres agronomiques

Pour chaque arbre, nous avons choisi 10 pousses âgées d'un an au mois de février de chaque année en comptant le nombre total de bourgeons et le nombre de bourgeons ayant produit des inflorescences. Le taux de floraison est calculé par la formule suivante :

$$TF (\%) = (\text{Nombre d'inflorescences} / \text{Nombre total}) * 100$$

Le nombre moyen de fleurs par inflorescence (NB) est calculé sur un échantillon de 20 inflorescences de chaque arbre pris au stade bouton blanc (juste avant le début d'ouverture des fleurs).

En novembre de chaque année, la production en olives (Pr) est notée pour chaque arbre ainsi que le volume de frondaison (VF) qui est calculé par la formule suivante (COI, 1997a):

$$VF = 0.5236 * H * (D)^2 \text{ avec:}$$

H: Hauteur de la frondaison mesuré à partir du début de la végétation.

D: Diamètre moyen de frondaison des deux diamètres orthogonaux de l'arbre (nord-sud et est-ouest).

La production et le volume de frondaison nous permettent de calculer la production en olives par unité de volume (Pr/m<sup>3</sup>).

A chaque année et au mois de novembre, un échantillon de 100 fruits est prélevé des trois arbres de chaque hybride pour le calcul du poids moyen du fruit (PF).

### Paramètres chimique de l'huile

#### Extraction de l'huile d'olive

Un échantillon d'un kilogramme de fruits frais et sain de chaque hybride est récolté à la main pour les trois années et directement amené au laboratoire. L'extraction de l'huile est faite à l'aide d'un oléodoseur expérimental et consiste en trois étapes: Le broyage des olives par un broyeur à marteaux suivi par le malaxage de la pâte pendant 40 minutes et enfin la centrifugation en couche mince. La décantation de l'huile centrifugée est stockée dans des bouteilles en verre à 4°C et en obscurité jusqu'à l'utilisation.

#### Analyse de la composition acide

L'estérification des acides gras est effectuée selon la méthode de saponification à froid. Les acides gras sous forme de leurs esters méthyliques sont analysés par chromatographie en phase gazeuse (CPG) selon le protocole suivant:

A l'aide d'une seringue de 10 µl, un microlitre de l'huile méthyliée est injectée dans la colonne. La séparation est faite en isotherme à l'aide d'un appareil de type Shimadzu serie 17A équipé d'un détecteur à ionisation de flamme et une colonne capillaire dans les conditions convenables (Température colonne=180°C, Température injecteur=230°C, Température détecteur=250°C; gaz vecteur= azote; pressions: azote=0,6 bar, air=1,5 bar, hydrogène=0,8 bar; colonne: capillaire, longueur=15 cm, diamètre=0,32 mm, épaisseur du film=0,25 µm; phase stationnaire polaire: 50% cyanopropylméthyl-50% phénylméthyl- polysiloxane).

#### Analyses statistiques des données

Les arbres ne sont pas toujours productifs durant les trois années en raison du phénomène d'alternance. Par conséquent, les valeurs de chaque paramètre à chaque année sont des moyennes des arbres en production. Ainsi, l'analyse de variance de chaque paramètre a été réalisée pour le facteur hybride en considérant l'année comme répétition et les moyennes des hybrides sont comparées par le test de Duncan au seuil de 5 %.

Une base de données est constituée par les moyennes de chaque hybride sur trois arbres et trois années pour les différents paramètres. A partir de cette base de données, deux analyses statistiques ont été entreprises:

- Les corrélations de Pearson entre les différents paramètres ont été effectuées et la signification des coefficients a été estimée aux seuils de 1 et 5 %.
- L'analyse en composantes principales a été élaborée pour déterminer les paramètres les plus importants et leurs relations avec les différents hybrides.

Les analyses statistiques de la présente étude ont été élaborées par le logiciel XLSTAT version 2020.3.

## RÉSULTATS

### Variabilité des paramètres

L'analyse de variance montre des différences non significatives entre les hybrides pour le taux de floraison et la production par unité de volume (Tableau 2). Toutefois, ces deux paramètres varient respectivement de 17,9 à 28,9 % et de 2,22 à 3,5 kg/m<sup>3</sup>.

Le nombre de fleurs par inflorescence est le plus élevé pour l'hybride 1 (20 fleurs) et le plus faible pour l'hybride 5 (11,3

fleurs). Le volume de frondaison varie significativement entre les hybrides avec une valeur élevée pour l'hybride 4 (10,6 m<sup>3</sup>), faible pour l'hybride 1 (5,29 m<sup>3</sup>) et moyenne pour les hybrides 2, 3 et 5 (6,5 à 7,5 m<sup>3</sup>). La production par arbre est la plus élevée pour l'hybride 4 (37,4 kg) et la plus faible pour les hybrides 1, 3 et 5 (12,1 à 15,2 kg). L'hybride 5 détient le poids de fruit le plus élevé (2,76 g) alors que les hybrides 2 et 4 ont un fruit de faible poids (environ 1 g).

Pour les acides gras, le tableau 2 montre que l'hybride 2 manifeste le taux le plus faible en acide oléique (57,7 %) et les taux les plus faibles en acides palmitique et linoléique, respectivement 19,0 et 18,4 %. Les autres hybrides ont des taux élevés en acide oléique (> 69 %) et des taux moyens à faibles en acide palmitique (< 16 %) et linoléique (< 13 %).

**Corrélations entre les paramètres**

Le tableau 3 présente les corrélations entre les paramètres agronomiques des hybrides. Il ressort que les corrélations significatives sont de deux types:

- Trois corrélations sont significatives entre les paramètres de production et de frondaison (volume, production moyenne et leur rapport et poids du fruit). De ce fait, une production élevée est un indicateur d'un volume de frondaison et un rapport production/volume élevés.
- Deux corrélations négatives existent entre les principaux acides gras de l'huile des hybrides. Ainsi, le taux élevé en acide oléique dans l'huile des hybrides étudiés indiquent automatiquement des taux faibles en acides palmitique et linoléique.

**Analyse en composantes principales**

Les valeurs propres des deux premières composantes de l'ACP sont nettement plus élevées que les autres composantes, respectivement 4,3 et 2,8 (Tableau 4). Par conséquent, ces deux composantes contribuent avec 79,5 % dans la variance totale des paramètres agronomiques des hybrides étudiés.

La représentation graphique des deux premières composantes (Figure 1) fait ressortir la distinction des hybrides étudiés par des paramètres bien définis:

- L'hybride 4 est caractérisé principalement par la production en olives et le volume de frondaison.

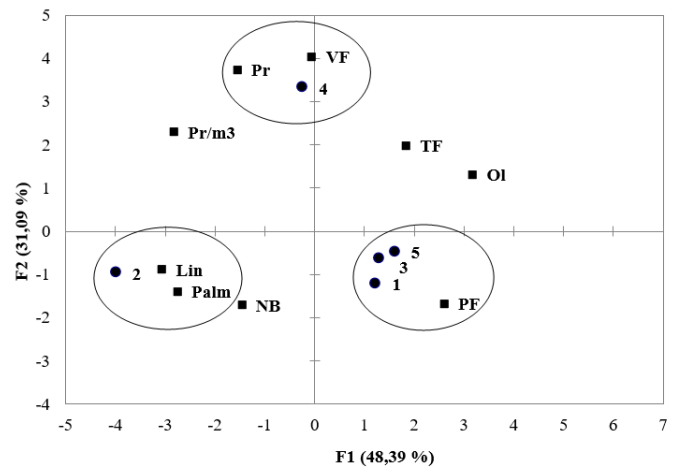


Figure 1: Localisation des hybrides et des paramètres agronomiques dans la représentation graphique des deux premières composantes de l'ACP

**Tableau 2: Caractéristiques agronomiques des hybrides étudiés**

Paramètre	1	2	3	4	5
Taux de floraison (%)	28,9 a	17,9 a	22,6 a	28,4 a	21,7 a
Nombre de fleurs	20,0 a	18,8 ab	15,3 bc	14,3 bc	11,3 c
Volume de frondaison (m <sup>3</sup> )	5,29 c	6,56 b	7,01 b	10,6 a	7,57 b
Production (kg/arbre)	12,1 c	24,1 b	15,2 c	37,4 a	15,2 c
Production (kg/m <sup>3</sup> )	2,22 a	3,50 a	2,25 a	3,43 a	2,31 a
Poids du fruit (g)	1,73 b	0,99 c	2,26 ab	1,08 c	2,76 a
Taux d'acide oléique (%)	70,9 a	57,5 b	70,0 a	70,8 a	70,4 a
Taux d'acide palmitique (%)	15,7 ab	19,0 a	13,3 b	14,7 b	15,7 ab
Taux d'acide linoléique (%)	9,29 b	18,4 a	12,7 b	11,0 b	10,3 b

Les valeurs ayant la même lettre sont statistiquement égales

**Tableau 3: Coefficients de corrélations entre les paramètres agronomiques des hybrides**

Paramètre	TF	NB	VF	Pr	Pr/m <sup>3</sup>	OI	Palm	Lin
NB	0,102	1						
VF	0,246	-0,607	1					
Pr	0,161	-0,169	<b>0,861*</b>	1				
Pr/m <sup>3</sup>	-0,197	0,126	0,537	<b>0,868*</b>	1			
OI	0,753	-0,428	0,245	-0,156	-0,616	1		
Palm	-0,533	0,432	-0,313	0,079	0,528	<b>-0,857*</b>	1	
Lin	-0,791	0,322	-0,116	0,231	0,628	<b>-0,956*</b>	0,672	1
PF	-0,099	-0,574	-0,250	-0,701	<b>-0,854*</b>	0,536	-0,477	-0,510

\* Coefficient significatif au seuil 5 %

**Tableau 4: Contribution des composantes de l'ACP dans la variance totale**

Variable	F1	F2	F3	F4
Valeur propre	4,356	2,798	1,504	0,343
Variabilité (%)	48,395	31,090	16,711	3,808
Variabilité cumulée (%)	48,395	79,481	96,192	100

- Les hybrides 1, 3 et 5 sont caractérisés par un poids de fruit élevé, un taux en acide oléique élevé et des taux en acides palmitique et linoléique moyennes.
- L'hybride 2 se distingue des autres hybrides par des taux en acide palmitique et linoléique élevés et un taux faible en acide oléique.

## DISCUSSION

La grande variabilité au sein des caractères agronomiques chez les hybrides étudiés montre que le programme d'hybridation entrepris en Tunisie a apporté un gain appréciable sur le plan génétique dénotant un choix judicieux des pollinisateurs de la variété Chemlali Sfax. Cette diversité des performances des hybrides du programme d'amélioration génétique tunisien a été rapporté par Manai *et al.*, (2007), Rjiba *et al.*, (2009), Dabbou *et al.*, (2010), Ben Amar *et al.*, (2015), Ben Amar et Ayadi (2022).

Le gain génétique le plus important chez les hybrides étudiés se situe au niveau de la composition acide des huiles. Quatre hybrides ont un taux très élevé en acide oléique (> 69 %) marquant un accroissement de 25 % par rapport la variété de référence 'Chemlali Sfax'. Ces mêmes hybrides ont un taux en acide palmitique largement moins élevé (< 16 %) que 'Chemlali Sfax' qui peut avoir plus de 20 % d'après Grati-Kamoun et Khelif (2001). Ces deux caractéristiques des hybrides sont très recherchées dans l'huile d'olive puisqu'elles contribuent, d'après D'imprio *et al.*, (2007), à éviter les troubles cardio-vasculaires, les cancers et l'obésité.

Au niveau de la composition acide, l'hybride 2 est similaire à la variété de référence 'Chemlali Sfax' rapportée par Grati-Kamoun et Khelif (2001). Par contre, la bonne composition acide des autres hybrides prouve que ces derniers ont acquiert les caractéristiques de l'huile de la variété 'Coratina' connue par la bonne qualité selon Zarrouk *et al.*, (2009).

Les autres paramètres agronomiques peuvent aider dans le choix d'un hybride. En effet, les hybrides 3 et 5 ont un poids de fruit entre 2 et 3 g et peuvent ainsi être utilisé à double fin (olive à huile et de table). D'autre part, la vigueur réduite de l'hybride 1 peut favoriser son utilisation dans une conduite hyperintensive à l'image de la variété Arbéquina et Chikitita (Rallo *et al.*, 2008).

Les paramètres de floraison et de production sont principalement affectés par la conduite de la plantation et en particulier la taille, la fertilisation et l'irrigation (COI, 1997b; Bellini *et al.*, 2008). De ce fait, les hybrides étudiés peuvent être potentiellement utiles dans une plantation intensive (conditions de notre étude) en veillant à optimiser la conduite culturale.

Les corrélations entre les principaux acides gras de l'huile des hybrides de notre étude ont été rapportées aussi par Guellaoui *et al.*, (2019) pour d'autres hybrides d'olivier issus du même programme d'hybridation. Cette constatation peut amener à rechercher de gènes (QTLs) qui codent pour l'un des trois principaux acides gras de l'huile d'olive et qui pourront être un critère de sélection fiable, précoce et rapide pour la qualité de l'huile dans une collection d'hybrides ou de variétés. Ces gènes ont été déterminés par Hernández *et al.*, (2005) et Banilas *et al.*, (2011) pour deux enzymes qui contribuent à la biosynthèse de l'huile d'olive.

Les corrélations non significatives entre les paramètres agronomiques et la composition en acides gras confirment l'effet réduit des conditions de culture sur la qualité de l'huile qui reste principalement sous des conditions internes de l'exploitation comme rapporté par certains travaux. En effet, la composition en acides gras dépend du patrimoine variétal et du degré de maturité des fruits (Kammoun et Laroussi, 2013), des méthodes d'extraction, de conservation d'huile et des conditions climatiques et environnementales (Dugo *et al.*, 2004). D'autre part, l'effet positif de la frondaison sur la production indique la nécessité de conserver un volume moyen satisfaisant de l'arbre chaque année pour une meilleure stabilité de la production. Ce niveau de frondaison est obtenu par une taille rationnelle et une fertilisation raisonnable conformément aux suggestions de COI (1997b).

Le nombre réduit des composantes de l'ACP et la forte contribution de deux composantes dans la variance totale montrent d'une part la variabilité assez large dans les paramètres agronomiques des hybrides et d'autre part les différences très nettes entre leurs performances. Ce résultat confirme les différences significatives entre les hybrides étudiés et présentés au tableau 2.

Les résultats présentés dans cet article montrent que le programme d'hybridation tunisien a atteint son objectif qui est l'amélioration de la qualité de l'huile de la variété locale 'Chemlali Sfax'. Les hybrides 1, 3, 4 et 5 se distinguent par leur bonne composition de leurs huiles et peuvent être proposés pour l'inscription dans le catalogue national des variétés végétales et être cultivé dans une mode irrigué et intensive. Toutefois, nous suggérons l'étude de certains de ces hybrides pour d'autres finalités, en particulier les hybrides 3 et 5 pour l'olive de table, l'hybride 1 pour la culture hyperintensive et l'hybride 4 pour une culture pluviale. Notre étude prouve que l'hybride 2 ne montre un gain faible au niveau de la composition acide par rapport à la variété de référence et ne peut en aucun cas être promu pour l'inscription.

## RÉFÉRENCES

- Ayadi M., Ben Amar F. (2022). Fatty acid composition in olive (*Olea europaea*. L) oil of progenies obtained from Tunisian crossbreeding program. *J.A.A.O.G.*, 1:1-13.
- Banilas G., Karampelias M., Makariti I., Kourti A., Hatzopoulos P. (2011). The olive DGAT2 gene is developmentally regulated and shares overlapping but distinct expression patterns with DGAT1. *J. Exp. Bot.*, 62:521-532.
- Bellini E. (1993). Variabilité génétique et héritabilité de certains caractères chez des plants de semis d'olivier issus de croisement. *Olivae*, 49: 21-34.
- Ben Amar F., Mezghani-Aiachi M., Yengui A., Belguith H., Harrab S., Hergli M.K. (2015). Variability in the agronomic performance of a collection of olive hybrids (*Olea europaea* L.) of the local 'Chemlali Sfax' oil-olive variety. *Olivae*, 122: 16-21.
- Ben Amar F., Guellaoui I., Ayadi A., Elloumi O., Triki M.A., Boubaker M. (2021). 'Zeitoun Ennour': A new olive (*Olea europaea* L.) cultivar in Tunisia with high oil quality. *Genetic Resources*, 2: 1-6.
- Chaouch A., Bargougui L., Chaieb M., Ben Amar F., Mekki A. (2019). Ecophysiological Responses of Olive Trees (*Olea europaea* L.) Hybrid Varieties in Soil Amended with Olive Mill Waste Waters. *J. Waste Manag. Disposal*, 2: 304.
- Charafi J., Rahioui B., El Meziane A., Moukhli A., Boulouha B., El Modafar C., Khadari B. (2007). Verifying the reliability of hybrid issued from the cross "Picholine marocaine clones x Picholine du Languedoc. *Afr. J. Biotech.*, 6: 2776-2779.

- COI (1997a). Methodology of primary and secondary characterization of olive varieties," ed: European Union/International Olive Council (Ed), 1997, p. 10.
- COI (1997b). Encyclopédie mondiale de l'olivier. Ed Conseil Oléicole International. Madrid Espagne. 387 p illustrées.
- Dabbou S., Rjiba I., Echbili A., Gazzeh N., Mechri B., Hammami M. (2010). Effect of controlled crossing on the triglyceride and fatty acid composition of virgin olive oils. *Chemistry and Biodiversity*, 7: 1801-1813.
- Dabbou S., Chaieb I., Rjiba I., Issaoui M., Echbili A., Nakbi A., Gazzah N., Hammami M. (2011). Multivariate data analysis of fatty acid content in the classification of olive oils developed through controlled crossbreeding. *J. Amer. Oil Chem.Soc.* 89: 667-674.
- D'imperio M., Dugo G., Alfa M., Mannina L., Segre A. (2007). Statistical analysis on Sicilian olive oils. *Food Chem.* 102: 956-965.
- Dugo G., Lo Turco V., Pollicino D., Mavrogeni E., Pipitone F. (2004). Caractérisation d'huiles d'olive vierges siciliennes. Variation qualitative des huiles des fruits des cultivars «Biancolilla, Nocellara del Belice, Cerasuola, Tonda Iblea et Crastu» en fonction des techniques et de l'époque de récolte des olives. *Olivae*, 101: 44-52.
- Grati-Kamoun N., Khlif M. (2001). Caractérisation technologique des variétés d'olivier cultivées en Tunisie. *Revue Ezzitouna* (numéro spécial), 69 p.
- Grati-Kammoun N., Laroussi S. (2013). L'expérience tunisienne dans l'élaboration des signes de qualité dans l'huile d'olive. En : Indications Géographiques, dynamiques socio-économiques et patrimoine bio-culturel en Turquie et dans les pays méditerranéens. *Options Méditerranéennes. Série A: Séminaires Méditerranéens*, 104.
- Guellaoui I., Ben Amar F., Boubaker M., Yengui. A. (2015). Caractérisation phénotypique d'hybrides d'olivier (*Olea europaea* L.) issus de la variété locale «Chemlali Sfax». *Revue des BioRessources*, 5 : 38-53.
- Guellaoui, I., Ben Amar F., Ayadi M., Boubaker M. (2019a). Chemometric classification of new *Olea europaea* L. cultivars developed through a crossbreeding program in Tunisia. *Journal of Scientific Agriculture*, 3: 22-27.
- Guellaoui I., Ben Amar F., Ayadi M., Boubaker M. (2019b). Effet du croisement sur la composition acide d'huile extrait des hybrides d'olivier. *Revue des BioRessources*, 9: 2-8.
- Hernández M.L., Mancha M., Martínez-Rivas J.M. (2005). Molecular cloning and characterization of genes encoding two microsomal oleate desaturases (FAD2) from olive. *Phytochemistry*, 66:1417-1426.
- JORT (2017). Official Journal of Republic of Tunisia, Year 160, n° 33, April 25<sup>th</sup> 2017. p1318. ([http://www.iort.gov.tn/WD120AWP/WD120Awp.exe/CTX\\_18640-266-HZawGTeYJ/Recherche-JORT/SYNC-1499557964](http://www.iort.gov.tn/WD120AWP/WD120Awp.exe/CTX_18640-266-HZawGTeYJ/Recherche-JORT/SYNC-1499557964)).
- Khabou W., Ben Amar F., Rekik H., Bekhir M., Tour A. (2009). Performance evaluation of olive trees irrigated by treated wastewater. *Desalination*, 248: 8-15.
- Lavee S., Haskal, A., Wodner M. (1986). «Barnea» A new olive cultivar from first breeding generation. *Olea*, 17: 95-99.
- Lavee S. (1978). Kadesh table olive. *HortScience*, 131: 62-63.
- Lavee S. (1990). Aims, methods, and advances in breeding of new olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Acta Horticulturae*, 286: 23-36.
- Lavee S., Harshemesh H., Haskal A., Meni Y., Wodner M., Ogrodovich A., Avidan B., Wiesman Z., Avidan N., Trapero-Casus A., (1999). «Maalot», un nouveau cultivar résistant à l'œil de paon (*Spilocaea oleagina* Cast). *Olivae*, 78: 51-59.
- Lavee S., Avidan B., Meni Y. (2003). «Askal»: une nouvelle variété performante d'olivier à huile pour les oliveraies intensives et super-intensives. *Olivae*, 97: 53-59.
- Lavee S., Avidan B., Meni Y., Haskal A., Wodner M. (2004). Trois nouvelles variétés d'olivier demi-naines pour la table. *Olivae*, 102: 33-41.
- Lazzez A. (2009). Étude des caractéristiques pomologiques des olives et physico-chimiques de l'huile de la variété Chemlali: Impact de la maturité, du site d'implantation et de la compagne oléicole. Thèse de doctorat en chimie: Université de Sfax – Faculté des Sciences de Sfax, Sfax (Tunisie).
- Manai H., Mahjoub-Haddada F., Trigui A., Daoud D., Zarrouk M. (2007). Compositional quality of virgin olive oil from two new Tunisian cultivars obtained through controlled crossings. *Journal of the science of food and agriculture*, 87: 600-606.
- Manai H., Mahjoub-Haddada F., Oueslati I., Daoud D., Zarrouk M. (2008). Characterization of monovarietal virgin olive oils from six crossing varieties. *Scientia Horticulturae*, 115: 252-260.
- Rallo L. (1995). Sélection et amélioration génétique de l'olivier en Espagne. *Olivae*, 59: 46-53.
- Rallo L., Barranco D., De La Rosa L., Leon L. (2008). Chiquitita olive. *HortScience*, 4: 529-531.
- Rjiba I., Debbou S., Gazzah N., Chreif I., Hammami M. (2009). Profiles of volatile compounds from nine new hybrids obtained by controlled crossings on olive 'Chemlali' cultivar and mediterranean varieties. *Natural Product Research*, 23: 622-632.
- Rjiba I., Dabbou S., Gazzah N., Hammami M. (2010). Effect of crossbreeding on the chemical composition and biological characteristics of tunisiens new olive progenies. *Chemistry and biodiversity*, 7: 649-655.
- Trigui A. (1996). L'amélioration quantitative et qualitative de la production oléicole en Tunisie: L'incontournable nécessité et les perspectives de l'identification et de l'amélioration génétique de l'olivier. *Olivae*, 61: 34-40.
- Zarrouk W., Baccouri B., Taamalli W., Trigui A., Daouda D., Zarrouk M. (2009). Oil fatty acid composition of eighteen Mediterranean olive varieties cultivated under the arid conditions of Boughrara (Southern Tunisia). *Grasas y Aceites*, 60: 498-506.