

Caractérisation Pomologique de 21 Cultivars Locaux de Figuier (*Ficus carica* L.) Cultivés dans les Oasis Tunisiennes

Pomological Characterization of 21 Local Fig Tree Cultivars (*Ficus carica* L.) Grown in Tunisian Oases

Aljane Fateh^{1*} et Ferchichi Ali²

¹ Arid and Oases Cropping Laboratory, Arid Area Institute Medenine 4119, Tunisia.

² Institut National Agronomique de Tunisie, 43 Avenue Charles Nicolle, 1082 Cité Mahrajène, Tunis, Tunisie.

Article info

Histoire:

Reçu le 17 Septembre 2019

Accepté le 25 Octobre 2019

Mots clés : Oasis tunisiennes, *Ficus carica*, diversité pomologique, cultivars, fruits, descripteurs morphologiques

* Auteur correspondant

fateh_aljane@yahoo.fr

Article info

Histoire:

Received 17 September 2019

Accepted 25 October 2019

Keywords: Tunisian oases, *Ficus carica*, pomological diversity, cultivars, fruits, morphological descriptors.



Copyright©2019 JOASD

* Corresponding author

fateh_aljane@yahoo.fr

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest

Résumé

La diversité pomologique du figuier (*Ficus carica* L.) dans les oasis tunisiennes a été étudiée en utilisant les descripteurs morphologiques. Vingt et un cultivars de figuier originaires des oasis de Kébili, Tozeur et Gafsa ont été analysés et comparés. L'analyse de la variance, l'analyse en composantes principales et l'analyse canonique hiérarchique de caractères liés aux fruits montrent une grande diversité au sein des cultivars étudiés. L'étude de cette diversité de germoplasme du figuier permet de détecter des cas homonymes et synonymies. Certains d'entre eux ont été sélectionnés. Parmi les descripteurs de haut degré de discrimination celles relatifs aux dimensions des fruits, la couleur des fruits, etc. Certains traits morphologiques sont susceptibles d'être utilisés comme descripteurs pour la classification des cultivars de figuier en Tunisie.

Abstract

The pomological diversity of the fig tree (*Ficus carica* L.) in Tunisian oases was studied using morphological descriptors. Twenty-one fig tree cultivars originating from the oases of Kébili, Tozeur and Gafsa were analyzed and compared. Analysis of variance, principal component analysis and hierarchical canonical analysis of fruit-related traits show great diversity within the studied cultivars. The study of this diversity of fig germplasm makes it possible to detect homonymous cases and synonymies. Some of them have been selected. Among the descriptors with a high degree of discrimination, those relating to the dimensions of the fruits, the color of the fruits, etc. Some morphological traits are likely to be used as descriptors for the classification of fig cultivars in Tunisia.

1. INTRODUCTION

Le figuier est une espèce de la famille des moracées, bien adaptée aux conditions bioclimatiques des pays du bassin méditerranéen. En Tunisie, le germoplasme du figuier est extrêmement riche et diversité, de nombreuses variétés bien adaptées aux conditions éco- géographiques du pays sont cultivées. De nos jours ces ressources sont

fortement menacées par l'érosion génétique sous l'effet de divers stress biotiques et abiotiques 'extension de l'urbanisation, culture monovariétale, sécheresse, maladies, etc.' (Salhi-Hannachi et al., 2004). Face à cette situation, plusieurs programmes de recherches ont été élaborés dans tous les régions du pays pour la prospection, la caractérisation et la conservation

de ces ressources génétiques (Minangoin, 1931 ; Lahbib, 1984 ; Ancilottiet al., 1988 ; Ben Salah et al., 1995 ; Mars et al., 1998 ; Hadfi et al., 2003 ; Chatti et al., 2004 ; Aljane, 2004, Aljane et al., 2007, Aljane et Ferchichi, 2007) .Dans les oasis tunisiennes, le figuier comme les autres arbres fruitiers est cultivé en intercalaire avec le palmier dattier et les autres espèces fruitières (abricotier, vigne, mûrier, etc.). Cependant, le figuier présente une grande diversité variétale dans les oasis (Valedyron et Crossa-Raynaud, 1950 ; Hadfi, 2001 ; Ben Salah et al., 2004).

Ce travail consiste à prospecter et caractériser la diversité pomologique du figuier au sein de trois oasis continentales tunisiennes (Kebili, Tozeur et Gafsa) en se basant sur des descripteurs morphologiques. Les résultats obtenus sont analysés et comparés statistiquement dan le but d'étudier cette diversité ainsi que l'élaboration d'une stratégie de sauvegarde, de sélection et d'amélioration variétale du figuier en Tunisie.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

2. 1. Matériel biologique

Vingt et un cultivars (Tableau 1) répertoriés in situ dans les oasis de Kébili, Tozeur et Gafsa ont été considérés dans cette étude. Les échantillons de 20 fruits ont été prélevés sur trois arbres représentatifs de chaque cultivar en pleine maturation pour servir à des mesures et des observations au laboratoire.

2. 2. Descripteurs morphologiques

En se référant au descripteur du figuier de IPGRI et CIHEAM (2003), onze descripteurs quantitatifs et treize qualitatifs liés aux fruits ont été mesurés (Fig 1.).

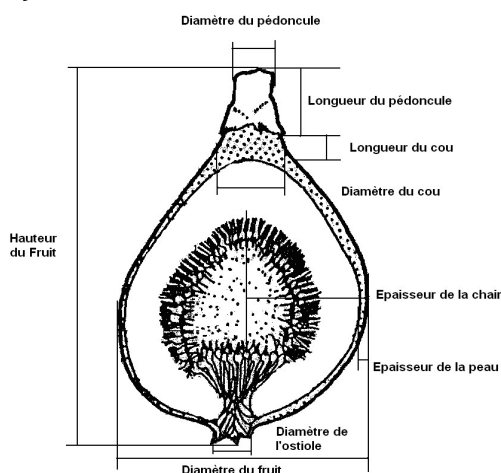


Fig 1. Différents paramètres mesurés sur fruit du figuier (Storey, 1975).

2. 2. 1. Descripteurs d'ordre quantitatifs

- Le poids du fruit (PF) est déterminé en utilisant une balance de laboratoire ;
- La hauteur du fruit (HF), le diamètre du fruit (DF), la longueur du pédoncule (LP), le diamètre du pédoncule (DP), la longueur du cou (LC), le diamètre du cou (DC), le diamètre de l'ostiole (DO), l'ouverture de l'ostiole (OS), l'épaisseur de la peau (EP) et l'épaisseur de la chair (EC) sont déterminés à l'aide d'un pied à coulisse digital.

2. 2. 2. Descripteurs d'ordre qualitatifs

- La forme du fruit (FF) est déterminée par une échelle de notation allant de 1 à 10 selon les normes détaillées dans la Fig 1. (1 : sphéroïdale sans cou, 2 : sphéroïdale avec cou, 3 : oblate sans cou, 4 : oblate avec cou, 5: toupie avec cou, 6 : toupie sans cou et 7, 10 : piriforme avec cou massif)
- La couleur externe du fruit (CE) est appréciée en utilisant l'échelle des couleurs suivante : 1 : jaune, 2: jaune foncé, 3 : jaune verdâtre, 4 : vert, 5 : vert rougeâtre, 6 : violet verdâtre, 7 : rose clair, 8 : rose rougeâtre, 9 : Rouge jaunâtre, 10 : Rouge, 11 : bleu noirâtre et 12 : Violet noirâtre ;
- La couleur interne du fruit (CI) est déterminée en utilisant une deuxième échelle de couleurs correspondant à l'échelle suivante : 1 : jaune clair, 2 : jaune rougeâtre, 3 : rouge blanchâtre, 4 : rouge jaunâtre, 5 : Rouge foncé ;
- Liquide dans l'ostiole (LO) : 0 absent et 1 présent ;
- Forme du pédoncule (FP) : 1 diversement élargie (A-E), 2 long et mince (F-I) et 3 court et épais (J) : (Fig 1.) ;
- Épluchure (EP) : 3 facile, 5 moyennement facile et 7 difficile ;
- Bandes colorées sur la peau (BC) : 0 absente, 1 jaune, 2 vert, 3 rouge et 4 violet ;
- Cavité du fruit (CF) : 0 non, 1 très petite, 2 petite, 3 moyenne, 4 large.

2. 3. Analyses statistiques

Les données relatives à la caractérisation du matériel végétal local sur la base des critères liés aux fruits ont été analysées statistiquement. Pour l'ensemble des paramètres quantitatifs étudiés, on a effectué l'analyse descriptive, l'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur pour tester les différences entre cultivars. L'ANOVA est suivie par la comparaison des moyennes et la définition des groupes homogènes moyennant le test de Duncan, l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et l'Analyse Canonique Hiérarchique (ACH). Concernant les variables qualitatives liées aux fruits, une Analyse Factorielle de

Correspondance (AFC) a été faite. Les logiciels utilisés sont SPSS 12.0 et STATBOX 6.0.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3. 1. Analyse descriptive

Les caractéristiques qualitatives des fruits de 21 cultivars sont présentées dans le tableau 2. La forme de fruit est différente entre les cultivars : 11 sont piriforme avec cou, les autres étaient répartissent entre sphéroïdale, toupie et oblate. La couleur de la peau du fruit varie du jaune verdâtre à la violette noire. Six cultivars ont été de couleur verte rougeâtre, trois cultivars ont des fruits verts et cinq cultivars ont été violet noir : KZM, SWD1, SWD2, SWD3, ZID2. La forme du pédoncule était longue et mince pour sept cultivars et courte et épaisse pour les quatorze autres cultivars. Concernant l'épluchure, les cultivars sont à fruits difficilement, moyennement facile et facile à éplucher. La dimension de la cavité du fruit allait de très petite à moyenne.

Les caractères morphologiques qualitatifs sont touchés par le potentiel génétique, les pratiques culturales et des facteurs écologiques. Bien que, ils ne présentent pas les mêmes principaux indicateurs d'adaptation.

Tableau1: Caractéristiques morphologiques qualitatives des fruits des cultivars du figuier des oasis continentales tunisiennes

N° Cultivar	Nom	Origine
1	BJD	Kébili
2	BSS	Dégâche
3	BTH1	Gafsa
4	BTH2	Gafsa
5	GZR	Gafsa
6	HAM	Kébili
7	JBL	Kébili
8	KHD1	Gafsa
9	KHD2	Kébili
10	KZM	Dégâche
11	LIM	Kébili
12	RGB	Kébili
13	SWD1	Gafsa
14	SWD2	Kébili
15	SWD3	Dégâche
16	SOL	Gafsa
17	TBS	Kébili
18	TRT	Dégâche
19	TNS	Dégâche
20	ZID1	Dégâche
21	ZID2	Dégâche

Le poids moyen du fruit (PF) présente une forte variation. Il va de 14,77 à 114 g avec une moyenne de 44,48 g et un coefficient de variation

assez élevé, soit 36,47 %. Les dimensions des fruits montrent des variations importantes : La hauteur du fruit (HF) oscille entre 34,26 et 83,71 mm avec une moyenne de 54,84 mm. Les dimensions du pédoncule et du cou présentent des grandes variations, toutefois, des cultivars sans pédoncule et cou ont été identifiés. L'ouverture de l'ostiole (OS) est également très variable, on a des cultivars à ostiole fermé, d'autres à ostiole ouvert et avec une moyenne générale de tous les cultivars étudiés de 2,19 mm. L'épaisseur de la peau (EP) va de 0,14 à 1.56 mm avec une moyenne de 0,73 mm et un coefficient de variation très élevé de 33,84 % (Tableau 3).

3. 2. Analyse de la variance et comparaison des moyennes (ANOVA)

L'analyse de la variance à un seul facteur de classification (ANOVA), a été appliquée sur les 11 descripteurs quantitatifs liés aux fruits. Ces derniers ont été analysés à fin d'estimer leurs contributions dans la diversité pomologique entre les 21 cultivars étudiés. L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif pour toutes les variables quantitatives étudiées. D'où la présence d'une grande différence entre les cultivars et l'existence d'une hétérogénéité morphologique importante liée aux fruits (tableau 3).

Le poids moyen du fruit varie de 19,92 g à 70,05 g. Concernant les dimensions des fruits, les moyennes des cultivars vont de 41,54 à 69.12 mm pour la hauteur du fruit (HF) et de 33,29 à 54,97 mm pour le diamètre (DF). Les valeurs les plus élevées sont notées chez BTH1, BSS et SWD3 pour les trois derniers paramètres. Alors que les plus faibles sont enregistrées chez les cultivars RGB, et JBL. La comparaison des moyennes permet de définir, respectivement pour les trois variables PF, HF et DF, 9, 12 et 8 groupes homogènes de cultivars. Les cultivars SWD3, KZM, BTH1, BTH2, SOL constitue toujours des groupes bien différenciés. Il présente des fruits de très gros calibre. Les moyennes de la longueur du pédoncule (LP) et du cou (LC) varient respectivement, des cultivars sans pédoncule à 11,46 mm et des cultivars sans cou à 16,98 mm. Les cultivars sans pédoncules sont : BJD et TNS et les cultivars HAM présentent un long pédoncule. Concernant les fruits sans cou, on note la présence de 2 cultivars : BJD et BTH1 et les cultivars GZR, KHD1, ZID1 et ZID2 présentent des longs cous.

Tableau 5 : Valeur propre, pourcentage de variance et d’inertie cumulé et définition des axes de l’ACP effectuée sur les cultivars de figuier à partie des descripteurs quantitatifs des fruits.

Composante principale	F1	F2	F3
Valeur propre	4.00	2.51	1.70
% variance	36.39	22.78	15.42
% cumulé	36.39	59.17	74.59
Variable	Vecteurs propres		
PF	0.47	0.14	-0.02
HF	0.18	0.49	0.29
DF	0.49	0.08	0.01
LP	-0.14	-0.06	0.62
DP	0.04	-0.15	0.58
LC	0.00	0.58	0.19
DC	-0.05	0.40	-0.01
DO	0.27	-0.36	0.32
OS	0.40	-0.27	0.04
EP	0.14	-0.01	-0.24
EC	0.48	0.03	-0.01

3.5. Analyse factorielle de correspondance (AFC)

Cette analyse permet de caractériser les variétés en se basant sur des caractères qualitatifs liés aux fruits. Les trois premiers axes de l’AFC (1, 2 et 3) totalisent 32.95 % de la variabilité existante. Le premier axe absorbe 11.91 % de la variabilité observée, le deuxième axe explique 10.88 % et le

troisième axe absorbe 10.16 %.

La dispersion de cultivars dans le plan défini par les deux premières composantes F1 et F2 de l’AFC, qui absorbe 23 % de l’inertie globale, a révélé une forte hétérogénéité entre les cultivars en se basant sur les caractères qualitatifs liés aux fruits (Fig 3.).

En effet, cette analyse à permis de dégager au moins 3 groupes de cultivars et 5 cultivars individualités :

- Groupe 1 : ce groupe est composé d’un grand nombre de cultivars (KHD2, TNS, LIM, TRT, SOL, JBL et BSS) et présente une grande hétérogénéité.
- Groupe 2 : ce groupe est composé principalement des cultivars : BTH1, SWD1, GZR et SWD2 qui se caractérisent par une variabilité morphologique des fruits.
- Groupe 3 : ce groupe est composé principalement des variétés : KHD1, HAM, ZID1, KZM et ZID2 qui ont ont des caractéristiques des fruits assez proches.
- Individu 1 : BJD : Ce cultivar est caractérisé par un fruit sans cou.
- Individu 1 : TBS : Ce cultivar est caractérisé par le plus élevé diamètre du cou.
- Individu 1 : SWD3 : Ce cultivar présente des fruits allongés et de longs pédoncules.
- Individu 1 : BTH2 : Ce cultivar est à fruits sans cou.
- Individu 1 : RGB : Ce cultivar est caractérisé par des fruits de faible poids et dimensions.

3. 6. Analyse canonique hiérarchique (ACH)

L’analyse canonique hiérarchique (ACH) a été appliquée pour les 11 variables quantitatives. Le dendrogramme résultant de l’analyse de groupes montre une grande variabilité pomologique au

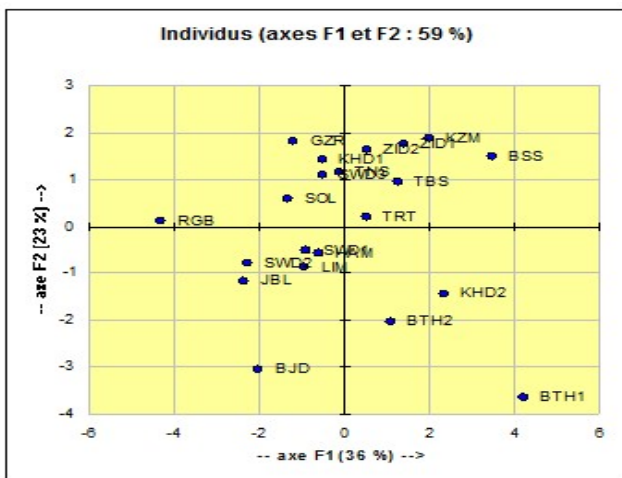


Fig 2. Répartition des cultivars du figuier dans le plan défini par les axes 1 et 2 de l’ACP basée sur les descripteurs quantitatifs des fruits.

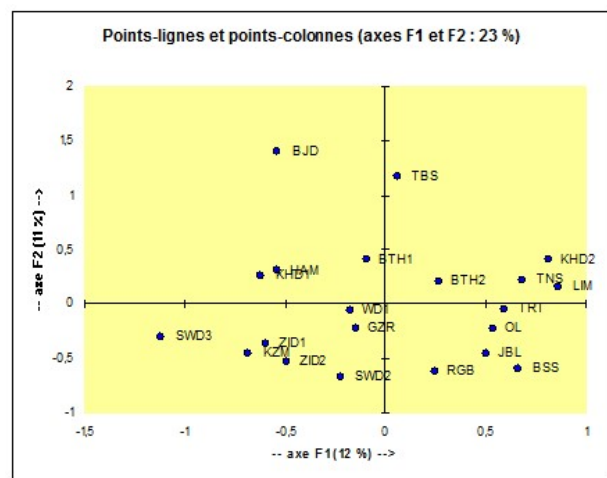


Fig 3. Répartition des cultivars du figuier dans le plan défini par les axes 1 et 2 de l’AFC basée sur les descripteurs qualitatifs des fruits.

sein des cultivars étudiés. La classification se base sur les affinités entre les cultivars compte tenu des variables qualitatives étudiées.

Le dendrogramme résultant de l'analyse de groupe montre une grande variabilité pomologique au sein des cultivars étudiés. Le niveau de dissimilitude va de 1 à 0,92 (Fig 4.). Au niveau de dissimilitude égale à 0.973, deux grands groupes ont pu être définis, un binôme et 1 cultivar est individualisé.

Le premier groupe est formé de 6 cultivars présentant une hétérogénéité entre eux.

Le deuxième groupe est constitué de 12 cultivars présentant une grande diversité pomologique entre eux.

Le seul binôme (BTH1, KHD2) se caractérise par des dimensions des fruits et des pédoncules assez similaires.

Le cultivar RGB est individualisé pour son petit calibre, faibles dimensions des fruits et ostiole fermé.

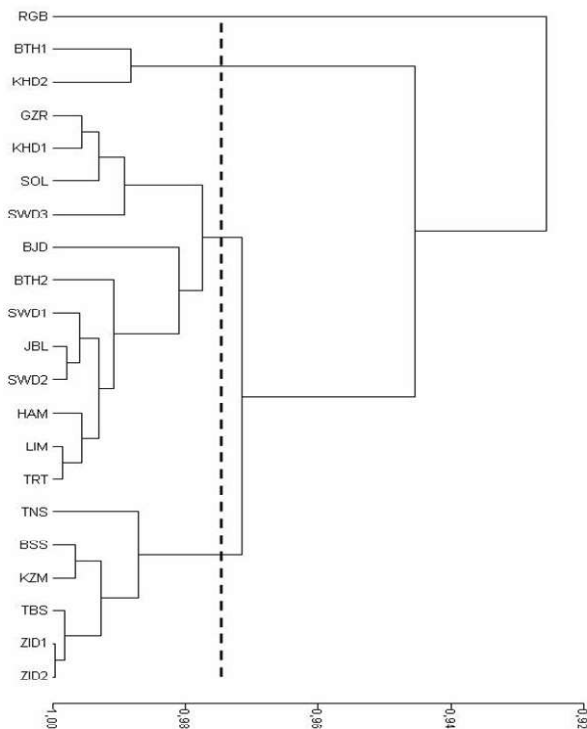


Fig 4. Analyse canonique hiérarchique des cultivars du figuier basée sur les descripteurs quantitatifs des fruits.

4. CONCLUSION

En conclusion, les prospections que nous avons réalisées dans les oasis de Kébili, Tozeur et Gafsa ont révélé la présence d'une grande diversité

variétale. Les paramètres relatifs au fruit constituent de bons critères permettant la caractérisation des cultivars. Ils permettent de distinguer des cultivars à fruits de gros calibre tels que : BTH1, BSS et KZM et d'autres à petits fruits comme JBL et RGB. Nous avons distingué également des fruits à chair blanche

(BJD, KHD1, KHD2, TBS, TNS, etc.) et d'autres à chair colorée (KZM, SWD1, SWD2, SWD3, ZID1 et ZID2, etc.). Les caractères : forme des fruits, dimensions des pédoncules et des cous ont un niveau discriminant élevé. Cependant, les cultivars SWD3, ZID1, ZID2 et GZR présentent des longs pédoncules et cous. Des similitudes ont été observées entre les cultivars du même groupe ZID, KHD, SWD, etc. que nous considérons comme des variétés multiclones ou polyclones.

Parmi les 19 descripteurs étudiés, celles présentant un bon pouvoir discriminant sont les dimensions des fruits, les dimensions des pédoncules et des cous, les dimensions des ostioles, la forme des fruits, la couleur externe, etc. La variabilité révélée par l'analyse des caractéristiques morphométriques des fruits s'avère très large permettant la différenciation de certains cultivars individualisés et de certains groupes homogènes de cultivars. La dispersion des génotypes révélée par les analyses morphométriques permet de suggérer des hypothèses d'homonymies et des synonymies. Le germoplasme figuier diffère d'une oasis à une autre. Le facteur origine géographique des cultivars est très impliqué dans la structuration spatiale de cette variabilité.

Les traits pomologiques liés aux fruits constituent des outils performants qui sont utiles non seulement pour explorer la diversité génétique de cette espèce, mais aussi pour contribuer à l'identification et l'évaluation des cultivars tunisiens du figuier. Ces résultats contribuent également à améliorer les travaux futurs de conservation, de gestion et de sélection des génotypes performants. Étant donné la répartition de la culture du figuier, l'inventaire et le suivi de la dynamique des ressources génétiques nécessitent la continuation de ce travail et le développement de nouvelles approches de caractérisation et de conservation du germoplasme local du figuier en Tunisie.

REFERENCES

Aljane, F., (2004). Prospection, caractérisation morphologique et conservation des cultivars locaux du figuier (*Ficus carica* L.) dans les monts

- de matmata. Mémoire des études approfondies, Faculté des Sciences de Sfax, Tunisie.
- Aljane, F., Toumi, I., Ferchichi, A. (2007). HPLC determination of sugars and Atomic Absorption analysis of mineral elements in fresh figs of Tunisian cultivars, *African Journal of Biotechnology* 6 (5), 599- 602.
- Aljane, F., Ferchichi, A., (2007). Morphological, chemical and sensory characterization of Tunisian fig (*Ficus carica* L.) cultivars based on dried fruits. *Acta Horticulturae* 741, 81- 85.
- Ancillotti, M., Ben Salah, M., Loumerem, M. (1988). Contribution à l'étude de la culture du figuier (*Ficus carica* L.) et de certaines de ses populations cultivées dans la région de Beni Kheddache (Gouvernorat de Médenine). Projet pour la mise en valeur du Sahara tunisien, Institut des Régions Arides de Médenine, Tunisie.
- Ben Saleh, M., Ancillotti, M., Loumerem, M. (1995). Etude pomologique de six variétés de figuier (*Ficus carica* L.) typiques de Beni Kheddache. *Plant Genetic Resources Newsletters* 104, 16 - 20.
- Chatti, K., Salhi-Hannachi, A., Mars, M., Marrakchi, M., Trifi, M. (2004). Analyse de la diversité génétique de cultivars tunisiens de figuier (*Ficus carica* L.), par les caractères morphologiques. *Fruits*. 59(1), 49-61.
- Condit I. J., (1947). *The Fig*. Erans Verdoorn, vol. 14. Eds, USA.
- Hadfi, J., (2001). Etude du polymorphisme morphologique et isoenzymatique chez six variétés oasiennes de figuier (*Ficus carica* L.). Diplôme d'Etudes Approfondies, Faculté des Sciences de Tunis, Tunisie.
- IPGRI, CIHEAM. (2003). Descriptors for fig (*Ficus carica* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italie.
- Lahbib, T., (1984). Etude pomologique des variétés de figuier (*Ficus carica* L.) Répertoire dans le Sahel tunisien. Mastère de sciences. Institut National d'Agronomie de Tunis, Tunisie.
- Mars, M., Marrakchi, M., Chebli, T. (1998). Multivariate analysis of Fig (*Ficus carica* L.) germplasm in southern Tunisia. *Acta Horticulturae* 480, 75-81.
- Minangoïn, N. (1931). Monographie des variétés de figuier tunisiennes. In : Congrès d'Agronomie du Cinquantenaire, Tome 1, Eds. Imprim. Baconnier, Alger, Algérie.
- Salhi-Hannachi, A., Mars, M., Chatti, K., Marrakchi, M., Trifi, M. (2003). Specific genetic markers for Tunisian fig germplasm: evidence of morphological traits, random amplified polymorphism DNA and inter simple sequence repeats markers. *Journal of Genetic & Breeding*. 57, 125-136.
- Storey, J. B. (1975). Alma, a new fig for Texas. Texas. Agricultural Experiment Station, USA.
- Valdeyron, G., Crossa-Raynaud, P. (1950). Les fruits de Tunisie. *Annales de l'INRAT*. Vol.23, 1-10..