

Hssaini Lahcen
Razouk Rachid



Le **Figuier** au **Maroc** :

Diversité, Production et Valorisation



المعهد الوطني للبحث الزراعي
البحر الأحمر | الرباط | سلا | فاس
Institut National de la Recherche Agronomique



المعهد الوطني للبحث الزراعي
المعهد الوطني للبحث الزراعي
Institut National de la Recherche Agronomique

Le Figuier au Maroc :

Diversité, Production et Valorisation

HSSAINI Lahcen
RAZOUK Rachid

Institut National de la Recherche Agronomique
(INRA)
© 2024

©2024. Tous droits réservés

Aucune partie de cet ouvrage ne peut être reproduite, stockée dans un système d'extraction ou transmise sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, électronique, mécanique, par photocopie, enregistrement ou autre, sans l'autorisation écrite préalable de l'éditeur. Les demandes d'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur pour la production de toute partie de cette publication doivent être adressées à l'éditeur.

In Memoriam : Feu Ali Mamouni

Dans cet ouvrage, nous rendons hommage à notre regretté, cher collègue, Feu Ali Mamouni, dont le dévouement sans faille pour la recherche agronomique, en particulier dans le domaine de l'arboriculture fruitière et plus spécifiquement sur le figuier, a laissé une empreinte indélébile sur les pages de ce livre. Au-delà de ses réalisations scientifiques remarquables, nous nous souviendrons de lui pour sa bienveillance, sa générosité, son humour contagieux et son engagement profond envers sa communauté.



Aujourd'hui, alors que nous nous remémorons avec émotion le chercheur et le collègue Feu Ali Mamouni, son souvenir continuera d'inspirer nos travaux. Sa précieuse contribution aux recherches sur le figuier trouve écho dans les lignes de cet ouvrage, où son empreinte demeure présente.

Que son âme repose en paix.

Les auteurs

Préface

De l'Antiquité à nos jours, le figuier (*Ficus carica* L.) a marqué l'histoire de l'agriculture dans la Méditerranée, où il est cultivé en monoculture ou associé à l'olivier et au grenadier. Il s'agit d'un arbre résilient aux conditions défavorables et présentant une large plasticité phénotypique à l'environnement, poussant sous des conditions édapho-climatiques variées. Avec un mode de reproduction remarquable et un fruit unique, le sycone, le figuier est le siège d'un mutualisme obligatoire entre son fruit et sa guêpe pollinisatrice (*Blastophaga psenes* L.). La figue est un fruit bien typique à l'aspect attrayant et à la saveur intensément désirable, dont les teneurs en nutriments et en antioxydants présentent des avantages physiologiques pour la santé humaine, consommé aussi bien à l'état frais que séché ou transformé.

Au Maroc, un des habitats du figuier les plus importants au monde, une diversité exceptionnelle de l'espèce est hébergée dans ses différents agroécosystèmes. Cette diversité, non encore entièrement explorée, promet de grandes opportunités de développement du secteur aussi bien en amont qu'en aval. L'importance accordée par l'État à cette filière, surtout depuis le lancement du Plan Maroc Vert en 2008, et dont les éléments de succès sont capitalisés dans la nouvelle stratégie « Génération Green 2020-2030 », a fait que le figuier regagne son intérêt comme espèce arboricole stratégique en zones semi-arides, au côté de l'olivier et de l'amandier. Pour notre pays, la valorisation de cette culture constitue un pari, mais également un objectif stratégique associé à un développement socio-économique et environnemental, tant promu.

L'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) a accompagné la dynamique importante du développement du secteur ; Il en est d'ailleurs un acteur principal à travers la création variétale et la production des technologies et des connaissances.

En effet, le figuier a toujours occupé une place bien particulière et prioritaire dans les programmes de recherche menés par l'INRA, ayant établi la première collection nationale, sur laquelle plusieurs résultats scientifiques inédits ont été partagés, notamment sur la caractérisation et la préservation de la diversité des ressources génétiques de l'espèce, mais également sur la valorisation de son fruit à nature hautement périssable. Pour capitaliser tous ces acquis, au côté d'une analyse des exigences écologiques du figuier et des orientations pour sa conduite culturale, le présent ouvrage est né. Comme son intitulé l'indique, cet ouvrage s'intéresse à comprendre le figuier sur ses aspects agronomiques, génétiques et chimiotypiques. Il essaie, en outre, de répondre à des questions liées à la valorisation de ses fruits et d'en dévoiler de nouvelles voies innovantes à grande valeur ajoutée.

Je félicite Drs. Hssaini Lahcen et Razouk Rachid, chercheurs à l'INRA de Meknès, auteurs de ce livre, premier dans son genre, et qui sans nul doute donne réponses à des questions incessantes et clés pour le développement du secteur, et souligne, en outre, les défis de la recherche pour une nouvelle génération scientifique.

Dr. Bekkaoui Faouzi

Directeur de l'Institut National
de la Recherche Agronomique
(INRA)

Préambule

Le genre *Ficus*, de la famille des *Moraceae*, est le plus populeux, rustique et résilient aux conditions adverses. Il comprend plus de 850 espèces réparties dans les régions tropicales et subtropicales du monde entier. Il est relativement ancien, puisqu'il a au moins 60 à 80 millions d'années. Le genre *Ficus* possède une reproduction typique avec un fruit unique, le sycone, qui cache les fleurs à l'intérieur de son réceptacle creux. Chaque espèce de *Ficus* est pollinisée par une guêpe qui lui est spécifique grâce à un mutualisme obligatoire très unique dans le règne végétal. Grâce à ce mutualisme, le genre *Ficus* produit des fruits à intervalles rapprochés qui maintiennent le développement continu de leurs guêpes mutualistes. Le genre *Ficus* est une ressource écologique clé dans le monde. L'homme a toutefois domestiqué la figue commune (*Ficus carica* L.), qui produit des fruits à la délicieuse saveur sucrée. La figue, un fruit agréable qui peut être consommé frais ou séché, est probablement originaire d'Asie centrale, puis disséminée partout dans le monde, particulièrement dans le pourtour du bassin méditerranéen, où les populations sauvages les plus importantes de l'espèce s'y trouvent.

La figue est un fruit très particulier à bien des égards. C'est l'un des fruits les plus anciens dont nous ayons des traces écrites. Ce fruit a constitué une composante principale dans le régime alimentaire des humains et des animaux depuis des millénaires. La figue a été depuis, étudiée sur plusieurs aspects et utilisée pour plusieurs fins. Jusqu'à nos jours, ce fruit continue à nous révéler ses vertus multiples. Pour le Maroc, contrée de la famille des plus riches en termes de biodiversité de l'espèce et troisième producteur mondial, la valorisation de ce fruit est désormais une priorité stratégique, surtout depuis que le figuier a regagné son intérêt comme espèce prometteuse au côté de l'olivier et qui promet une matière première à grande valeur pour l'agro-industrie et un développement socio-économique, particulièrement pour les zones enclavées ou montagneuses.

Au Maroc, comme par ailleurs, de nombreuses recherches ont été menées sur le figuier, mais, à ce jour, les informations n'ont pas été résumées et présentées de manière exhaustive, et ne sont donc pas aisément disponibles pour les chercheurs et les fermiers. L'objectif principal de cet ouvrage est de résumer les avancées récentes sur la diversité de l'espèce, sa biologie, la gestion des vergers et la valorisation post-récolte de son fruit dans le contexte marocain.

Ce livre n'a pas pour objectif de fournir un soutien technique par le biais d'un ensemble de directives ou de donner un protocole pour la production de figues. De plus, l'utilisation d'intrants spécifiques tels que les produits chimiques ou les pesticides n'est pas incluse. Composé de cinq chapitres, cet ouvrage tente de dévoiler, tout ou partie, l'énigme de développement durable de la figue marocaine tant fraîche que sèche. Ainsi, dans les deux premiers chapitres, un aperçu général est donné sur l'espèce, son origine, sa biologie et son système de pollinisation assez typique, ainsi que ses exigences écologiques et sa conduite culturale sous les conditions locales. Le troisième, met en exergue une partie de la diversité génétique et chimiotypique qu'abrite le Maroc en termes de ressources génétiques locales de figuier aux côtés d'autres variétés introduites, toutes mises en collection au domaine expérimental de l'INRA à Meknès. Le quatrième chapitre tente de tracer les voies de valorisation de la figue dans le contexte local et d'en répondre à certaines questions entravant ce processus, mais également à proposer une nouvelle voie de valorisation lipo-biochimique des graines du fruit dans le dernier chapitre. Selon une trame méthodologique visant à simplifier le contenu scientifique, l'ensemble de ces chapitres contiennent des schémas et des figures rendant facile la compréhension de cet ouvrage.

Nous espérons que cet ouvrage constituera un solide réservoir de connaissances sur la figue, l'une des espèces les plus fascinantes, sur lequel chacun pourra s'appuyer pour promouvoir les progrès futurs du secteur.

Hssaini Lahcen

Razouk Rachid

Institut National de la Recherche Agronomique
(INRA), Centre Régional de Meknès

Remerciements

Ce livre, le premier de ses auteurs, est le fruit de travaux récents qui s'inscrivent dans la continuité d'autres travaux antérieurs. Il couronne les efforts de plusieurs personnes qui ont toutes consacré leur passion à la science et à la recherche. De nombreux résultats présentés dans ce livre ont vu le jour au Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès (CRRAM) et dans son domaine expérimental à Ain Taoujdae. Nous souhaitons adresser nos premiers remerciements à tout le personnel de ces deux entités qui ont veillé à la préservation des ressources génétiques du figuier et ont aidé à la réalisation et à la publication de nombreuses recherches menées sur ces ressources.

Nous tenons également à exprimer notre grande estime et nos remerciements au Dr. Faouzi Bekkaoui, Directeur de l'INRA, ainsi qu'au Dr. Abderrahim Bentaibi, Chef du CRRAM, pour leur soutien à ce projet de livre, de son idée jusqu'à sa réalisation. Grâce à la relecture minutieuse effectuée par la Division Scientifique (DS), ce livre est nettement plus lisible qu'il ne pourrait l'être autrement, et nous leur en sommes très reconnaissants. Nos remerciements s'étendent également à la Division de l'Information et de la Communication (DIC) pour leur assistance précieuse dans la relecture, la mise en forme et l'édition de ce livre.

Nous désirons également adresser une mention spéciale à nos stagiaires et doctorants accueillis à l'INRA, dont la contribution significative a largement influencé de nombreuses réalisations et résultats de recherche sur l'espèce étudiée. Enumérer individuellement toutes les personnes impliquées serait une tâche délicate en raison de leur nombre, et le risque d'oubli malencontreux serait important. Nous exprimons notre profonde gratitude envers chacun d'eux. Notre reconnaissance s'étend à tous ceux qui ont joué un rôle dans la réalisation de ce livre, notamment nos familles, nos collègues et nos amis, qui nous ont apporté leur soutien et ont partagé notre conviction dans la réussite de ce projet.

Les auteurs

Sommaire

Généralités sur l'espèce

1. Introduction.....	25
2. Origine	26
3. Taxonomie.....	27
4. Aspect et croissance de l'arbre.....	28
5. Types de production	34
6. Pollinisation	35
7. Caprification et son impact sur le fruit.....	40
8. Maturité de la figue	42
9. Paramètres d'évaluation de la maturité des figues.....	44

Exigences et Conduite

1. Exigences édapho-climatiques	49
1.1. Climat	49
1.2. Sol	50
2. Installation du verger.....	51
2.1. Choix du site.....	51
2.2. Choix des variétés	52
2.3. Conception et installation du verger.....	52
3. Conduite du verger.....	55
3.1. Taille.....	55
3.2. Nutrition hydrominérale.....	58
3.3. Maladies et ravageurs.....	63

Ressources génétiques

1. Vue d'ensemble sur le germoplasme existant	69
2. Variabilité des traits pomologiques	72
3. Variabilité des traits biochimiques du fruit	80
4. Marquage moléculaire	89
5. Sélections variétales de l'INRA	91

Valorisation et chaîne de valeur

1.Introduction	97
2.Séchage.....	99
2.1. Séchage à l'air libre	100
2.2. Séchage solaire.....	101
2.3. Quelques techniques modernes de séchage	104
3.Études du séchage sur figues.....	106
4.Effet du séchage sur la qualité	110
5.Qualité des figes sèches	117
6.Conditionnement et stockage.....	118
7.Incidence des contaminations	122
8.Chaîne de valeur	124

Graines de figue : Source d'huile atypique

1.Introduction.....	131
2.Graines de figues : véritable manque à gagner	131
3.Propriétés lipobiochimiques de l'huile des graines	133
4.Propriétés biochimiques.....	141
5.Propriétés minérales.....	143
6.Effet de la pollinisation sur les graines	145
7.Modèle de valorisation circulaire.....	152

Division de l'Information et de la Communication
INRA-Edition 2024
Tél. : +212 53 777 98 06 - Fax : +212 53 777 98 07
www.inra.org.ma

Dépôt Légal : 2024MO1614
ISBN : 978-9920-787-24-6

©INRA-Edition 2024



L'ouvrage présent, une première dans son genre, se consacre à l'étude approfondie du figuier sous ses aspects génétiques, agronomiques et chimiotypiques. Il explore les défis du développement durable de la figue marocaine, qu'elle soit fraîche ou séchée, en répondant à des questions cruciales sur la valorisation de ses fruits. De plus, il ouvre de nouvelles voies innovantes à forte valeur ajoutée, offrant ainsi une perspective novatrice sur ce précieux patrimoine agricole.

HSSAINI Lahcen



Docteur en Génie des Plantes et Technologie Alimentaire, chercheur à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Centre Régional de Meknès. Il compte à son actif plus d'une cinquantaine de publications indexées sur SCOPUS ou WOS, dont plusieurs portent sur le figuier et ont révélé des résultats innovants. Dr. Hssaini est examinateur invité pour plusieurs revues scientifiques indexées, et a co-coordonné

et participé à plusieurs projets de recherches nationaux et internationaux. Ses travaux de recherche actuels se concentrent sur la compréhension de la structure et la stabilité des produits et sous-produits agricoles en post-récolte, en étudiant les mécanismes biophysiques et biochimiques qui les contrôlent, ainsi que sur la bio-formulation de nouveaux produits à base de matières premières non valorisées. Ses domaines d'intérêt spécifiques incluent la biochimie, la chimométrie et récemment l'étude des mécanismes biochimiques de résilience aux différents facteurs de stress chez les plantes.

RAZOUK Rachid



Eco-physiologiste, avec plus de 18 ans d'expérience en tant que chercheur à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Centre Régional de Meknès. Ingénieur agronome en arboriculture fruitière (depuis 2001), ayant obtenu son doctorat en 2015 sur les techniques de contrôle du stress hydrique chez les arbres (depuis 2015). Ses recherches visent à développer de

nouvelles stratégies pour améliorer la résilience des arbres fruitiers aux stress abiotiques (hydrique, thermique et nutritionnel) tout en maintenant les rendements et la qualité de la production. Il s'intéresse particulièrement à l'efficacité des techniques culturales, tout en explorant la diversité fonctionnelle et structurelle des espèces arboricoles en relation avec leur adaptation au changement climatique, en l'occurrence les rosacées fruitières, le grenadier et le figuier. Dr. Razouk est coordinateur national du programme de recherche de l'INRA pour les filières de l'arboriculture-viticulture, depuis 2017. Auteur de plus de 60 publications dans des revues scientifiques et professionnelles.