

GUIDE

DE BONNES PRATIQUES AGRICOLES DU FIGUIER DE BARBARIE



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Secrétariat d'Etat à l'économie SECO



ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL



Ministère de l'Agriculture,
des Ressources Hydrauliques et de la Pêche



GUIDE DE BONNES PRATIQUES AGRICOLES DU FIGUIER DE BARBARIE

Edition : Novembre 2025

Ce document a été préparé par Dr. Karim Aounallah, chercheur à l'Institut National Agronomique de Tunisie (INAT) dans le cadre du « Projet d'Accès aux Marchés des Produits Agroalimentaires et du Terroir - phase 2 (PAMPAT 2) », mis en œuvre par l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), sur un financement du Secrétariat d'État à l'Économie de la Confédération Suisse (SECO).

L'auteur souhaite remercier M. Boubaker Raddaoui, animateur de la filière figue de barbarie du projet PAMPAT à l'ONUDI, pour ses contributions ainsi que Mme Mahassen Ben Salem, sous - directeur à la Direction Générale de la Production Agricole (DGPA) et Mme Najeh Ben Ammar, sous-directeur au Groupement Interprofessionnel des Fruits pour la révision du document.

Ce document a été établi sans avoir été revu par les services d'édition de l'ONUDI. Les appellations employées dans le présent document et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, à la délimitation de leurs frontières, à leur système économique ou à leur degré de développement.

Les désignations telles que « développé », « industrialisé » et « en développement » sont utilisées à des fins statistiques et n'expriment pas nécessairement un jugement sur le stade de développement atteint par un pays ou une région donnée dans le cadre du processus. La mention de noms de sociétés ou de marques commerciales ne constitue pas un aval de l'ONUDI.

Les opinions, chiffres, estimations et l'utilisation des images y figurant relèvent de la responsabilité de l'auteur et ne doivent donc pas être considérés comme reflétant les opinions de l'ONUDI ou comme ayant été approuvés par elle.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE	06
CONTEXTE	07
DÉMARCHE ET MÉTHODOLOGIE	08
I. GÉNÉRALITÉS SUR LA FRUCTIFICATION CHEZ LE FIGUIER DE BARBARIE ..	09
II. CRÉATION D'UN VERGER DE FIGUIER DE BARBARIE	11
III. CONDUITE TECHNIQUE DES PLANTATIONS DU FIGUIER DE BARBARIE ...	17
IV. SUPPRESSION DU JET FLORIFÈRE PRINTANIER «SCOZZOLATURA»	24
V. MÉTHODE DE RÉCOLTE ET CONSERVATION DES FRUITS	27
VI. MÉTHODES DE PRÉSERVATION DE LA QUALITÉ DES FRUITS	32
CONCLUSION	37
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38

Dans un contexte de valorisation des produits du terroir et de renforcement de la compétitivité des filières agricoles à fort potentiel, le figuier de Barbarie s'impose comme une culture stratégique pour le développement durable des zones arides et semi-arides de la Tunisie. Ce cactus aux multiples usages, notamment dans l'agroalimentaire, la cosmétique et l'alimentation animale, représente une ressource précieuse pour la création de la richesse, la diversification des revenus agricoles et la résilience face aux changements climatiques.

C'est dans cette dynamique que s'inscrit l'élaboration du présent guide des bonnes pratiques agricoles du figuier de Barbarie, dans le cadre du Projet d'Accès aux Marchés des Produits Agroalimentaires et du Terroir - phase 2 (PAMPAT 2). Le projet PAMPAT2 a été lancé en Tunisie en janvier 2020 pour une durée de six ans et demi. Il est mis en œuvre par l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), avec le soutien financier du Secrétariat d'État à l'Économie de la Confédération Suisse (SECO).

Ce guide a pour ambition d'offrir aux agriculteurs, techniciens, conseillers agricoles et investisseurs un ensemble de recommandations concrètes et validées sur les pratiques agricoles les plus adaptées à la culture du figuier de Barbarie, tout au long de son cycle de production. Il vise à renforcer les capacités des acteurs du secteur, et à améliorer la création et la conduite des plantations du figuier de Barbarie.

En promouvant des techniques durables, efficaces et économiquement viables, ce guide contribue à inscrire le figuier de Barbarie dans une logique de filière intégrée, innovante et compétitive au service du développement territorial.

Le figuier de Barbarie, connu scientifiquement sous le nom d'*Opuntia ficus-indica* (Mill.), est une plante à métabolisme CAM (Crassulacean Acid Metabolism), parfaitement adaptée aux environnements arides et semi-arides. Originaire d'Amérique centrale, cette espèce a su s'implanter avec succès dans de nombreuses régions du monde, notamment dans le bassin méditerranéen. En Tunisie, le figuier de Barbarie occupe une place importante, surtout dans les régions centrales et méridionales, couvrant une superficie d'environ 600 000 hectares (GiFruit, 2022).

Cette culture présente de nombreux avantages. Les figues de Barbarie, riches en nutriments, gagnent en popularité tant sur les marchés locaux qu'internationaux. De plus, les cladodes peuvent servir de fourrage pour le bétail en période de sécheresse, offrant ainsi une solution précieuse face aux défis climatiques. L'extraction de l'huile des pépins de figue de Barbarie, un produit cosmétique, ajoute une valeur significative à cette culture, favorisant le développement de ses plantations dans plusieurs régions du pays.

Cependant, la culture intensive du figuier de Barbarie, notamment pour la production de fruits en hors saison, s'est surtout développée dans la région du Cap Bon, plus précisément à Bouargoub, dans le gouvernorat de Nabeul. Cette zone bénéficie d'un climat méditerranéen favorable et des sols propices à l'expansion de cette culture. La production de fruits tardifs nécessite une maîtrise approfondie des techniques agricoles, notamment pour la suppression du jet florifère printanier, une étape cruciale pour décaler la récolte. Toutefois, malgré les efforts entrepris, plusieurs études ont révélé que les rendements moyens dans la région de Bouargoub restent faibles, autour de 5 tonnes par hectare.

Dans ce cadre, le projet PAMPAT2 (ONUDI / SECO) a lancé une série d'initiatives en 2023 et 2024. Une école de champs a été mise en place dans la région de Bouargoub, avec deux objectifs principaux : l'implantation d'une parcelle pilote utilisant des pratiques agronomiques optimisées et la création d'un guide de bonnes pratiques pour la production tardive du figuier de Barbarie.

La parcelle pilote a servi de démonstration concrète pour les agriculteurs, leur permettant d'observer les effets des innovations techniques en temps réel, et d'acquérir des compétences pratiques pour améliorer leurs propres exploitations. Le paquet technique mis en œuvre incluait des méthodes de gestion optimisées pour la suppression des jets florifères printaniers, la fertilisation, la gestion de l'eau, et la lutte contre les bioagresseurs, adaptées spécifiquement aux conditions pédoclimatiques de la région de Nabeul.

Le présent guide de bonnes pratiques a été élaboré pour servir de référence aux producteurs, leur fournissant des recommandations détaillées et contextualisées. Ce guide présente les techniques clés de la réussite de la culture du figuier de Barbarie. L'objectif est de permettre aux agriculteurs d'augmenter non seulement la quantité, mais aussi d'améliorer la qualité des fruits produits, tout en assurant la durabilité de leurs systèmes de production. Ce guide s'inscrit dans une stratégie plus large de valorisation des produits du terroir tunisiens, notamment pour les marchés d'exportation, où la demande pour des produits de qualité ne cesse de croître.

L'élaboration de ce guide des bonnes pratiques agricoles pour la culture du figuier de Barbarie, en particulier pour la production tardive, s'inscrit dans une approche participative, scientifique et expérientielle, adaptée aux réalités agroécologiques de la région de Bouargoub (Cap Bon, Tunisie). Cette démarche a été développée pour répondre aux besoins des agriculteurs tout en s'appuyant sur des bases agronomiques solides et des retours de terrain concrets. Elle s'est articulée selon les étapes suivantes :

1. *Diagnostic initial et identification des enjeux*

La première étape de la méthodologie a consisté à dresser un état des lieux de la filière du figuier de Barbarie dans la région ciblée. Une analyse sur terrain a été menée pour :

- Identifier les contraintes techniques rencontrées par les producteurs, notamment en matière de rendement, de qualité des fruits et de gestion agronomique.
- Comprendre les causes des faibles rendements enregistrés (environ 5 t/ha en moyenne), à travers l'étude de facteurs liés aux pratiques culturales. Cette phase de diagnostic s'est appuyée sur des données issues de rapports techniques, d'études antérieures, et de consultations avec les agriculteurs, les techniciens agricoles et les experts du secteur.

2. *Mise en place d'une parcelle pilote*

Une école de champs a été initiée dans le cadre du projet PAMPAT2, visant à traduire les connaissances scientifiques en actions concrètes sur le terrain. Une parcelle pilote a ainsi été implantée à Bouargoub pour :

- Tester des pratiques agronomiques innovantes adaptées à la production tardive.
- Évaluer, sur la base d'observations et de mesures régulières, l'impact de ces pratiques sur la croissance, la floraison, le rendement et la qualité des fruits.

Ce dispositif de démonstration a permis une validation empirique des bonnes pratiques, tout en créant un espace d'apprentissage continu pour les producteurs locaux.

3. *Élaboration du paquet technique*

Le paquet technique proposé dans ce guide a été défini sur la base d'une collaboration étroite entre chercheurs, agriculteurs, la profession et les institutions partenaires.

I. GÉNÉRALITÉS SUR LA FRUCTIFICATION CHEZ LE FIGUIER DE BARBARIE

1.1 Particularités morpho-physiologiques du figuier de Barbarie

Le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) se distingue par sa morphologie unique, adaptée aux environnements arides. C'est une plante succulente qui peut atteindre jusqu'à 5 mètres de hauteur, caractérisée par ses cladodes aplatis et charnus, souvent appelées "raquettes". Ces cladodes, qui constituent la partie principale de la plante, jouent un rôle crucial dans la photosynthèse, le stockage de l'eau, et la croissance végétative et fructifère. Elles sont couvertes de petites épines ou glochides. Les racines, peu profondes mais très étalées, permettent une absorption rapide de l'eau lors des précipitations, maximisant ainsi l'efficacité hydrique dans les sols arides.

Sur le plan physiologique, *Opuntia ficus-indica* utilise le métabolisme acide des Crassulacées (CAM), une stratégie d'adaptation aux environnements secs. Ce type de métabolisme permet à la plante d'ouvrir ses stomates principalement la nuit, limitant ainsi les pertes d'eau par transpiration tout en capturant du dioxyde de carbone (CO_2). Ce CO_2 est ensuite stocké sous forme d'acides organiques et utilisé pour la photosynthèse pendant la journée, lorsque les stomates sont fermés. Cette capacité de conservation de l'eau confère au figuier de Barbarie une grande résistance à la sécheresse, tout en optimisant l'efficacité de la photosynthèse même dans des conditions climatiques extrêmes.

Dans les régions méditerranéennes, cette espèce fleurit spontanément entre mai et juin. Cependant, dans d'autres régions comme le Chili et les États-Unis, elle présente un comportement différent, avec deux périodes de floraison distinctes.

L'initiation des bourgeons floraux chez l'*Opuntia ficus-indica* commence à la fin de l'hiver dans l'hémisphère nord. Ce processus est favorisé par les basses températures et l'allongement de la photopériode. Une augmentation de la durée d'exposition à la lumière stimule l'initiation des bourgeons floraux, en lien avec une absorption accrue de dioxyde de carbone (Nobel, 1991). Le nombre de bourgeons floraux qui se développeront par la suite dépend largement des conditions climatiques de cette période.

La différenciation florale s'étend sur une période relativement courte, variant entre 40 et 50 jours, depuis l'activation du méristème jusqu'à la floraison complète.

Ce comportement rappelle celui de nombreuses espèces tropicales et subtropicales, telles que les agrumes, le manguier et l'avocatier (Pimenta et Del Castillo, 2002 ; Albrigo et Saùco, 2004). La distinction entre les pétales et les sépales reste toutefois minime.

La fructification chez le figuier de Barbarie s'exprime principalement sur les cladodes âgés d'un ou deux ans, qui sont considérées comme les sites préférentiels de production des fruits. Cependant, l'activité de ces cladodes est influencée par plusieurs facteurs. Ainsi, des études menées par Cicala et al. (1997), La Mantia et al. (1997) et Hammami et al. (2015) montrent que les cladodes exposés à l'ombre présentent une activité plus faible que celles exposées au soleil. De même, les études scientifiques ont montré que la fructification la plus importante chez *Opuntia ficus-indica* se produit sur les cladodes âgées d'un an.

Le fruit du figuier de Barbarie, appelé localement "Hindi", est une baie comestible dont l'ovaire est englobé dans des tissus laineux. Le péricarpe du fruit provient d'un réceptacle entourant l'ovaire, avec des tissus similaires à ceux des cladodes. La durée de développement des fruits varie entre 70 et 90 jours, en fonction des conditions climatiques. À maturité, la peau et la pulpe du fruit changent de couleur, un processus dépendant principalement du cultivar. La taille et la qualité des fruits à maturité sont influencées par plusieurs facteurs, tels que la nutrition, le climat, la charge des cladodes, le cultivar, ainsi que les pratiques culturales (La Mantia et al., 1997 ; Inglese et al., 2002 ; Aounallah, 2010 ; Hammami et al., 2015).

Le phénomène de floraison remontante ou de reffloraison peut être observé chez l'*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill à la suite de l'élimination des jets florifères printaniers (fleurs et jeunes cladodes), une technique connue sous le nom de "scozzolatura" (Barbera et al., 1993) ou "khassien Elhindi". Cette reffloraison permet d'obtenir des fruits présentant un rapport pulpe/pépins plus favorable que ceux produits en été, ainsi qu'un calibre supérieur. La période de maturation des fruits refflorissants s'étend, selon la période d'intervention, de septembre à novembre pour l'hémisphère nord, et de mars à fin avril pour l'hémisphère sud.

1.2 Exigences pédoclimatiques du figuier de Barbarie

Le figuier de Barbarie est une plante adaptable, capable de prospérer dans des conditions climatiques et pédologiques variées.

Cependant, pour établir un verger de figuiers de Barbarie performant, il est crucial de prendre en compte les exigences spécifiques de cette culture.

Le choix du sol, les conditions climatiques, ainsi que les pratiques culturales doivent être adaptés pour maximiser la production de fruits tout en assurant la pérennité du verger.

1.2.1. Exigences pédologiques

Le figuier de Barbarie est une plante résiliente, capable de s'adapter à une large gamme de sols. Cependant, pour maximiser la production fruitière, il est essentiel de privilégier des sols bien drainés.

Les sols sablo-limoneux sont particulièrement adaptés, car ils assurent une bonne infiltration de l'eau tout en offrant une rétention adéquate des nutriments essentiels au développement des plantes.

Une profondeur de 60 à 80 cm est recommandée pour permettre aux racines de se déployer efficacement. Un sol trop superficiel risque de limiter la croissance des racines, compromettant ainsi la stabilité des plantes et l'absorption des nutriments.

La structure du sol doit favoriser une bonne aération et un bon drainage. Si le sol est trop compacté, il peut être amélioré par l'ajout de matière organique ou de sable pour accroître sa perméabilité. Cela contribue également à l'oxygénation des racines et à une meilleure absorption des éléments nutritifs.

Il est fortement recommandé d'effectuer une analyse approfondie du sol à différentes profondeurs (0-20 cm, 20-40 cm, et 40-60 cm) en utilisant un échantillonnage représentatif de la parcelle.

L'*Opuntia ficus-indica* est relativement sensible au sel ; une concentration de 3 à 4 g/litre de NaCl dans la solution du sol est considérée comme le seuil limite pour son développement optimal.

1.2.2. Exigences climatiques

L'*Opuntia ficus-indica* nécessite une température moyenne annuelle supérieure à 14,5°C, avec des températures oscillantes entre 20°C et 25°C durant la période de développement des fruits.

Des températures extrêmement élevées, associées à une faible hygrométrie, peuvent nuire à la qualité des fruits, affectant notamment leur texture et leur goût.

Le figuier de Barbarie est bien connu pour sa résistance à la sécheresse, une caractéristique attribuée à son métabolisme CAM (Crassulacean Acid Metabolism), qui lui permet d'ouvrir ses stomates principalement la nuit pour limiter la perte d'eau. De plus, ses cladodes agissent comme des réservoirs d'eau, et ils développent rapidement des racines de pluie « rainroots » lors des précipitations. Toutefois, pour assurer une production fruitière de qualité, cette espèce nécessite une pluviométrie annuelle bien répartie, idéalement entre 300 et 400 mm.

Le figuier de Barbarie est également sensible aux gelées printanières, qui peuvent endommager les jeunes pousses et les fruits en développement. De même, la grêle constitue un risque important, causant des dommages aux cladodes et aux fruits, affectant ainsi le rendement et la qualité de la récolte.

II. CRÉATION D'UN VERGER DE FIGUIER DE BARBARIE

L'installation d'un verger de figuier de Barbarie nécessite une planification rigoureuse et une compréhension des conditions environnementales et des besoins spécifiques de la plante. La création d'un verger de figuier de Barbarie implique plusieurs étapes clés : choix du site, préparation du sol, sélection des cladodes, techniques de plantation, et gestion des jeunes plants. Ces étapes doivent être soigneusement suivies pour optimiser la productivité et garantir la pérennité du verger. Ce processus commence par une évaluation des conditions pédoclimatiques du terrain afin de déterminer la faisabilité du projet. Ensuite, la préparation du sol, incluant l'amendement organique et le labourage, doit être adaptée pour favoriser un bon enracinement des plants. Le choix des variétés, en fonction des objectifs de production et des conditions du marché, est également une décision stratégique. Enfin, la plantation et la gestion initiale des plants nécessitent des soins attentifs pour assurer leur bon développement.

11.1. Préparation du sol

Un labour profond est crucial pour améliorer la structure du sol, facilitant ainsi l'enracinement du figuier de Barbarie et la pénétration de l'eau. Un labour à une profondeur de 30 à 40 cm est généralement suffisant pour répondre aux besoins de cette culture. En cas de sols trop compacts, un décompactage peut s'avérer nécessaire.

Ce travail mécanique améliore la porosité du sol, permettant ainsi un bon développement racinaire et une meilleure infiltration de l'eau.

11.2. Fertilisation de fond

L'incorporation de matière organique est essentielle pour améliorer la structure et la fertilité du sol. Avant la plantation, il est recommandé d'enrichir le sol avec du fumier bien décomposé, à raison de 20 à 30 tonnes par hectare. En ce qui concerne la fertilisation minérale, celle-ci doit être ajustée en fonction des résultats de l'analyse de sol réalisée avant l'implantation du verger. Les niveaux optimaux de potassium (K) et de phosphore (P) se situent généralement entre 80-100 mg/kg(K) et 20-30(P).

De manière générale, il est conseillé d'apporter 100 kg de potasse par hectare (sous forme de sulfate de potasse à 50 %) et 150 kg de phosphate (sous forme de super phosphate à 45 %). Après l'application des fertilisants organiques et minéraux, un travail superficiel du sol doit être effectué pour incorporer ces amendements et préparer le sol pour la plantation.

11.3. Choix du système de production du figuier de Barbarie

En Tunisie, les agriculteurs adoptent divers systèmes de production basés sur le figuier de Barbarie, adaptés à la typologie de leurs exploitations. Différentes études ont révélé plusieurs associations culturales incluant le figuier de Barbarie : monoculture de cactus, cactus associé à des cultures comme les agrumes, l'olivier, les cultures maraîchères, ou l'orge (Nahdi, 2022).

Cependant, la majorité des producteurs de figes de Barbarie tardives privilégient la monoculture de figuier de Barbarie, notamment avec les variétés « Rossa » et « Gialla ». Deux modes de conduite dominant dans ces systèmes : la plantation en haie et la plantation en gobelet.

○ Plantation en haie :

La plantation en haie, avec une orientation des rangs nord-sud, est souvent préférée car elle permet une pénétration optimale de la lumière sur tout le couvert végétal tout au long de la journée. Un écartement de 30 cm à 1 mètre sur la ligne de plantation est recommandé, tandis que la distance entre les lignes varie en fonction des conditions pédoclimatiques.

Pour les plantations pluviales, un espacement de 6 à 8 mètres entre les lignes est préconisé, alors que pour les plantations irriguées, 5 mètres suffisent.

Sur les parcelles accidentées, la plantation en haie de niveau est couramment utilisée pour lutter contre l'érosion des sols. Ce mode de conduite favorise un chevauchement rapide des plants, augmentant ainsi la densité des cladodes non productifs à l'intérieur, ce qui peut poser des problèmes de gestion, notamment en matière de lutte contre les bioagresseurs (Figure 1).



Figure 1. Plantation en haie

○ Plantation en gobelet :

La plantation en gobelet du figuier de Barbarie, avec une densité d'environ 500 plants par hectare, est une technique largement répandue pour optimiser la production tout en assurant une gestion durable des ressources.

Ce système favorise une meilleure répartition de la lumière et améliore la circulation de l'air à travers les plantes, ce qui réduit les risques de maladies et facilite les interventions culturales.

Avec un espacement d'environ 3 - 4 mètres entre les rangs et 4 - 5 mètres entre les plants, ce mode de plantation permet un bon développement racinaire et une valorisation efficace des ressources hydriques et nutritionnelles.

De plus, il facilite les opérations de taille et de récolte, tout en maintenant un équilibre harmonieux entre la vigueur végétative et la production fruitière (Figure 2).



Figure 2. Plantation en gobelet

11.4. Choix du cultivar

Le choix du cultivar de figuier de Barbarie est une étape cruciale qui dépend de plusieurs facteurs, notamment les conditions pédoclimatiques du site, les préférences de l'agriculteur, et les exigences du marché. Chaque cultivar interagit de manière différente avec son environnement, rendant essentiel l'adaptation au contexte climatique local. Les conditions telles que la température, l'humidité, et le type de sol influencent directement la croissance, la productivité, et la qualité des fruits. Ainsi, une analyse approfondie du site de plantation doit être effectuée avant de sélectionner un cultivar.

Pour les agriculteurs visant le marché local et éventuellement l'exportation, le choix du cultivar doit également tenir compte des préférences du marché cible. Les consommateurs recherchent généralement des caractéristiques spécifiques comme la couleur de la chair, la taille des fruits, ainsi que la capacité du produit à résister à la manutention post-récolte et au transport. Ces critères influencent directement la valeur commerciale des fruits.

Par exemple, dans la région de Bouargoub en Tunisie, les variétés 'Gialla' et 'Rossa' sont largement cultivées, car elles répondent aux besoins du marché local et international, tout en étant bien adaptées aux conditions climatiques de la région (Aounallah et al., 2005 ; Nahdi, 2022). Le tableau 1 présente les caractéristiques morphologiques des deux principaux cultivars, 'Gialla' et 'Rossa'. Ces descriptions permettent de distinguer visuellement ces variétés en se basant sur des critères morphologiques tels que la couleur de la peau, la forme et la taille des fruits, ainsi que la texture et la couleur de la chair.

Tableau 1 : Caractéristiques morphologiques des deux cultivars d'*Opuntia ficus-indica* (Aounallah et al., 2005)

Caractéristiques	GIALLA	ROSSA
<i>Cladodes</i>		
- Longueur (cm)	42,6 ±12	43,5 ±10
- Largeur (cm)	21,5 ±6	20,8 ±8
- Couleur	Vert clair	Vert
- Forme	Elliptique moyenne	Elliptique
- Couleur des aréoles	Grise	Marron
- Nombre d'épines par aréole	Aucune	Rares
- Pilosité de la surface	Absente	Présente
<i>Fruits</i>		
- Couleur	Jaune	Rouge
- Forme	Ovoïde	Ovoïde
- Calibre	Elevé	Elevé
- Glochides	Moyen	Moyen
- % de pulpe	57,7±3	59,2± 2,3
- Nombre de pépins/ fruit	214±11	240±16

Ces différences morphologiques sont non seulement utiles pour l'identification variétale, mais également pour orienter les choix de production en fonction des préférences des marchés cibles (Figure 3).



Figure 3. Caractéristiques pomologiques des cultivars Gialla et Rossa

11.5. Plantation

11.5.1. Choix de la densité de plantation

Plusieurs densités de plantation ont été testées au fil des ans pour optimiser le développement végétatif et la production fruitière de l'*Opuntia ficus-indica*. En Italie, dès le XIXe siècle, une méthode de haie continue avec un espacement de 0,5 m entre les plants sur la ligne et un écartement interligne de 6 à 8 m a été mise en place pour favoriser la productivité. Au Mexique, on a recommandé des espacements de 2 à 3 m sur la ligne et 3 m entre les lignes, soit environ 1 110 à 1 666 plants par hectare, indiquant que les espacements réduits favorisent l'augmentation du nombre de cladodes fertiles (Inglese et al., 2002 ; Targa et al., 2013). En Tunisie, et particulièrement au Cap Bon les écartements couramment utilisés par les agriculteurs sont 4 x 5 m, 3 x 5 m, 3 x 6 m et 4 x 6 m (Nahdi, 2022).

11.5.2. Époque de plantation

La période de plantation du figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*) varie sensiblement en fonction de l'altitude et des conditions environnementales propres à chaque région, notamment la disponibilité en eau, la température et les précipitations.

Par exemple, en Italie, la période optimale pour la plantation se situe entre mai et juin, tandis qu'au Mexique, elle s'étend de mars à mai. En Afrique du Sud et au Chili, la meilleure période pour planter se situe entre août et septembre, en fonction des cycles climatiques locaux.

En Tunisie, le printemps est généralement considéré comme la meilleure saison pour la plantation du figuier de Barbarie. En effet, l'humidité du sol enrichie par les pluies hivernales est favorable au développement racinaire. Les conditions climatiques de cette période de plantation sont favorables pour le développement des racines et des cladodes. En revanche, une plantation en début automne (septembre - octobre) peut entraîner un ralentissement de la croissance de la canopée en raison des conditions climatiques moins favorables.

La méthode de multiplication la plus utilisée pour le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*) est le bouturage des cladodes. Le matériel végétal couramment utilisé est principalement constitué de cladodes simples ou doubles.

Les cladodes doivent être récoltés environ deux à trois semaines avant la plantation et entreposés dans un endroit semi-ombragé pour favoriser la cicatrisation des coupures et éviter la pourriture. Un traitement chimique avec des fongicides spécifiques peut également être appliqué pour prévenir les infections fongiques. Les cladodes sont prélevés de plants productifs, vigoureux et sains. En général, des cladodes terminaux, grands, matures, uniques, visiblement indemnes de tout défaut, d'insectes et de maladies, devraient être retenus comme matériel végétal (Potgieter, 2007).

De même, l'utilisation de cladodes multiples est possible (deux ou plus). C'est une pratique commune en Tunisie particulièrement au Cap Bon. Les boutures à multiples cladodes permettent un développement de la plante plus rapide et une fructification plus précoce après la plantation que les boutures à un seul cladode (ONUDI, 2015). Cependant, à cause de leur taille et leur poids, elles sont plus difficiles à manipuler et à transporter.

Trois principales méthodes de plantation sont reconnues pour la culture du figuier de Barbarie :

o Plantation verticale : Cette méthode est la plus courante. Les copaux sont plantés verticalement, en les enterrant à moitié (50 %). Si les copaux sont plantés trop superficiellement, ils risquent d'être délogés par le vent et de développer un système racinaire peu profond. En revanche, un enterrement trop profond (70 %) compromet la croissance végétative, car la partie émergée ne produit pas suffisamment de bourgeons, entraînant un déséquilibre entre l'activité racinaire et la photosynthèse.

o Plantation inclinée : les raquettes sont plantées avec une inclinaison de 30° par rapport au sol, en les enterrant à un tiers de leur surface. Cette méthode est utilisée lorsque l'objectif n'est pas une fructification rapide, car elle ne favorise pas le développement d'une tige solide.

o Méthode plate : C'est une technique ancienne consistant à poser la raquette à plat sur le sol. Pour améliorer le contact entre cladode/ sol et réduire l'effet du vent, une petite pierre peut être placée sur la partie supérieure de la raquette.

Ces différentes méthodes permettent d'adapter la plantation aux objectifs de production, aux conditions environnementales, ainsi qu'à la disponibilité du matériel végétal.

Selon la disponibilité du matériel végétal et selon le mode de conduite choisi, on peut augmenter le nombre de cladodes au niveau du trou de plantation. De ce fait, différentes techniques de plantation peuvent être adoptées.

- *Formation en buisson* : Cette méthode consiste à placer deux copaux parallèles dans un seul trou ou à disposer 3 à 4 cladodes en triangle ou en carré, espacés de 0,3 m. Cette approche permet un développement rapide de la plante, mais nécessite une plus grande disponibilité de cladodes (Figure 4).

- Formation en gobelet vase ouvert : Dans ce cas, une seule raquette ou double cladode sont plantées par trou de plantation.



Figure 4. Plantation formation en buisson

III. CONDUITE TECHNIQUE DES PLANTATIONS DU FIGUIER DE BARBARIE

III.1. Techniques de taille

La taille du figuier de Barbarie ne doit pas être effectuée pendant les périodes pluvieuses ou froides afin d'éviter la pourriture des cladodes coupés. Le printemps, en particulier les mois de mars et avril, est la saison idéale pour la taille, car les températures modérées favorisent des coupes propres et une cicatrisation rapide.

À cette période, la plante a accumulé suffisamment d'eau, ce qui facilite la coupe au niveau de l'articulation entre les cladodes. Celle-ci peut être réalisée manuellement ou à l'aide d'une scie pour un meilleur contrôle.

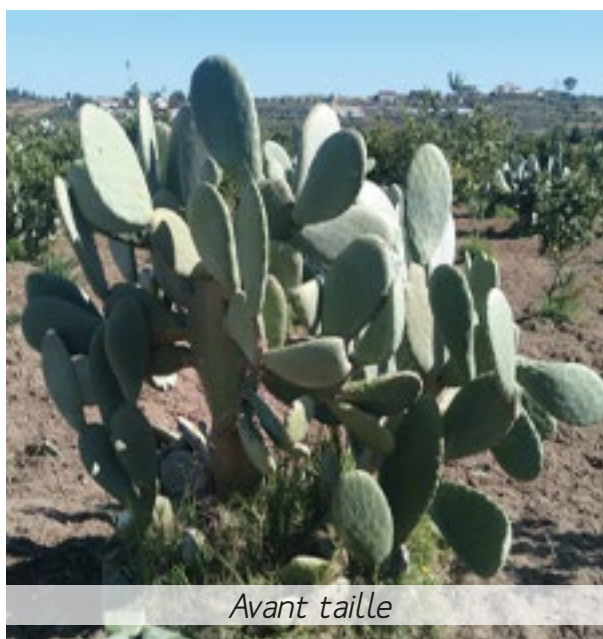
Il existe plusieurs types de taille selon les objectifs visés :

- Taille de formation :

Ce type de taille varie en fonction du système de conduite choisi (gobelet, haie ou buisson). Lors des premières années de culture, on vise essentiellement le développement acrotonique par un accroissement terminal des cladodes de bases (équivalents à des charpentes) avec la formation de ramifications secondaires.

La formation en vase ou gobelet nécessite la sélection de deux cladodes alignés comme charpente principale. Pour une formation en buisson, il n'y a pas de tige principale ; la plante se développe de manière plus dense, avec un grand nombre de cladodes fertiles autour de la canopée.

Dans les deux systèmes, il est nécessaire d'assurer l'aération au centre de la canopée et de favoriser le développement vers l'extérieur. Il est essentiel d'éliminer les fleurs et fruits au cours de cette phase pour encourager la croissance végétative (Figure 5).



Avant taille



Après taille

Figure 5. Taille de formation 3^{ème} année

• Taille de fructification :

L'objectif de la taille de fructification est de maximiser l'exposition à la lumière et la circulation de l'air au sein de la plante, en éliminant les cladodes situés à l'intérieur de la canopée, peu exposés et donc peu productive.

Les cladodes en contact avec le sol doivent également être supprimés. La production fruitière est principalement assurée par les cladodes terminaux, qui accumulent plus de matière sèche et sont donc plus fertiles. Il est recommandé de ne pas laisser plus de deux cladodes filles par cladode mère pour assurer une meilleure croissance.

Selon les études scientifiques réalisées (Aounallah, 2010 ; Hammami et al., 2015), il semble que le nombre de fruits par cladode dépend de l'angle d'inclinaison du cladode. En effet, lors du jet florifère printanier les cladodes horizontales (90°) ont exprimé une fertilité élevée avec un nombre moyen de fleurs par cladode de l'ordre de 12 fleurs.

Les cladodes verticales (0°) présentent une fertilité plus faible avec un nombre moyen de fleurs de l'ordre de 6 fleurs. Cette variabilité de la fertilité selon l'angle de l'inclinaison du cladode se reproduit aussi lors de la refloraison (Figure 6).

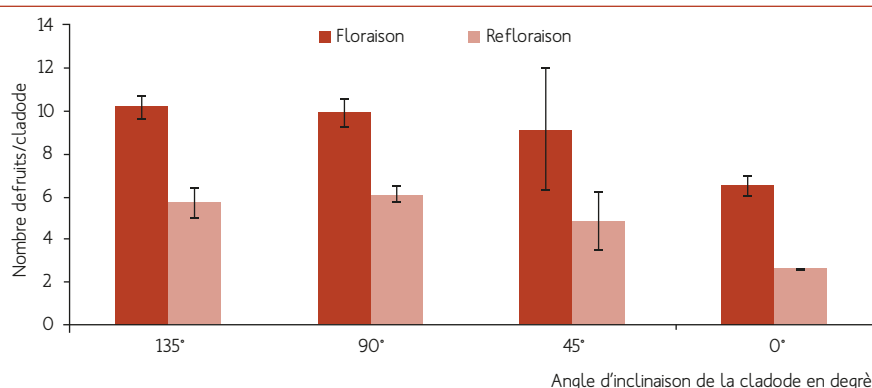


Figure 6. Variation de la fertilité des cladodes en fonction de l'inclinaison

Lors de la taille de fructification, il est recommandé de réaliser un éclaircissage ciblé, visant à équilibrer la croissance végétative et la production fruitière. Cette pratique consiste à réduire le nombre de cladodes filles par cladode mère, en veillant à ne conserver que 2 à 3 cladodes filles par unité. L'objectif est de favoriser les structures de production les plus performantes, à savoir les cladodes âgées d'un an, présentant une tendance à l'épitonie (cladode inclinée avec une croissance vers le haut). Cette approche permet d'améliorer la répartition des ressources au sein de la plante et d'optimiser la production de fruits.

En parallèle, il est essentiel d'aérer la plante en supprimant les cladodes ombragées et non fructifères situées à l'intérieur de la canopée. Ces cladodes internes, souvent peu productives, entravent la circulation de l'air et la pénétration de la lumière, deux éléments cruciaux pour la bonne santé et la fructification de la plante.

Pour effectuer cette taille avec précision et efficacité, il est conseillé d'utiliser une scie bien aiguisée. Il est important de réaliser des coupes nettes, principalement au niveau de l'articulation entre les cladodes, afin de minimiser les blessures et d'éviter les risques de pourriture ou d'infections. Une coupe propre et bien tranchée favorise également une meilleure cicatrisation des tissus végétaux, contribuant ainsi à la vigueur générale de la plante (Figure 7).



Figure 7. Taille de fructification

- Taille de rajeunissement :

La taille de rajeunissement du figuier de Barbarie est une technique qui vise la reprise de la vigueur et la productivité des plants âgés de 20 ans ou plus, qui montrent une diminution importante de l'expression fructifère et végétative. Cette technique consiste à une taille sévère, éliminant les branches fruitières âgées de 4 à 5 ans, ce qui favorise l'apparition de nouvelles pousses vigoureuses. Si elle est réalisée au bon moment, généralement au printemps ou en début d'automne, la taille de rajeunissement favorise l'émission de bourgeons environ un mois après l'intervention.

Toutefois, la reprise de la fructification ne se manifeste qu'un à deux ans plus tard, en fonction de l'intensité de la coupe et des conditions environnementales. Pour faciliter la reprise et réduire le stress subi par la plante, il est recommandé d'accompagner cette taille d'une fertilisation adaptée, notamment par un apport en azote à raison de

60 kg/ha. Cette fertilisation stimule la formation de nouveaux cladodes et accélère la récupération de la plante.

De plus, une irrigation modérée après la taille est conseillée afin de soutenir la repousse sans favoriser l'excès d'humidité, qui pourrait nuire à la cicatrisation des plaies de coupe. Ainsi, la taille de rajeunissement représente une alternative efficace à l'arrachage des plantations vieillissantes et constitue une stratégie clé pour assurer la pérennité et la productivité des figuiers de Barbarie sur le long terme.

III.2. Entretien des plantations (travail du sol)

Après la taille du figuier de Barbarie, il est essentiel de valoriser la biomasse retirée, notamment les cladodes éliminés, par un travail adéquat du sol. Cette biomasse, riche en matière organique, peut être incorporée directement dans le sol pour améliorer sa fertilité.

L'intégration des cladodes hachés ou broyés dans les couches superficielles du sol favorise non seulement la décomposition naturelle de la matière organique, mais contribue également à la rétention de l'humidité, à l'enrichissement en nutriments, et à l'amélioration de la structure du sol.

Cette pratique permet de recycler les éléments nutritifs tout en réduisant la dépendance aux engrais chimiques, et de favoriser la biodiversité microbienne, bénéfique pour la santé globale du figuier.

Le travail du sol après la taille doit être réalisé de manière à ne pas perturber excessivement la structure du sol tout en assurant une bonne incorporation de la biomasse (Figure 8).



Figure 8. Travail superficiel du sol pour valoriser la biomasse

III.3. Fertilisation

La fertilisation du figuier de Barbarie est essentielle pour assurer une production optimale de fruits, car les carences en nutriments peuvent affecter la qualité et le rendement.

- Importance des macroéléments :

- > Azote (N) : C'est le nutriment le plus limitant pour le figuier de Barbarie. Il influence la croissance végétative et la floraison. L'application d'azote juste après la suppression de la récolte d'été peut induire une floraison additionnelle. Cependant, des niveaux excessifs d'azote ($> 2,2\%$) peuvent causer une croissance végétative excessive, réduire la fertilité des cladodes, et affecter la qualité des fruits (mauvaise coloration et maturation irrégulière).

- > Phosphore (P) et Potassium (K) : Le phosphore et le potassium jouent également des rôles cruciaux dans la production des fruits. Les concentrations en P dans les tissus de la plante varient entre $0,06\%$ et $0,3\%$, tandis que celles en K vont de $0,06\%$ à $3,5\%$. Le potassium, en particulier, est souvent plus abondant que l'azote dans les cladodes.

- > Calcium (Ca) et Magnésium (Mg) : Le calcium et le magnésium sont également essentiels, avec des concentrations en Ca souvent plus élevées que celles en N. Le magnésium peut atteindre des niveaux de $1,47\%$ dans les jeunes cladodes.

- Recommandations de fertilisation :

Des recommandations générales de fertilisation sont fournies pour les différentes phases de croissance du figuier de Barbarie :

- > Années 1 et 2 : Appliquer 50 kg/ha d'azote, 10 kg/ha de phosphore, 20 kg/ha de potassium, et 10 kg/ha de magnésium par an.

- > Année 3 : Augmenter les doses à 70 kg/ha d'azote, 20 kg/ha de phosphore, 30 kg/ha de potassium, et 20 kg/ha de magnésium.

- > À partir de la 4^{ème} année : Appliquer 100 kg/ha d'azote, 30 kg/ha de phosphore, 50 kg/ha de potassium, et 40 kg/ha de magnésium pour soutenir la production à long terme.

L'application d'engrais doit être synchronisée avec des conditions d'humidité adéquates, soit lors des précipitations, soit en conjonction avec l'irrigation. Cela est particulièrement important dans les régions où la disponibilité en eau est limitée.

Dans les climats méditerranéens, la fertilisation est généralement appliquée en hiver. Au Mexique, la moitié de l'azote et la totalité du phosphore et du potassium sont appliquées au début du débourrement floral, avec le reste de l'azote après la récolte.

III.4. Irrigation

L'irrigation joue un rôle déterminant dans la croissance et la fertilité des cladodes ainsi que dans la qualité et la taille des fruits du figuier de Barbarie.

Bien que cette plante soit réputée pour sa résistance à la sécheresse, un apport en eau bien géré pendant les phases critiques de son développement, telles que la floraison et la fructification, peut considérablement améliorer le rendement et la qualité des fruits.

Selon Barbera et al. (1991), il est recommandé de réaliser 2 à 3 irrigations supplémentaires (60-100 mm chacune) pendant la période de développement des fruits afin de favoriser leur calibre et leur chair. Dans les régions où les étés sont pluvieux, des ajustements peuvent être nécessaires, avec quelques irrigations supplémentaires pour éviter le stress hydrique.

Néanmoins, Nerd (1989) souligne que dans les zones où les précipitations annuelles sont inférieures à 300 mm, l'arrêt de l'irrigation en hiver peut réduire la fertilité des cladodes et perturber le cycle de débourrement. Une gestion adaptée de l'irrigation est donc cruciale pour assurer une production optimale.

- Méthodes d'irrigation :

- > Irrigation localisée : Cette méthode est la plus recommandée, surtout dans les régions où l'eau est une ressource limitée. Elle permet une distribution homogène de l'eau dans la parcelle en minimisant les pertes par évaporation. Le système d'irrigation localisée peut être suspendu ou bien installé directement sur le sol (Figure 9).



Figure 9. Irrigation localisée

- > Irrigation par sillons : Cette méthode est utilisée par les agriculteurs et permet d'avoir un rendement acceptable avec une efficacité relativement faible. Cette méthode peut être conseillée dans le cas où la qualité de l'eau n'est pas apte à l'irrigation localisée (eau trop chargée en sédiments) où bien une pression trop faible.

- Fréquence et dose d'irrigation :

La fréquence et la dose d'irrigation doivent être adaptées aux besoins spécifiques de la plante en fonction de la saison et des stades de développement. Généralement, afin d'améliorer la refleuraison il est conseillé de débiter les irrigations juste après la suppression du jet printanier (la scozzolatura) par une forte dose d'irrigation de l'ordre de 30 à 50 mm et maintenir ensuite une irrigation régulière afin d'éviter un stress hydrique lors de la période de croissance de fruits (Aounallah et al. 2005.)

III.5. Éclaircissage des fruits

L'éclaircissage des fruits du figuier de Barbarie permet l'amélioration de la qualité en réduisant la compétition pour les nutriments. Les recherches ont démontré que l'éclaircissage précoce, réalisé au stade de pleine floraison, a un effet notable sur le poids frais des fruits d'*Opuntia ficus-indica*. Cette pratique peut augmenter le poids frais des fruits de 28 % par rapport aux plants non éclaircis, atteignant un poids moyen de 180 g pour les cultivars 'Gialla' et 'Rossa'. En revanche, un éclaircissage tardif, effectué 15 jours après la pleine floraison, donne des fruits avec un poids moyen de 160 g (Figure 10).

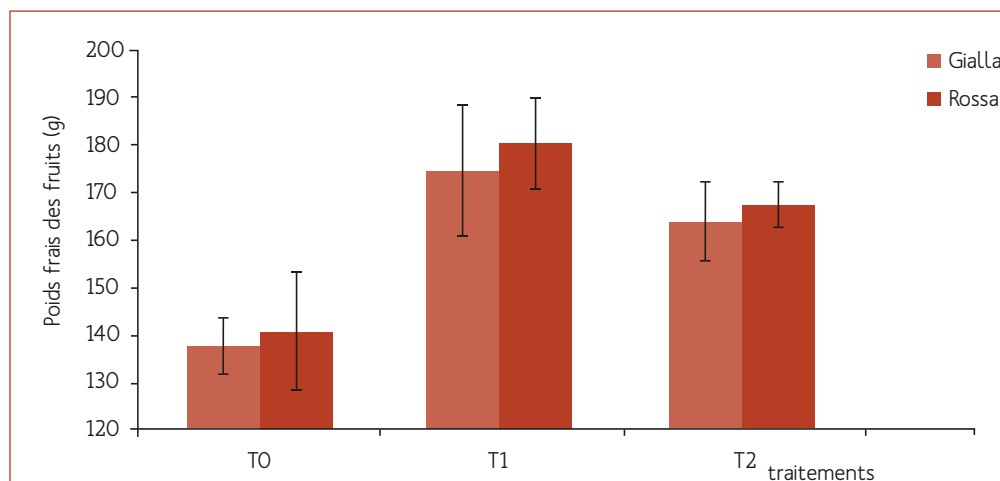


Figure 10. Variation du poids moyen des fruits selon le traitement (Aounallah et al., 2025)

IV. SUPPRESSION DU JET FLORIFÈRE PRINTANIER «SCOZZOLATURA»

La technique de la scozzolatura, découverte accidentellement au début du XIXe siècle est devenue une pratique standard pour la figue de Barbarie en Italie (Barbera, 1995). Cette technique consiste en l'élimination totale des nouvelles fleurs et des jeunes cladodes de la pousse printanière, ce qui provoque une seconde floraison environ 12 à 16 jours plus tard. La maturation des fruits obtenus suite à cette deuxième floraison se fait 6 à 8 semaines après la première pousse (Barbera et al., 1991, 1992a, 1992b ; Aounallah, 2010). Bien que cette deuxième floraison produise généralement moins de fleurs que celle du printemps, les fruits sont mis en marché lorsque les prix sont plus élevés, compensant ainsi en partie le rendement plus faible.



Figure 11. Scozzolatura : suppression du jet florifère printanier

En Tunisie, la scozzolatura a été adoptée avec succès dans plusieurs régions productrices de figes de Barbarie, telles que Nabeul, Kairouan, et Kasserine (Aounallah et al., 2005 ; Hammami et al., 2015).

Les avantages de cette technique sont nombreux :

- Meilleure valorisation économique : Les fruits récoltés après la scozzolatura atteignent généralement des prix plus élevés sur les marchés locaux et internationaux.
- Qualité supérieure des fruits : Les fruits produits par cette méthode sont généralement de calibre supérieur, avec un meilleur ratio pulpe/graine, une proportion plus élevée de pulpe, et une coloration plus intense de la chair (Aounallah, 2010 ; Hammami et al., 2015).

Cependant, la scozzolatura présente également des défis spécifiques aux conditions tunisiennes :

- Rendement réduit : Le nombre de cladodes produites après la scozzolatura peut être de 10 à 40 % inférieur à celui de la première pousse, et le rendement en fruits peut être jusqu'à 50 % plus faible que celui de la saison d'été (Nerd et al., 1993 ; Inglese et al., 1994).
- Risque climatique : Les conditions climatiques, notamment les températures élevées durant la période d'initiation des bourgeons, peuvent entraîner une faible refloweraison et une proportion plus élevée de bourgeons végétatifs par rapport aux bourgeons

reproductifs (Nerd et al., 1989 ; Nobel et Castaneda, 1998). En Tunisie, ce phénomène est particulièrement observé dans les régions arides.

Le stade d'application de la scozzolatura influence fortement la qualité des fruits obtenus. Une suppression des fleurs avant l'anthèse (avant l'épanouissement des fleurs) donne un taux de refloweraison plus élevé, mais la suppression des fleurs après l'anthèse, bien que produisant un rendement plus faible, peut offrir un meilleur retour économique. Les producteurs tunisiens doivent donc ajuster cette pratique en fonction des conditions locales et des objectifs de production (Figure 12).

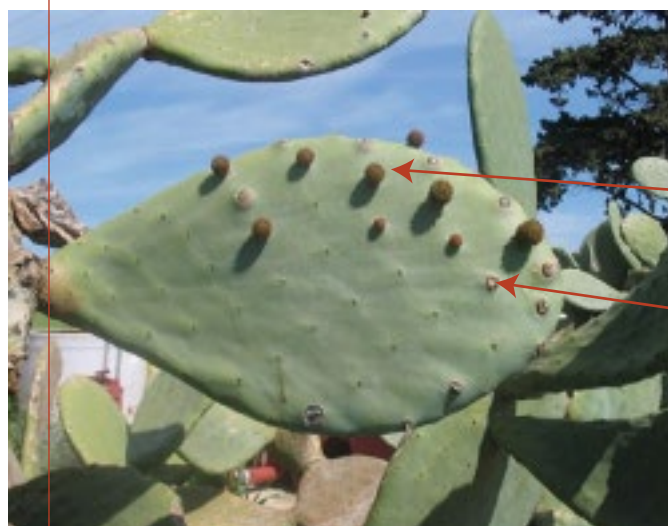


Figure 12. Cladode présentant un re-débourrement floral 20 jours après la suppression du jet florifère printanier

Les résultats de recherche obtenus dans la région du Cap Bon ont montré que le nombre moyen des fruits par cladode lors de la refloweraison dépend de la date et la sévérité de l'élimination du jet florifère printanier.

En effet, le traitement T2 (S1 Stade précoce et élimination totale des fleurs et des jeunes cladodes) induit une production plus importante (une charge moyenne de 8 fruits par cladode).

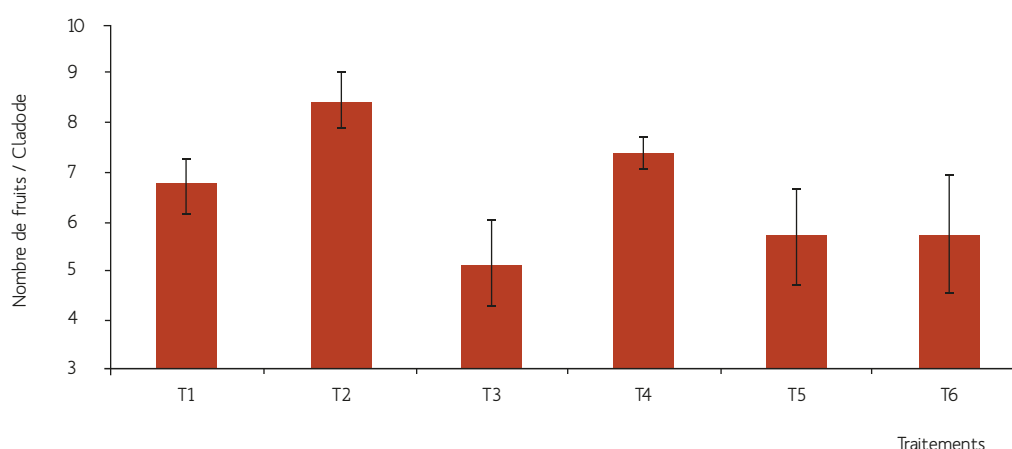


Figure 13. Variation du nombre de fruits/cladodes fertiles en fonction des différents traitements

T1 : S1 et 100% F + 75% C ; T2 : S1 et 100 % F + 100 % C ; T3 : S2 et 100% F + 75% C ; T4 : S2 et 100 % F + 100 % C ; T5 : S3 et 100% F + 75% C ; T6 : S3 et 100 % F + 100 % C.

Le retard de l'application de la suppression du jet florifère printanier a une influence sur la qualité des fruits (Tableau 2).

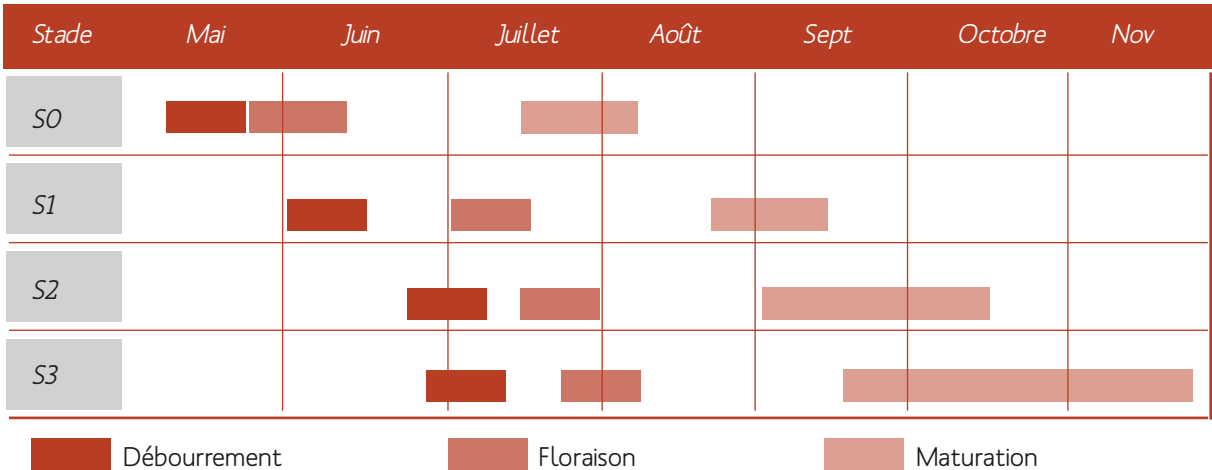
A cet effet, on remarque une augmentation du poids, de la longueur ainsi que du diamètre des fruits au fur et à mesure qu'on retarde le traitement ($r^2 = +0,92$). L'amélioration du calibre des fruits entre les traitements peut être attribuée à la diminution du taux de refloweraison.

Tableau 2 : Effets des différents traitements sur les paramètres de qualité des fruits du figuier de Barbarie Cv Gialla

Stade	Poids moyen (g)	Longueur (cm)	Diamètre (cm)	% de la pulpe	% des sucres	Nombre de pépins / F	% des pépins / F	Acidité titrable	pH
S1	125,3	6,3	4,5	57	15,2	214	3,57	0,032	6,6
S2	157,4	7,9	5,1	48	13,6	216	3,16	0,035	5,8
S3	165,6	8,8	5,6	51	13	249	3,25	0,025	5,5

Le retard de l'application de la suppression du jet florifère printanier a un effet négative sur le taux de sucre et le pourcentage des pépins (Tableau 3).

Tableau 3 : Effet de la période de « scozzolatura » sur l'occupation temporelle du cycle fructifère



La diminution du taux de sucre est attribuée essentiellement à la baisse des températures lors de la période de maturation (Barbera et al., 1991 ; Nerd et al., 1993).

Les résultats de recherche montrent que les durées de débourrement et de floraison sont invariables quelle que soit le stade et la méthode de la suppression du jet florifère printanier. Par contre, on observe une différence significative entre les périodes de développement des fruits induits par les différents traitements.

En effet, il s'avère que le retard de l'application des traitements engendre d'une part, un allongement du cycle fructifère, et d'autre part un échelonnement de la période de maturation.

Les résultats de recherche ont montré que la date optimale pour la suppression du jet florifère printanier « scozzolatura » est la première semaine du mois de juin. Cette période induit un bon rendement et une maturation au mois de septembre et d'octobre.

V. MÉTHODE DE RÉCOLTE ET CONSERVATION DES FRUITS

V.1. Stades de développement du fruit

L'étude de la croissance pondérale des fruits d'*Opuntia ficus-indica* montre que cette dernière suit une courbe double sigmoïdale quelle que soit la date de débourrement (Figure 14). De même la cinétique de croissance des fruits montre deux phases d'accélération.

En effet, la première phase d'accélération est observée après une vingtaine de jours après l'anthèse pour les deux types de fruits. La seconde phase d'accélération de la croissance est observée après 45 jours de l'anthèse pour les fruits précocement débourrés et 65 jours pour les fruits tardivement débourrés.

On observe aussi entre ces pics d'accélération des phases de ralentissement de croissance pour les deux types de fruits.

De même, les fruits tardivement débourrés présentent un poids plus important que celui des fruits précocement débourrés. Cette différence s'observe à partir de la pleine floraison et au niveau des pics de croissance.

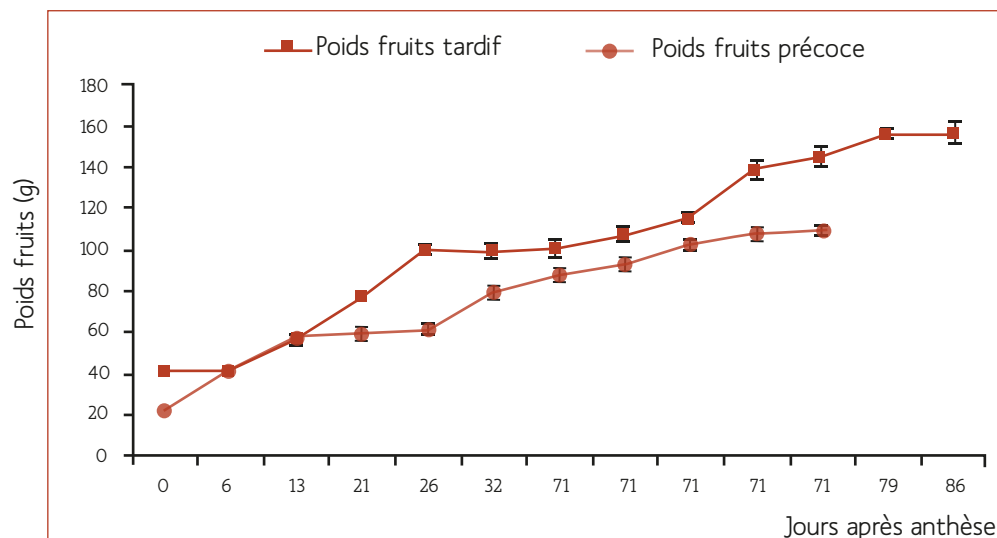


Figure 14. Courbe de croissance pondérale des fruits précocement et tardivement débourrés du débourement à la maturation.

V.2. Stade de maturité des fruits

Pour déterminer le moment optimal de la récolte, plusieurs indices sont proposés. Les plus couramment utilisés incluent le changement de couleur de l'écorce (passant du vert à une teinte caractéristique selon la variété), l'aplatissement de la cavité florale et la teneur en sucres (Figure 15).



Figure 15. Stade de maturation : aplatissement de la cavité florale

Une valeur Brix de 12 à 13 est souvent considérée comme un seuil indiquant la maturité des fruits (Barbera et al., 1992 ; Weiss et al., 1993). À des stades avancés, lorsque la couleur est totalement développée, les fruits deviennent plus mous, ce qui complique leur manipulation et leur conservation.

Les figes de Barbarie, en tant que fruits non climactériques, ne continuent pas leur maturation après la récolte. La teneur en sucre reste donc stable, ce qui souligne l'importance de mesurer ce paramètre au moment de la cueillette. À maturité, les fruits atteignent leur taille maximale (7 à 10 cm), leur forme devient plus arrondie, et la peau, plus lisse, adopte une texture légèrement souple. Une peau sèche ou plissée indique un fruit trop mûr.

La récolte au stade de mi-couleur de l'écorce est recommandée pour garantir une qualité optimale des fruits. À ce stade, ils conservent la fermeté et les propriétés organoleptiques et nutritionnelles, essentielles pour la consommation en frais ou le stockage. En revanche, à un stade de maturité avancé, la fragilité accrue de l'écorce et la perte de fermeté compliquent leur manipulation et réduisent leur durée de conservation.

Bien que la teneur en sucres augmente légèrement à ce stade, les risques de détérioration rapide rendent préférable une récolte précoce, avant que la maturité complète ne soit atteinte.

V.3. Méthode de récolte

Le choix du moment de la récolte des figes de Barbarie est une délicate balance entre la maturité optimale, la qualité organoleptique et nutritionnelle, ainsi que la praticité pour le processus de transformation. La récolte exige une grande délicatesse et un soin particulier, car les figes de Barbarie sont sensibles aux outils utilisés et, surtout, à leurs propres glochides, ces minuscules épines qui les recouvrent. Afin d'éviter tout contact entre les fruits récoltés et le sol, des précautions spécifiques doivent être prises lors de la cueillette et de la manipulation. L'expérience du cueilleur et son savoir-faire jouent un rôle crucial dans la préservation de la qualité des fruits en évitant d'éventuels dommages et blessures.

La méthode rotative de récolte des figues de Barbarie, consistant à faire pivoter délicatement le fruit sur lui-même avec une pression minimale, requiert un savoir-faire particulier de la part du cueilleur. Cette technique permet une cueillette rapide sans endommager la partie basale des figues, préservant ainsi leur qualité. Cependant, il convient de noter que cette approche est particulièrement adaptée aux fruits en début de maturité. Généralement il est plutôt recommandé d'opter pour une méthode plus précise que celle rotative, consistant à couper minutieusement le fruit au niveau de la soudure, en veillant à conserver une légère portion de la raquette mère.

La récolte couteau minimise les risques de détérioration des figues, contribuant ainsi à préserver leur qualité pour les étapes ultérieures du processus de transformation (Figure 16).



Figure 16. Méthode de récolte

La réussite d'une récolte de figues de Barbarie repose sur une série d'opérations soigneusement planifiées et exécutées par le récoltant. Il existe des aspects clés que le récoltant doit prendre en considération :

- Sélection de fruits de qualité : La récolte doit se concentrer sur des fruits de bonne qualité, exempts de défauts ou de dommages, assurant ainsi des fruits destinés à la consommation humaine de haute qualité.
- Manipulation appropriée : Les fruits récoltés doivent être manipulés délicatement pour maintenir leur fraîcheur et préserver leur qualité jusqu'à la consommation.
- Planification de la récolte : Il est essentiel de planifier la récolte en définissant le moment optimal de la récolte, en prévoyant suffisamment de main-d'œuvre, ainsi que le matériel et les moyens de transport nécessaires.
- Formation de la main-d'œuvre : Toute la main d'œuvre impliquée dans la récolte doit être qualifiée pour mener à bien l'opération de la récolte.
- Préservation de la qualité : La préservation de la qualité à tous les stades de la récolte et de la manutention sur le terrain est cruciale.
- Organisation des opérations : Les différentes étapes, de la récolte au tri sur place, et jusqu'à l'expédition, doivent être organisées de manière efficace pour garantir une chaîne logistique fluide et optimale permettant la préservation de la qualité des fruits récoltés.

V.4. Nettoyage

Le nettoyage des figues de Barbarie doit être effectué avec soin afin d'éviter toute blessure à l'écorce protectrice du fruit. Une manipulation délicate à cette étape est essentielle pour préserver l'intégrité des fruits et garantir une qualité optimale du fruit récolté. Le brossage peut être réalisé de deux manières : manuellement ou mécaniquement.

- *La méthode manuelle* consiste à éliminer les glochides (petites épines) des figues de Barbarie à l'aide de brosses ou de balais, en effectuant un mouvement d'avant en arrière. Cette méthode est très utilisée par les petites productions et elle permet d'éliminer les glochides sans causer de dommages à l'écorce du fruit.
- *La méthode mécanique* utilisée généralement par les grandes exploitations consiste à éliminer les glochides par l'utilisation des rouleaux recouverts de poils ou de brosses rigides. Cette solution automatisée utilisée par les grandes exploitations et les sociétés coopératives est idéale pour assurer un brossage rapide et précis, tout en préservant la qualité des figues de Barbarie (Rodriguez-Felix, 1991 ; Barbera et al., 1992 ; Bunch, 1996 ; Cantwell, 1995 ; Mizrahi et al., 1997).

Le choix entre ces méthodes dépend de l'échelle de production. Néanmoins, la méthode choisie doit être la plus adaptée pour garantir la qualité des fruits destinés à la consommation humaine, réduire les pertes post-récolte et satisfaire les normes de qualité en vigueur.

V.5. Calibrage et conditionnement des fruits

Le calibrage des fruits est une technique qui permet une meilleure valorisation des productions fruitières en général, garantissant ainsi une homogénéité du calibre des fruits et de la qualité. Le calibrage pour le figuier de Barbarie permet d'assurer une présentation uniforme des fruits et d'optimiser la fixation des prix en fonction des catégories de fruits, contribuant ainsi à une meilleure valorisation économique de la production. Le calibre des figues de Barbarie est défini en fonction de leur poids, selon le tableau 4 (NT 96.59, 2008 ; CODEX STAN 186-1993).

Tableau 4 : Classification des calibres des figues de Barbarie selon le poids (NT 96.59, 2008 ; Codex Stan 186-1993)

Code de calibre	Poids (grammes)
A	90 - 105
B	105 - 140
C	140 - 190
D	190 - 270
E	> 270

Le conditionnement des figues de Barbarie doit garantir l'homogénéité des lots en termes d'origine, de variété, de qualité et de calibre, assurant ainsi une meilleure valorisation commerciale. Pour la catégorie « Extra », l'uniformité de la couleur et du degré de maturité est également requise.

Les fruits doivent être protégés efficacement durant le stockage et le transport, en utilisant des matériaux d'emballage neufs, propres et exempts de tout risque d'altération. L'emploi de papiers ou d'étiquettes comportant des indications commerciales est autorisé, à condition que les encres et colles utilisées soient non toxiques. Enfin, le conditionnement doit être conforme aux normes du code d'usages international recommandé pour l'emballage et le transport des fruits frais (CAC/RCP 44-1995), garantissant ainsi une présentation optimale et une préservation de la qualité du produit.

Le marquage et l'étiquetage des produits alimentaires, qu'ils soient destinés à la vente au détail ou non, doivent répondre à des normes précises. Pour les emballages destinés au consommateur final, une étiquette doit indiquer le nom du produit et, si nécessaire, sa variété lorsqu'elle n'est pas visible de l'extérieur, tout en respectant les exigences relatives à l'utilisation de matériaux recyclés de qualité alimentaire (NT 96.59, 2008 ; CODEX STAN 186-1993). Quant aux emballages non destinés à la vente au détail, ils doivent comporter, de manière claire et indélébile, des informations visibles de l'extérieur, telles que le nom et l'adresse de l'exportateur, de l'emballer et/ou de l'expéditeur, ainsi qu'un code variété (si applicable), son origine géographique et, le cas échéant, la zone de production ou l'appellation. Enfin, les caractéristiques commerciales comme la catégorie, le calibre, le poids net et le nombre d'unités doivent être précisées, certaines de ces mentions restant facultatives (NT 96.59, 2008 ; CODEX STAN 186-1993).

VI. MÉTHODES DE PRÉSERVATION DE LA QUALITÉ DES FRUITS

VI.1. Physiologie post-récolte des figues de Barbarie

La figue de Barbarie est un fruit non climactérique, caractérisé par un très faible taux de respiration ($20 \text{ ml de CO}_2 \text{ kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) et une faible production d'éthylène ($0,2 \text{ } \mu\text{l de C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$), des valeurs comparables à celles de l'orange, dont la respiration à température similaire atteint $15 \text{ ml de CO}_2 \text{ kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ et la production d'éthylène $0,1 \text{ } \mu\text{l de C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ (Rodriguez-Felix, 2002). Comme les autres fruits non climactériques, elle ne contient pas d'amidon comme réserve de glucides, ce qui signifie que sa teneur en sucre, optimale au moment de la récolte, reste pratiquement inchangée après la cueillette (Cantwell, 1995). Ainsi, la mesure de la teneur en sucre à maturité constitue un indicateur fiable de la qualité du fruit. Contrairement aux fruits climactériques tels que la banane, la mangue, la papaye ou l'avocat, qui poursuivent leur maturation après la récolte, la figue de Barbarie ne connaît pas d'évolution post-récolte significative.

Le stade de maturation des figues de Barbarie se caractérise par un amincissement de l'écorce. Cette diminution de l'épaisseur de l'écorce accroît le risque de dommages physiques, rendant le fruit plus vulnérable aux altérations. En raison de la sensibilité de son péricarpe et de son pédoncule, la figue de Barbarie est particulièrement périssable, avec des pertes post-récolte estimées à environ 15 %, principalement dues à l'état de maturité au moment de la cueillette et aux conditions de conditionnement (Boujghagh et al., 2014).

Les principaux problèmes après récolte sont la pourriture et la déshydratation. En effet, sous des conditions normales de commercialisation (20°C et une humidité relative de 60 à 70 %), sa durée de conservation est très limitée, souvent réduite à quelques jours.

Cette courte durée de vie est principalement attribuable aux dommages physiques subis lors de la récolte et de la manutention, qui favorisent le développement rapide de pourritures causées par des champignons phytopathogènes tels que *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Chlamydomices* spp. et *Penicillium* spp. (Cantwell, 1995) (Figure 17).



Fig 17 : Pourriture causée par *Penicillium* spp

Les pertes post-récolte résultent en grande partie de la détérioration de l'extrémité basale du fruit, incisée lors de la cueillette, un phénomène déjà rapporté par Castilla et Pimienta (1990), Chessa (1993) et Cantwell (1995).

VI.2 Techniques de stockage des figes de Barbarie

La conservation post-récolte des figes de Barbarie représente un défi majeur en raison de leur fragilité et de leur forte sensibilité à la détérioration. Pour prolonger leur durée de vie tout en préservant leur qualité, diverses techniques, alliant méthodes traditionnelles et solutions modernes, ont été développées.

• Méthodes conventionnelles de conservation

Les pratiques traditionnelles de conservation reposent sur des techniques simples mais éprouvées. Parmi elles, la cicatrization des fruits est une méthode essentielle : elle consiste à laisser sécher la base des figes, là où elles ont été détachées des cladodes. Ce processus limite le développement des moisissures et des pourritures, tout en renforçant la résistance des fruits aux conditions de stockage.

Par ailleurs, les figes de Barbarie peuvent être entreposées dans des environnements frais et obscurs, tels que des caves ou des chambres fraîches. L'utilisation de matériaux naturels comme le sable ou la paille permet d'atténuer les variations de température et de maintenir un niveau d'humidité adéquat, réduisant ainsi le dessèchement des fruits.

• Conservation par le froid

Le stockage réfrigéré est l'une des méthodes les plus efficaces pour ralentir la maturation des figes de Barbarie et limiter leur détérioration. Les études indiquent que les températures idéales se situent entre 6°C et 8°C, permettant ainsi une conservation optimale durant 3 à 4 semaines. Toutefois, une température trop basse peut provoquer des dommages liés aux froids, caractérisés par des taches brunes, une décoloration bronze et l'apparition de cavités enfoncées dans l'écorce (Rodriguez-Felix, 2002).

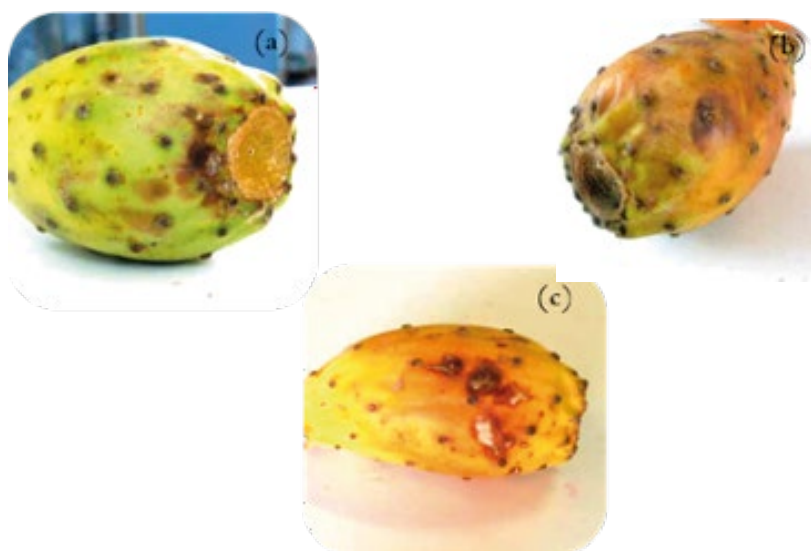


Figure 18. Dégât du froid (a) en forme de tache de brûlure, (b) en forme de pressions sous la peau, (c) sous forme de cicatrices brunâtres après un stockage au froid prolongé

Ces altérations ne se manifestent pas immédiatement mais deviennent visibles lorsque les fruits sont exposés à température ambiante, notamment durant leur commercialisation (Wang, 1994). La sensibilité aux dommages du froid varie selon la variété et le stade de maturité des fruits (Figure 18).

Par exemple, des études ont montré que les figes de la variété *Opuntia ficus-indica* var. Gialla développent des symptômes de détérioration environ 14 jours après un stockage à 9°C avec une humidité relative de 95 à 98 % (Chessa et Barbera, 1984 ; Rodriguez-Felix, 2002). Pour limiter les risques de dégradation, il est essentiel de contrôler l'humidité relative afin d'éviter la condensation, qui favorise la croissance des moisissures et accélère la détérioration des fruits. Une surveillance rigoureuse des conditions de stockage et des inspections régulières permettent d'ajuster les paramètres environnementaux et d'optimiser la qualité des fruits jusqu'à leur transformation ou leur mise en marché.

• Traitements thermiques

Les traitements thermiques sont une méthode courante pour prolonger la durée de vie des fruits après la récolte. Ces traitements, tels que le chauffage rapide ou le blanchiment à la vapeur, permettent de ralentir les processus de maturation en inhibant les enzymes responsables de la dégradation des tissus et de la perte de qualité.

Par exemple, la pasteurisation, qui consiste à chauffer les fruits à une température spécifique pendant un temps déterminé, est utilisée pour réduire la charge microbienne et prolonger la conservation sans altérer les propriétés organoleptiques des fruits. De même, le traitement thermique peut aussi renforcer la résistance des fruits au stockage à long terme en réduisant leur taux de respiration et en stabilisant leurs composés bioactifs. Cependant, il est important de contrôler avec précision les conditions de température et de durée pour éviter d'endommager les fruits ou de modifier de manière indésirable leur texture et leur saveur (Schirra et al., 1996, 1997). Les traitements thermiques, en particulier les bains d'eau chaude, peuvent être utilisés pour préparer les figes de Barbarie à un stockage prolongé. Par exemple, une immersion dans de l'eau chauffée à 53 °C pendant une minute permet de renforcer leur résistance au froid et de limiter la perte d'humidité. Cette méthode s'avère particulièrement utile pour les fruits récoltés en fin de saison, lorsque les températures sont plus basses. Selon Ben Abda et al. (2010), le traitement thermique à l'eau chaude (Hot Water treatment, HW) améliore significativement la tolérance des figes de Barbarie au froid et réduit la dégradation post-récolte, notamment à 5 °C. Cette combinaison apparaît comme la stratégie la plus efficace pour prolonger la durée de vie commerciale des fruits, tout en préservant leur qualité (Figure 19).

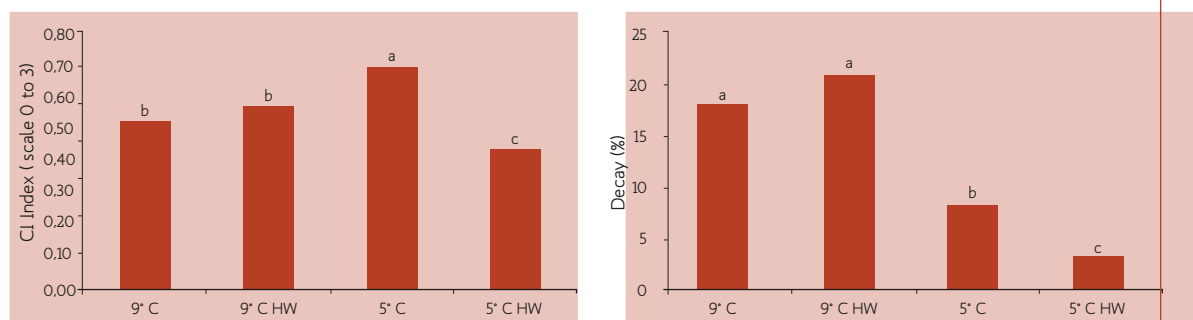


Figure 19. Différences dans l'indice de dommages par le froid et la pourriture entre les figes de Barbarie traitées à l'eau chaude (HW) et non traitées après 30 jours de stockage à 5 et 9 °C, suivis de 4 jours à 20 °C (Ben Abda et al., 2010)

9°C : stockage à 9°C, 9°C HW : stockage à 9°C après traitement à l'eau chaude (Hot Water), 5°C : stockage à 5°C, 5°C HW : stockage à 5°C avec traitement à l'eau chaude, CI index (Chilling Injury Index) ou encore indice de dommages sur une échelle de 0 à 3, Taux de pourriture (Decay) exprimé en %. Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre les traitements (P=0,05).

• Films d'emballage et enrobages protecteurs

Les films d'emballage et les enrobages protecteurs constituent des solutions efficaces pour prolonger la durée de conservation des figues de Barbarie en limitant la déshydratation, l'oxydation et les contaminations microbiennes. En formant une barrière physique, ces technologies régulent la perméabilité à l'air, à l'humidité et aux gaz tels que l'oxygène et le dioxyde de carbone, réduisant ainsi le taux de respiration des fruits et ralentissant leur maturation (Neri et al., 2008).

Les films d'emballage, qu'ils soient d'origine naturelle ou synthétique, sont parfois enrichis en composés antimicrobiens ou antioxydants afin d'offrir une protection supplémentaire. Par exemple, l'emballage des figues de Barbarie de la variété 'Gialla' a démontré une réduction significative des dommages causés par le froid lors d'un stockage à 6°C (Piga et al., 1996).

Par ailleurs, les enrobages protecteurs, généralement formulés à base de cires ou de polysaccharides, forment une couche fine et comestible autour des fruits, contribuant à la préservation de leur humidité et de leur texture (Wang et al., 2016). Ces enrobages, souvent associés à un traitement thermique préventif, renforcent la protection contre les agressions extérieures et retardent la sénescence des fruits (Berger et al., 2002).

L'application conjointe de ces technologies avec d'autres méthodes de conservation permet ainsi de maintenir la qualité organoleptique et nutritionnelle des figues de Barbarie tout en prolongeant leur durée de vie après récolte.

• Traitements au calcium

L'application de solutions de calcium constitue une approche efficace pour améliorer la fermeté et la résistance des figues de Barbarie, contribuant ainsi à leur conservation post-récolte. Le calcium renforce les parois cellulaires en augmentant la teneur en pectates de calcium, ralentissant ainsi la dégradation de la structure cellulaire et réduisant les risques de ramollissement prématuré. De plus, il joue un rôle clé dans la limitation de l'oxydation et de la perte d'humidité, favorisant ainsi la préservation de la texture et des qualités sensorielles des fruits.

Les traitements au calcium, administrés sous forme de solutions ou de bains, sont souvent combinés à d'autres techniques de conservation, telles que les traitements thermiques ou l'emballage sous film, afin d'optimiser la durée de conservation et la qualité des fruits (Conway et al., 1992 ; Sams et al., 1993 ; Hasegawa et Yano, 1994). Cette approche est particulièrement bénéfique pour les fruits sensibles au ramollissement, notamment les pommes, les poires et les figues de Barbarie (Gorini et al., 1993 ; Schirra et al., 1997b).

Des études ont montré que l'application de chlorure de calcium renforce efficacement la structure cellulaire des figes de Barbarie et améliore leur résistance aux altérations physiologiques. Toutefois, la concentration de calcium doit être soigneusement ajustée, car des niveaux excessifs peuvent accroître la sensibilité des fruits aux dommages dus au froid, notamment lorsque la récolte intervient en période estivale.

- Conservation en atmosphère contrôlée

La conservation en atmosphère contrôlée (CAC) est une méthode avancée qui permet de prolonger la durée de conservation des fruits en modifiant la composition gazeuse de l'environnement de stockage. Cette technique repose sur la régulation des niveaux d'oxygène et de dioxyde de carbone afin de ralentir le métabolisme des fruits et de retarder leur maturation (Piga et al., 1996).

Une gestion rigoureuse de la température en complément de la CAC optimise la préservation des qualités organoleptiques et nutritionnelles des fruits (Saltveit, 2003). Les figes de Barbarie bénéficient particulièrement de cette méthode, qui permet de maintenir leur texture, leur couleur et leur saveur tout en limitant la prolifération des pathogènes et des moisissures. Par exemple, un stockage en atmosphère contrôlée avec 2 % d'O₂ et 2-5 % de CO₂ à 5°C a permis d'étendre la durée de conservation des figes de Barbarie italiennes jusqu'à 45 jours (Brito-Primo et al., 2009).

Bien que cette technologie soit largement employée dans l'industrie agroalimentaire pour le stockage à long terme des fruits, elle nécessite un équipement spécialisé et un contrôle précis des paramètres pour garantir son efficacité.

CONCLUSION

Le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), longtemps perçu comme une culture secondaire ou marginale, s'impose aujourd'hui comme une ressource stratégique pour les territoires confrontés aux effets conjugués du changement climatique, de la dégradation des terres, et de la pression socio-économique sur les ressources agricoles. Sa capacité exceptionnelle à valoriser des milieux arides et semi-arides, alliée à ses multiples usages – fruitiers, fourragers, cosmétiques et environnementaux – en fait une culture d'avenir au service d'une agriculture plus résiliente, inclusive et durable.

Ce guide de bonnes pratiques agricoles, élaboré dans le cadre du projet PAMPAT 2, constitue une réponse technique et structurante aux nombreux défis rencontrés par les producteurs de figue de Barbarie, en particulier ceux engagés dans la production fruitière tardive.

S'appuyant sur une démarche scientifique rigoureuse, une analyse fine des contraintes de terrain et l'intégration de retours issus d'expérimentations menées en école de champs, ce document ambitionne de fournir un référentiel technique opérationnel et contextualisé.

Ce guide replace la culture du figuier de Barbarie dans son cadre agroécologique, en précisant les exigences pédoclimatiques, les modes de conduite culturale adaptés, et les critères de choix variétaux en fonction des objectifs de production et des débouchés commerciaux. L'accent est mis sur les pratiques de taille, de fertilisation, de gestion de l'eau et d'éclaircissage, qui conditionnent la performance technico-économique des vergers. La maîtrise de la technique de la scozzolatura, clef de voûte de la production tardive, est détaillée avec précision, en s'appuyant sur des résultats de recherche validés et des essais en conditions réelles.

L'approche post-récolte, souvent négligée dans les systèmes agricoles traditionnels, est ici traitée avec le même degré d'exigence scientifique. Le guide propose des solutions concrètes pour la récolte, le nettoyage, le conditionnement, le stockage et la préservation de la qualité des fruits. Il met en lumière l'importance d'une maîtrise fine de la chaîne de valeur post-récolte, condition sine qua non pour accéder aux marchés à haute valeur ajoutée et garantir une meilleure rémunération des producteurs.

Il convient de souligner que ce guide constitue une base évolutive appelée à s'enrichir à travers les retours d'expérience des agriculteurs, les avancées de la recherche, et l'émergence de nouvelles contraintes et opportunités dans le contexte tunisien. Il s'inscrit dans une dynamique continue d'innovation, d'apprentissage et de co-construction des savoirs entre acteurs de la filière du figuier de Barbarie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Albrigo, L.G., et Saùco, V.G., 2004. Flower bud induction, flowering and fruit-set of some tropical and subtropical fruit tree crops with special reference to citrus. *Acta Hort*, XXVI citrus, subtropical and tropical fruit crops. 632 : 81-90.

Aounallah, M.K., 2010. Etude de la morphogenèse florale et des facteurs influençant la fructification chez le figuier de barbarie (*Opuntia-ficus indica* (L.) mill). Institut National Agronomique de Tunisie.

Aounallah, M.K., Jebari, A., et Nefzaoui, A., 2005. Characterization of three *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill cultivars grown at Cap Bon (Tunisia) and their re-blooming capacity. *Cactusnet*. 9: 3-7.

Barbera G., Carimi F., Inglese P. et Panno M., 1992. Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus indica* (L) Miller). *J. Hort. Sci.* 67 : 307-312.

Barbera, G., Carimi, F., et Inglese, P., 1991. The reflowering of prickly pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller : Influence of removal time and cladode load on yield and fruit ripening. *J. Hort.sci.* 5 : 77-80.

Barbera, G., Carimi, F., et Inglese, P., 1992a. Past and present role of prickly pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. In sicily. *Economic Botany* 46 : 10-20.

Barbera, G., F. Carimi, et P. Inglese, 1993. Effects of GA3 and shading on return bloom of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). *Journal of the South African Society for Horticultural science.* 3 : 9-10.

Barbera, G., F. Carimi, P. Inglese, et M. Panno, 1992b. A physical morphological and chemical changes during fruit development and repining in three cultivars of prickly pear *Opuntia Ficus-indica* (L) Miller. *J.Hort.Sci.* 67: 307-312.

Berger H., Mitrovic A., Galletti L., et Oyarzun J., 2002. Effect of hot water and wax application on storage life of cactus pear (*Opuntia ficus indica* (L) Mill.) fruits. *Acta Hort.* 581: 211- 220. Rodriguez-Felix, A. 1991. Postharvest handling of minor fruits in Mexico. *Proc. National Symposium on Postharvest Physiology and Technology of Horticultural Crops in Mexico.* E.M. Yahia and I. Higuera (Eds.). Editorial Limusa. pp. 305-310

Boujghagh, M., Berrada, A., et Muschialli, E., 2014. Comparaison de deux méthodes de récolte es figues de Barbarie; manuelle et au couteau dans la région d'Aït Baâmrane. *ONUdl. PAMPAT.* 11 p.

Brito Primo, D.M., Martins, L. P., Lima, A.B., et al., 2009. Postharvest quality of cactus pear fruits stored under modified atmosphere and refrigeration. *Acta Horti.* 811(811) :167-172.

Bunch, R., 1996. New developments in breeding and cactus pear products at D'ArrigoBros. *J. of the Professional Association for Cactus Development.* pp. 100-102.

CAC/RCP 44-1995. Code d'usages pour l'emballage et le transport des fruits et légumes frais.

Cantwell, M., 1995. Post-harvest Management of Fruits and Vegetable stems. In: Barbera, G., Inglese, P. and Pimienta-Barrios, E. (Eds.). Agro-ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear. FAO Plant Production and Protection Paper 132. Rome. 216 pp.

Cicala, A., Fabbri, A., Di Grazia, A., et Valenti, C., 1997. Plant shading and flower induction in *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Acta Hort, 111th International congress on cactus pear and cochenille. 438 : 57-64.

CODEX Alimentarius., 1993. Norme pour la figue de Barbarie (CODEX STAN 186-1993). Conway, W.S., Sams, C.E., McGuire, R.G., Kelman, A., 1992. Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. Plant. Dis. 76, 329-334.

D'hallewin, G., Scirra, M., et Manueddu, E., 1999. Effect of heat on epicuticular wax of cactus pear fruit 39:244-247.

Gorini, F., Testoni, A., Cazzola, R., et al., 1993. Aspetti tecnologici: Conservazione e qualità di fico d'india e avocado. L'Informatore Agrario, XLIX (1), 89-92

Groupement Interprofessionnel des fruits, 2022. Secteur du figuier de barbarie "Elhindi", situations actuelles et perspectives, Bulletin n° 10.

Hammami, S.B.M., Aounallah, M.K., Sahli, A., Jebari, A., Bettaieb, T., 2015. Modification of fruit growth and development of prickly pear according to the date of the second floral bud bloom. Acta Hort., 1067 : 27-30.

Hasegawa, Y., Yano, M., 1994. Kohansho (a physiological disorder of the rind) on the 'Kiyomi'tangor. Proc. VII Int. Citrus Congr., Acireale Italy, March 8-13, 1992, vol. 3, pp. 1117-1120.

Inglese, P., 1995. Orchard planting and management. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Plant Production and Protection. FAO. Paper 132 : 78-91.

Inglese, P., Basile F., et Schirra, M., 2002. Cactus pear fruit production. Cacti biology and uses, edid by Park s Nobel, California, 163 - 183.

Inglese, P., Barbera, G., et Carimi, F., 1994. The effect of different amounts of cladode removal on reflowering of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) miller). J. Hort. Sci. 69 : 61-65.

La Mantia, T., G. Barbera, G. Gugliuzza et P. Inglese, 1997. Effect of cladode shading on growth and ripening of fruits of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Mill.). Acta hort. 438 : 111 international congress on cactus pear and cochenille.

Nerd, A., A. Karadi et Mizrahi, Y., 1989. Irrigation fertigation and polyethylene covers in prickly pear influence bud development. Hort. Sci. 26 : 527-529.

Nerd, A., R. Mesika, et Mizrahi, Y., 1993. Effect of N fertilization on autumn flowering and N metabolism in prickly pear. J. Hort. Sci. 68 : 337-342.

Nobel, P.S., 1991. Environmental productivity indices and productivity for *Opuntia Picus-indica* under current and elevated atmospheric CO₂ levels. *Plant, Cell and Environment*, 14 : 637-646.

Nobel, P.S., et Castaneda, M., 1998. Seasonal light and temperature influences organ initiation for unrooted cladodes of the prickly pear cactus *Opuntia ficus-indica*. *J.Am.-Soc.Hort.Sci.* 123 : 47-51.

NT 96.59 (2008). Les figues de Barbarie - Spécifications.

ONUDI .2015. Guide de bonnes pratiques de plantation et de conduite technique du cactus en culture pluviale dans les zones arides.

Piga, A., D'Aquino, S., Agabbio, M., et Schirra. M., 1996. Storage life and quality attributes of cactus pears cv. 'Gialla' as affected by packaging. *Agric. MOOedit.* 126 : 423-427

Pimenta-Barrios, E., et Del Castillo, R.F., 2002. Reproductive Biologie. *Cacti biology and uses*, edid by Park.S. Nobel, California, 75-90.

Potgieter, J.P., 2007. The influence of environmental factors on spineless cactus pear (*Opuntia* spp.) fruit yield in Limpopo Province, South Africa. Bloemfontein, South Africa, University of the Free State (MSc thesis). 120 pp.

Rodriguez-Felix, A., 2002. Postharvest physiology and technology of cactus pear fruits and cactus leaves. *Acta Hort.* 581 : 191-199.

Schirra, M., Agabbio, M., D'Aquino, S., et al., 1997. Postharvest heat conditioning effects on early ripening 'Gialla' cactus pear fruit. *J. Hortic. Sci.* 32 : 702-704.

Schirra, M., Barbera, G., D'Aquino, S., et al., 1996. Hot dips and high temperature conditioning to improve shelf quality of late-crop cactus pear fruit [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.]. *Trop. Sci.* 36, 159-165.

Schirra, M., Barbera, G., D'hallewin, P., et al., 1997. Response of cactus pear fruit to CaCl₂ preharvest treatments and prestorage heat conditioning. *J. Hortic. Sci.* 72, 371-377.

Schirra, M., D'hallewin, G., Inglese, P., et al. 1999. Epicuticular changes and storage potential of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] fruit following gibberellic preharvest sprays and postharvest heat treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 17 : 79-88.

Targa, M.G., Leguizamon, G., Coronel de Renolfi, M., et al., 2013. Economic feasibility of scozzolatura in traditional and improved orchards of cactus pear in Santiago del Estero, Argentina. *Acta Hortic.* 995 : 189-200.

Weiss, J.A., Nerd, A., et Mizrahi, Y., 1993. Vegetative parthenocarpy in the cactus pear *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. *Ann. Bot.* 72 : 521-526.

GUIDE

DE BONNES PRATIQUES
AGRICOLES
DU FIGUIER DE BARBARIE

