

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Aout 1955 Skikda

Faculté des sciences

Département de sciences Agronomiques



Filière : Sciences Agronomique

Option : Amélioration des plantes

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Thème :

Etude comparative de l'effet des hormones rhizogénèse synthétiques et naturelles sur l'aptitude à la rhizogénèse, la reprise et sur la croissance de la biomasse aérienne des boutures du Figuier (*Ficus Carica*).

Présenté le :

- Elouaer Aya
- Chebel Dounia
- Lecheheb Abir
- Boulaksibat Rayan

Membre de Jury :

| | | | |
|----------------------------------|-------|--------------|-------------------------------------|
| M ^{me} Sayed Ibtissem | (MCB) | Présidente | Université du 20 Août 1955 – Skikda |
| M ^{me} Ghaoues Souheila | (MAA) | Examinatrice | Université du 20 Août 1955 – Skikda |
| Mr Boulechfar Mohamed | (MAA) | Promoteur | Université du 20 Août 1955 – Skikda |

Année universitaire : 2022-2023

Remerciement

Nous tenons en premier lieu à remercier « Allah » de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr Boulechefar Mohammed, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparations de ce mémoire.

Nos sincères remerciements s'adressent à Mme Sayed Ibtissem d'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Un grand merci à Mme Ghaoues Souheïla d'avoir accepté d'examiner ce Travail.

Nous remercions également monsieur Filali pour son aide dans ce travail.

Nous n'oublions pas de remercier Nos parents, nos frères et sœurs pour leur soutien durant toutes ces années d'études.

Enfin, merci pour toutes les personnes qui ont contribué ou de loin à la réalisation de ce modeste mémoire.

A tous nos ami(e)s passés et présent, qui nous ont donné toute leur amitié et leur soutien et à tous nos enseignants que nous avons eus durant les années des études.

Dédicace

C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à

Mes chère parent qui ont sacrifié leur vie pour mon réussite et m'ont éclairé le chemin par leur judicieux conseils.

J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi. Que dieu les protège et longue leur vie.

A mon frère et mes sœurs : Saad, Zineb, Nesrine.

A tous les membres de ma famille et mes amis.

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma réussite.

Aya ...

Dédicace

Te, mon Je dédie le fruit de ma réussi diplôme :

A ma défunte mère, dont je me souviens à peine.

A mon défunt père qui a un jour vendu son nouveau manteau et dépense son prix pour nous rendre heureux et qui s'il était là aujourd'hui serait plus fier de moi que de moi-même. Mon cher père qui a pleuré ma séparation et son absence n'a pas été facile pour moi à ma remise de diplôme. Mes parents que Dieu leur fasse miséricorde.

A mon mari ANIS qui est toujours à mes côtés ma béquille dans la vie.

A ma sœur RAHMA et ton fils FIRAS, mon frère MOHAMMED que Dieu les protège pour moi, ainsi que tante MESSAOUDA et toute ma familles.

A tous ceux qui ont voulu mon succès et m'ont soutenu même avec un mot mes camarades mes amis.

Donia ...

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie Incha Allah

A mon futur mari SOUFIANE qui est toujours à mes côtés.

A mes sœurs : NOUR EL HODA, IMEN ET CHOUROUK.

A mes cousins et cousines.

Enfin à toute A tous mes collègues de promotion et a toutes mes amies. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit réalisé.

Abir ...

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail

A mes chers parents de m'avoir donné l'aide et la confiance

A mes frères (Sief, Kamel, Housseem)

A mes sœurs (Nesrine, Ikram, Douaa)

A tous mes amis (Abir, Mouna, Dounia, Abir, Aya)

*A tous les personnes qui nous ont soutenus et encouragés tout au long de
cette année.*

Rayan

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| Remerciement | |
| Dédicace | |
| Liste de figures | |
| Liste de tableaux | |
| Liste des abréviations | |
| Introduction générale..... | 14 |
| Partie 1 : Synthèses bibliographique | |
| Chapitre I : Généralistes sur le figuier | |
| 1. Historique..... | 3 |
| 2. Origine et répartition..... | 3 |
| 3. Classification Botanique..... | 3 |
| 4. Description du figuier..... | 4 |
| 5. Les caractères morphologies du figuier..... | 4 |
| 5.1. La partie aérienne..... | 4 |
| 5.2. La partie souterraine (les racines)..... | 9 |
| 6. Physiologie du cycle de développement..... | 10 |
| 6.1. La pollinisation et pollinisateur..... | 10 |
| 6.2. Les stades repères..... | 12 |
| 6.3. Maturité..... | 12 |
| 6.4. Reproduction..... | 12 |
| 7. Les variétés des figuiers..... | 13 |
| 7.1. Col de da me blanc..... | 13 |
| 7.2. Dorée..... | 13 |
| 7.3. Madeleine des 2 saisons..... | 14 |
| 7.4. Figue Negronne..... | 15 |
| 7.5. Figue Panachée..... | 15 |
| 7.6. Pastilière..... | 15 |
| 7.7. Figue Sultane..... | 16 |
| 7.8. Sucre vert..... | 17 |
| 7.9. Les autres variétés de figues..... | 17 |
| 8. Importance économique..... | 18 |
| 8.1. Le figuier dans le monde..... | 18 |

| | | |
|-------|---|----|
| 8.2. | Le figuier en Algérie | 19 |
| 9. | Les principes techniques de multiplication du figuier | 20 |
| 9.1. | La reproduction sexée | 20 |
| 9.2. | La reproduction asexuée..... | 20 |
| 10. | Diffèrent types de la reproduction asexuée | 20 |
| 10.1. | Greffage | 20 |
| 10.2. | Marcottage | 21 |
| 10.3. | Micro- bouturage (in-vitro) | 21 |
| .10 | Bouturage..... | 21 |

CHAPITRE II : BOUTURAGE DU FIGUIER

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Définition | 22 |
| 2. | Les principaux facteurs de réussite de bouturage | 22 |
| 2.1. | Facteurs endogènes | 22 |
| 2.2. | Facteurs exogènes | 23 |
| 3. | Les avantages et les inconvénients..... | 24 |
| 3.1. | Les avantages | 25 |
| 3.2. | Les inconvénients | 25 |
| 4. | Principes de base de la multiplication par bouturage | 25 |
| 5. | Différents Types des bouturages | 27 |
| 5.1. | Bouturage ligneux | 27 |
| 5.2. | Bouturage herbacé..... | 27 |
| 6. | Les différentes techniques de bouture :..... | 27 |
| 6.1. | La bouture simple (de tige) | 28 |
| 6.2. | La bouture de racine | 28 |
| 6.3. | La bouture dans l'eau..... | 28 |
| 6.4. | La bouture de feuille | 29 |
| 6.5. | La bouture en talon..... | 29 |
| 6.6. | La bouture en crossette..... | 30 |
| 6.7. | La bouture d'œil..... | 30 |
| 6.8. | La bouture en plançon | 31 |
| 6.9. | Le bouturage à bois sec | 31 |
| 6.10. | Le bouturage a l'étouffée | 32 |
| 7. | Multiplier le figuier (ficus carica) par bouturage | 33 |
| 8. | Les hormones en racinement..... | 34 |
| 8.1. | Définition de l'hormone d'enracinement..... | 34 |
| 8.2. | Utilisation des hormones de bouturage | 35 |
| 8.3. | Inconvénients de l'hormone de bouturage :..... | 35 |

| | |
|--|-----------|
| 8.4. Alternative naturelle à l'hormone de bouturage chimique : | 35 |
| Partie 2 : partie expérimentale | |
| Introduction | 37 |
| Chapitre III : Matériel et méthodes | |
| 1. Présentation de la zone d'études | 38 |
| 2. Matériel utilisé | 38 |
| 2.1. Matériel végétal..... | 38 |
| 2.2. Autre matériels | 39 |
| 3. Méthodes | 40 |
| 3.1. Prélèvement des boutures..... | 40 |
| 3.2. Préparations des substances d'enracinement..... | 40 |
| 4. Analyse du sol | 42 |
| 5. Plantation des boutures..... | 42 |
| 6. Dispositif expérimental | 42 |
| 7. Suivi de l'essai | 43 |
| Chapitre IV : résultats et discussion..... | 44 |
| 1. Résultats | 45 |
| 1.1. Analyse du sol | 45 |
| 1.2. Analyse des résultats des paramètres étudiés | 45 |
| 2. Discussion | 49 |
| Conclusion générale | 51 |
| Références bibliographiques | 57 |
| Références | 58 |
| Annexe..... | 60 |
| Les moyennes..... | 61 |
| Analyse de variance : | 61 |

Liste de figures

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figure 01 : | Un bourgeon terminal du figuier. (Vidaud, 1997) | 5 |
| Figure 02 : | Organisation d'une pousse (unité de croissance) (Vidaud, 1997) | 6 |
| Figure 03 : | Types de feuilles (Condit, 1955) | 6 |
| Figure 04 : | Différence entre la fleur femelle chez le figuier mâle et le figuier femelle d'après le schéma de Vidaud (1997) modifié | 8 |
| Figure 05 : | : Caractéristiques morphologiques de la figue d'après HAESSLEIN et OREILLER (2008) | 9 |
| Figure 06 : | Liquide blanc du figuier (latex) (Vidaud, 1997) | 9 |
| Figure 07 : | Les phases de reproductions figuier | 11 |
| Figure 08 : | Cycle biologique simplifié du figuier et son pollinisateur (VIDAUDE 1997) | 11 |
| Figure 09 : | La figue Col de dame blanc | 13 |
| Figure 10 : | La figue Dorée | 14 |
| Figure 11 : | La figue Madeliene des 2 saisons | 14 |
| Figure 12 : | La figue panachée | 15 |
| Figure 13 : | La figue pastiliere. | 16 |
| Figure 14 : | La figue sultane. | 17 |
| Figure 15 : | La figue sucre vert. | 15 |
| Figure 16 : | Les facteurs réussites de bouturage | 24 |
| Figure 17 : | Boutures dans l'eau de basilic vivace | 29 |
| Figure 18 : | Bouture réussie de feuille de saintpaulia | 29 |
| Figure 19 : | Bouture de Juniperus (bouture en talon) | 30 |
| Figure 20 : | Bouture en crossette | 30 |
| Figure 21 : | Bouture d'œil de camélia dans du terreau pour semis | 31 |
| Figure 22 : | Boutures en plançon de romarin | 31 |
| Figure 23 : | Bouturage à bois sec | 32 |
| Figure 24 : | Le bouturage a l'étouffée | 32 |
| Figure 25 : | Prélèvement des boutures à crossette du figuier | 33 |
| Figure 26 : | Stratification et repiquage des boutures du figuier | 34 |
| Figure 27 : | Localisation de la zone d'étude | 38 |
| Figure 28 : | Matériels végétale utilisé | 39 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figure 29 : | Matériels du jardin | 39 |
| Figure 30 : | Matériels de laboratoire | 40 |
| Figure 31 : | Extrait du saule | 41 |
| Figure 32 : | Gèle Aloe | 41 |
| Figure 33 : | Les boutures après la plantation | 43 |
| Figure 34 : | La croissance de diamètre des boutures | 46 |
| Figure 35 : | Longueur des pouces | 47 |
| Figure 36 : | Nombre des feuilles | 48 |
| Figure 37 : | Longueur des racines après 3 mois de plantation (graphique) | 49 |
| Figure 38 : | Les racines des boutures après 3 mois des plantations | 50 |

Liste de tableaux

| | | |
|---------------------|--|----|
| Tableau 01 : | Classification botanique du figuier (<i>Ficus Carica. L</i>) | 4 |
| Tableau 02 : | Production du top cinq producteurs du figuier en 2019 | 18 |
| Tableau 03 : | Superficie et production nationale de figues | 19 |
| Tableau 04 : | Résultat d'analyse du sol | 45 |
| Tableau 05 : | Taux de reprise des boutures | 45 |
| Tableau 06 : | Diamètre des boutures | 46 |
| Tableau 07 : | Longueur des pousses | 47 |
| Tableau 08 | Résultat d'analyse statistique de nombre des feuilles | 48 |
| Tableau 09 : | Résultat d'analyse statistique de Longueur moyenne des racines | 49 |

List des abréviations

AIB: Acid b-indol butyrique.

ANOVA : Analyse de variance

FAO: Food and agriculture organization.

pH : Potentiel Hydrogène

PPDS : La plus petite différence significative.

µs/cm : Micro siemens par centimètre.

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Le figuier *Ficus Carica.L* est une espèce rustique appartenant à la famille des Moracées, elle occupe une place importante dans l'arboriculture fruitière surtout au sein du bassin méditerranéen qui abrite le potentiel le plus important de cette espèce dans le monde (Mesbout, et al., 2020).

Le figuier (*Ficus carica L.*) est l'une des espèces fruitières les plus anciennement cultivée dans le monde. Cette espèce est bien adaptée au climat méditerranéen, c'est la seule espèce de cette famille cultivée pour ses fruits comestibles (Vidaud, 1997).

En Algérie la culture du figuier est classée en quatrième position, après l'olivier, le palmier dattier et l'agrumes (Zaidane, 2019), le figuier s'adapte à tous les catégories bioclimatiques, il s'étend du littoral jusqu'à plus de 1000 m d'altitude. Les figueraies se rencontrent en Oranie, Mascara, et Constantine. Mais l'essentiel de la culture se localise en Kabylie (Béjaia et Tizi Ouzou) (Bakhai, 2016).

Tous les modes de multiplication préconisés pour la propagation des arbres fruitiers (semis, greffage, marcottage, bouturage) sont théoriquement utilisables pour multiplier les diverses variété du figuier, cependant pour différentes raisons le figuier se multiplie principalement par bouturage (Rahali, et al., 2019).

Les boutures sans application d'hormones racinaires sont difficiles et prennent généralement beaucoup de temps. Les hormones sont impliquées dans la division cellulaire ou interagissent avec les effets d'autres hormones sur les plantes. Les plantes produisent de l'auxine naturelle dans les jeunes pousses et les feuilles, mais l'auxine synthétique doit être utilisée pour un enracinement réussi afin d'éviter la mort des boutures (Mirihagalla, et al., 2020).

Les hormones sont des substances chimiques produites par les plantes qui régulent les processus de croissance (stimulent le développement des racines, contrôlent la hauteur de la plante) et manipulent la plante à des fins spécifiques. La substance naturelle possède la capacité d'enracinement des boutures, elles peuvent parfaitement remplacer les hormones synthétiques telles que les auxines, les cytokinines, les gibbérellines et les hormones alternatives peuvent être utilisées comme le miel, l'eau de coco, le thé de saule. Les extraits naturels de plantes comme l'Aloe Vera sont riches en hormones végétales, peuvent être utilisés pour améliorer et stimuler la croissance d'autres espèces végétales. (Jamal Uddin, 2020)

INTRODUCTION GENERALE

L'hormone d'enracinement naturelle fournit un moyen bon marché et économiquement sain pour la propagation et l'amélioration de la quantité d'enracinement. Les substances d'enracinement améliorent la qualité des racines. Ils sont durables, rentables et respectueux de l'environnement et améliorent la croissance et la qualité des cultures en fournissant des hormones. Ils augmentent la durabilité du sol et le rendent plus productif. (Rajan, et al., 2021)

La présente étude a porté de tester l'effet de deux substances naturelles (extrait de saule, gel d'Aloe Vera) en comparant leur effet avec celui d'une substance synthétique (AIB : Acide Indol Butyrique) et d'un témoin sans traitement sur les paramètres étudiés (la reprise, diamètre des boutures et longueur des pousses, nombre des feuilles, et la rhizogénèse).

Notre travail a divisé en deux parties :

Une première partie la synthèse bibliographique comprenant de deux chapitres dont le premier est : généralité sur le figuier, la deuxième présente le bouturage du figuier.

La deuxième partie expérimentale comprenant de deux chapitres dont le premier : présente la zone d'étude et les matériels utilisés, les méthodes, la deuxième concerne les résultats obtenus et les discussions.

Enfin une conclusion générale résumant les différents résultats obtenus de ce travail.

Partie 1 : Synthèses bibliographique

Chapitre I : Généralistes sur le figuier

1. Historique

Le figuier (*Ficus Carica L*) est l'une des espèces fruitières les plus anciennement cultivées. Il a été cultivé des 5000 ans avant Jésus Christ dans le Moyen-Orient (Ferchichi, 2009).

La figue est le fruit du figuier commun nommé le (*Ficus Carica*). Son nom français est empreint à l'occitan «figa» dialecte du sud français.

Le *Ficus Carica L* a un qualificatif générique qui signifie « le lait du figuier pour soigner la verrue » pour *ficus* et *carica* fait allusion à une région en Turquie (Kaddour, 2021).

2. Origine et répartition

Le figuier appartient, comme le mûrier, à la famille des Moracées, caractérisée par la présence de latex blanc sur toutes ses parties.

Parmi les 700 espèces que compte le genre *Ficus*, le figuier (*Ficus Carica*) fait bande à part ! C'est le seul qui soit cultivé en zone tempérée. Tous les autres *Ficus* poussent en zones tropicales ou subtropicales (Baud, 2008).

L'origine du figuier reste un peu confuse. Il serait originaire d'Asie occidentale, d'Afrique du nord ou des Canaries (Bachi, 2012).

La figue, s'est répandue progressivement le long de la côte méditerranéenne avant d'être introduite en Afrique du nord par les arabes.

Le figuier est probablement originaire du Sud Arabique où le figuier sauvage et les caprifigiers se retrouvent encore. Cette espèce a été cultivée par les phéniciens, les syriens, les égyptiens et les grecs dans tout le bassin méditerranéen au point où l'on pense que c'est une plante indigène à ces milieux (Zaidane, 2019).

3. Classification Botanique

Le figuier (*Ficus carica L*) est une dicotylédone de la famille des Moracées. Du point de vue systématique. La classification botanique du figuier telle qu'elle a décrit Ferchichi et Aljan (2007) est configurée dans le (Tableau 1) (Zaidane, 2019).

Tableau 01 : Classification botanique du figuier (*Ficus Carica. L*) (Ferchichi, 2009).

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Règne : | Végétal |
| Embranchement : | Phanérogame |
| Sous embranchement : | Angiospermes |
| Classe : | Dicotylédones |
| Sous-classe : | Hamamelideae |
| Série : | Apétales unisexuées |
| Ordres : | Urticales |
| Famille : | Moracées |
| Genre : | <i>Ficus</i> |
| Espèce : | <i>Ficus carica.L</i> |

4. Description du figuier

Ficus Carica L, ou figuier commun est un arbre fruitier de la famille des Moracées du genre ficus et dont le nom scientifique est : *Ficus Carica L*, il est considéré comme l'emblème du bassin méditerranéen, ou il est cultivé depuis des millénaires. Nos ancêtres ont utilisé les différentes parties de cet arbre, feuilles, latex, écorce et racines à des fins médicinales. Le genre *Ficus* possède en moyenne 850 espèces, et le ficus est probablement le leader de tous les genres de plantes vu le nombre d'espèces dont il dispose. C'est un arbuste monoïque, de taille variable, à feuilles caduques ou grandes. Il atteint dix à douze mètres de haut avec une écorce grise et lisse. Ses feuilles parfumées sont de 12 à 25 centimètres de long et de 10 à 18 centimètres de diamètre et profondément lobées à trois ou cinq lobes, avec de nombreuses branches et troncs étalés rarement plus de 7 pieds de diamètre. Les fleurs sont regroupées en inflorescences particulières appelées sycones, qui donnent le fruit du figuier. Le latex de la plante est blanc laiteux et contient principalement de la Ficin, une enzyme hydrolytique des protéines. Le système racinaire de la plante est généralement peu profond et étalé (Mesbout, et al., 2020)

5. Les caractères morphologies du figuier

5.1. La partie aérienne

5.1.1. L'écorce

Au fur à mesure de sa croissance, la plante revêt une texture spécifique, une écorce gris claire conservent longtemps les trace d'insertion des feuilles et la cicatrice annulaire caractéristique laissée

par les stipules. Cette écorce se manifeste sur les parties âgées de deux à trois ans, les parties plus jeunes passant d'un épiderme vert tendre à un brun vernissé ornémenté nombreuses lenticelles de grande taille. Il est à noter que l'écorce de certains figuier tropicaux est utilisé comme textile appelé tapas (Vidaud, 1997).

5.1.2. Les bourgeons

L'extrémité de toutes tiges présentées un bourgeon terminal qui contient tous les éléments de la future tige, ainsi que le méristème terminal qui assure la fabrication des nouvelles parties de la plante. À l'aisselle de chaque feuille, ou de la cicatrice qu'elle laisse après sa chute, il existe un bourgeon qualifié de latéral ou axillaire. Un examen plus minutieux montre l'existence fait de deux bourgeons. L'un est pointu et à densité végétative (œil à bois), l'autre est arrondi et à devenir florale. Parfois, deux bourgeons arrondis sont présents de part et d'autre de bourgeon végétatif. L'analyse précise de cet ensemble de bourgeons nous révèle en fait qu'il s'agit d'un rameau végétatif très court portant latéralement, à l'aisselle de ses deux premières feuilles (pré feuilles), des boutons a figues (Vidaud, 1997).



Figure 01 : Un bourgeon terminal du figuier. (Vidaud, 1997)

5.1.3. Rameaux fructifère

Le rameau est constitué d'un ensemble d'entre nœuds, chaque nœud constitue le point d'insertion d'une feuille et des bourgeons axillaires, leur disposition alternée, rarement opposée sur le rameau est une spécificité de la famille des Moracées. La tige se ramifie latéralement a partie de bourgeons dormants qui ont été mis en place l'année précédente : les rameaux (figure02) ont alors un développement qualifié de diffère. Ces rameaux se situent généralement vers le haut de la portion de tige mis en place chaque année (encore appelée unité de croissance), et ils présentent aussi un gradient de développement acrofuge.

Ainsi, au cours du temps, la croissance du figuier se traduit par la construction d'un tronc portant chaque année des branches à port dressé. Ces branches elle-même portent des rameaux en petit nombre qui sont généralement peu ou pas ramifiées (Vidaud, 1997).

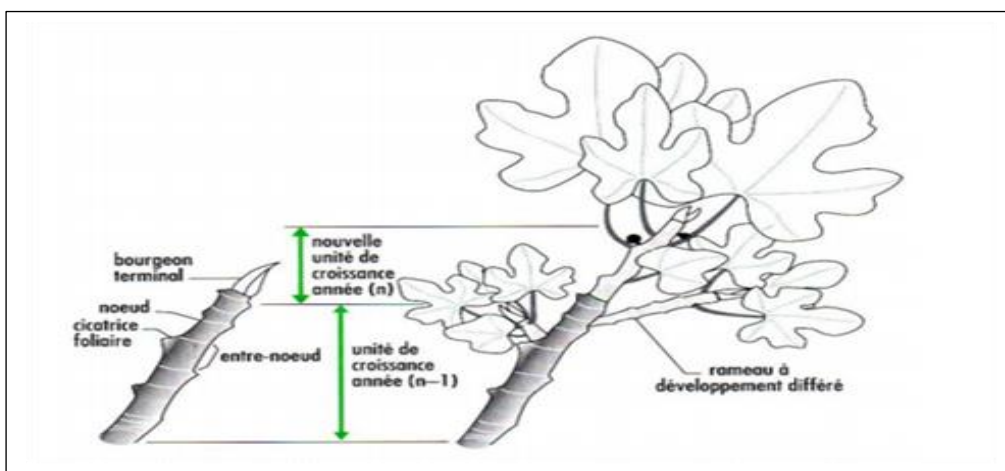


Figure 02 : Organisation d'une pousse (unité de croissance) (Vidaud, 1997)

5.1.4. Les feuilles

Les feuilles (Figure 03) présentent une grande diversité de forme, et sur un même arbre, on peut retrouver un polymorphisme important, les feuilles plus jeunes étant souvent plus découpées. La grandeur de la feuille n'est généralement pas représentative de la variété mais du milieu dans lequel pousse la plante. Plus les conditions sont difficiles, plus les feuilles sont petites (Baud, 2008).

Les feuilles du figuier sont très polymorphes, caduques, grandes et à nervation palmée. Elles sont larges (25 cm) et épaisses et fortement lobées (3 à 5 ou 7 lobes profonds selon les variétés). La face supérieure est rugueuse et de couleur vert foncé. Quant à la face inférieure, elle présente des nervures très saillantes de couleur vert clair (Vidaud, 1997).

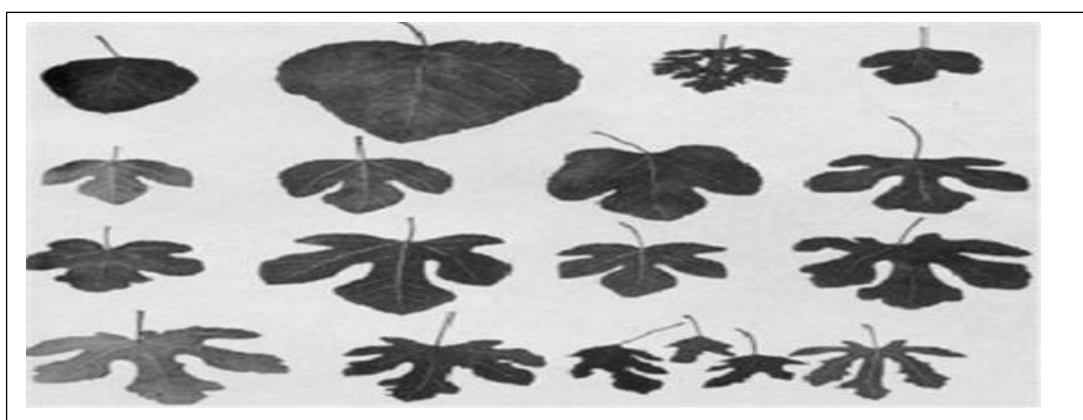


Figure 03 : Types de feuilles (Condit, 1955)

5.1.5. L'inflorescence et la fleur

Selon Bauwens (2008), les fleurs de la figue sont donc à l'intérieur du fruit ; la paroi est couverte de petites fibres qui constituent, selon le sexe, des étamines ou des pistils. Chaque fleur se situe au bout d'une petite tige et elle est donc mâle ou femelle (figure 04). Les fleurs mâles sont constituées de trois petites étamines et d'un pistil incomplet entouré de trois feuilles lancéolées droites, qui forment les sépales. Les fleurs femelles contiennent cinq sépales pointus entourant un carpelle ovoïde, surmonté d'un pistil courbe avec deux ouvertures orientées vers l'extérieur et dans lequel se trouve l'ovule rond et plat.

Les fleurs mâles sont les moins nombreuses et elles sont situées en haut dans la figue. Les fleurs femelles sont en bas, ce qui facilite la fécondation, le réceptacle contient une ouverture, qu'on appelle ostiole. Il est fermé par des écailles protectrices qui empêchent l'entrée d'insectes indésirables. La guêpe des figuiers (*Blastophaga psenes*), qui effectue la pollinisation (ou caprification), est le seul être admis. Les Blastophages ne vivent pas au nord d'une ligne allant de Bordeaux à Lyon. C'est pour cette raison que nous ne pouvons pas y cultiver les variétés de figues qui ont besoin de pollinisation.

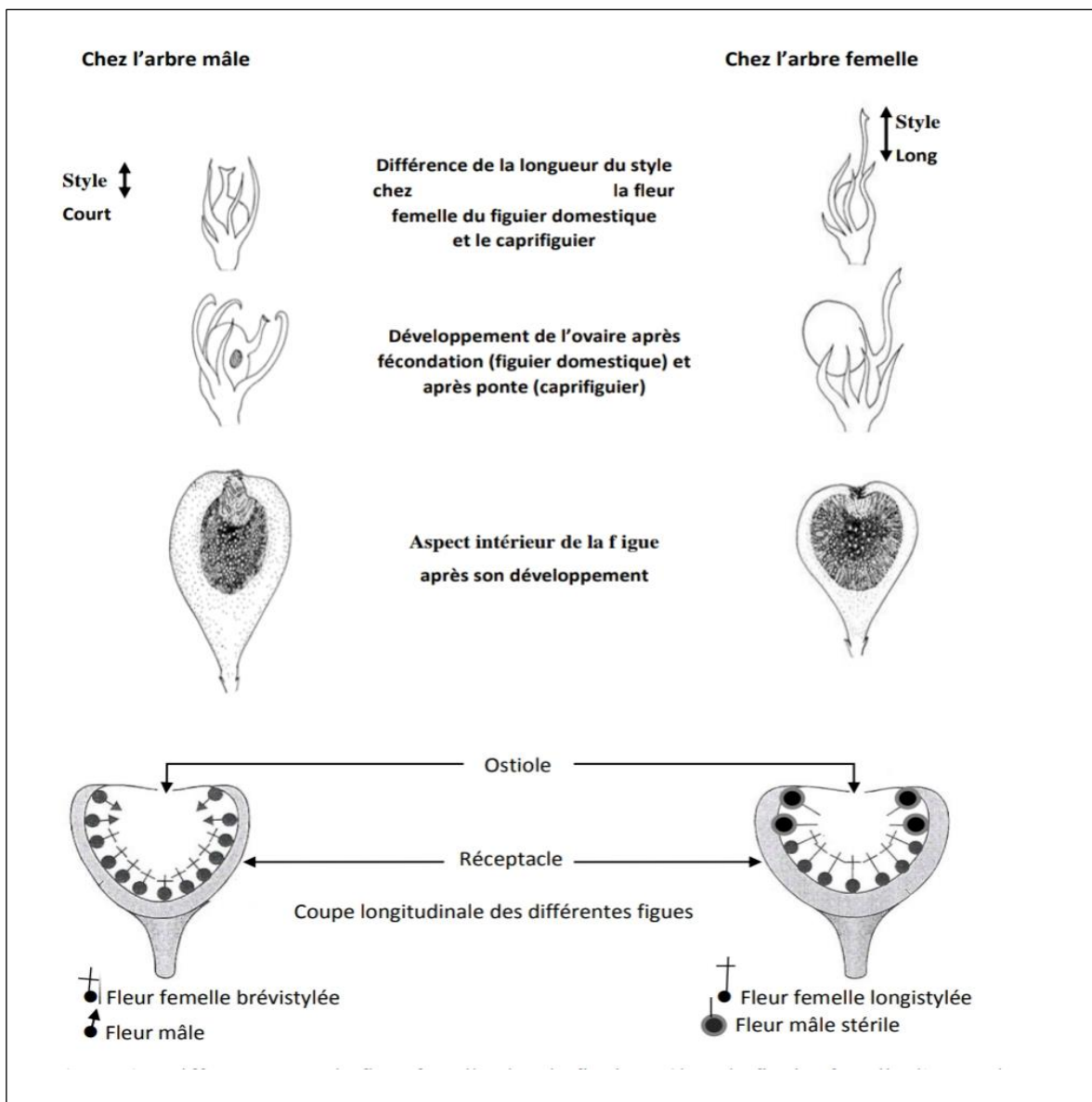


Figure 04 : Différence entre la fleur femelle chez le figuier mâle et le figuier femelle d'après le schéma de (Vidaud, 1997).

5.1.6. Le fruit

Le fruit de figuier s'appelle un scandium, c'est un réceptacle de fleur agrandi, charnu et creux. Ce scandium porte à l'intérieure masse de fleurs. Les fruits sont en fait de tous petits akènes qui se développent à partir de ces fleurs. Nous mangeons donc, dans le cas de la figue, une sorte d'enveloppe qui contient les fruits. La fleur de la figue se comporte de manière diamétralement opposée à celle des fraises dont la basse florale se développe avec les fruits à l'extérieur (Bauwens, 2008).

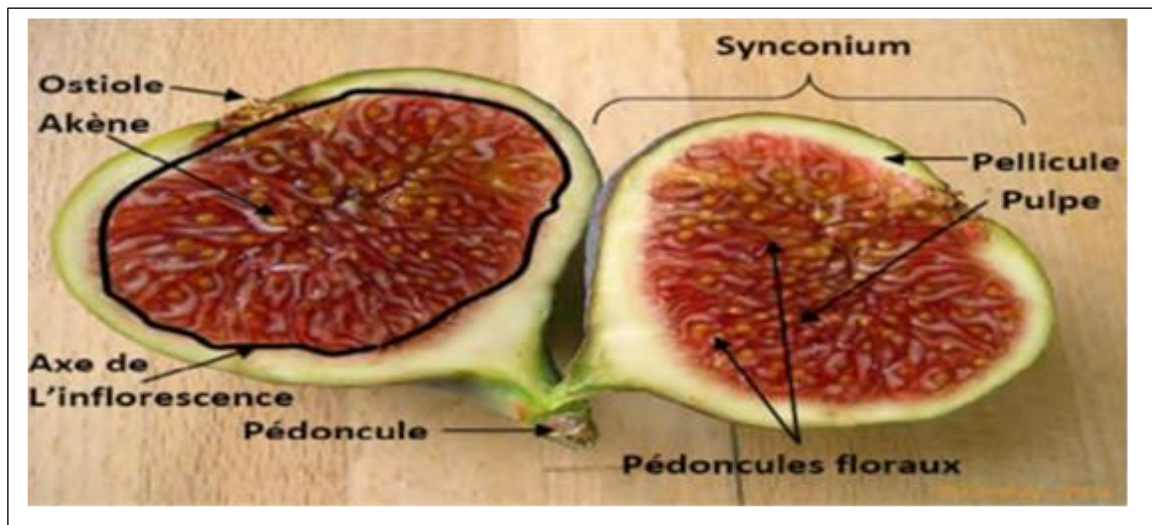


Figure 05 : Caractéristiques morphologiques de la figue d'après HAESSLEIN et OREILLER (2008).

5.1.7. Latex

C'est un liquide visqueux de couleur blanche. Il est largement distribué dans la plante. Par incision du tronc, le latex est recueilli. Il coagule rapidement, filtré puis desséché, il constitue la Ficin brute. Ainsi, le latex est constitué de caoutchouc, de résine, d'albumine, de sucre, d'acide malique, d'enzymes protéolytiques (diastase, estérase, lipase), la catalase et la peroxydase. Traditionnellement, Oil est utilisé dans le traitement de la goutte, des ulcères et des verrues (Rahali, et al., 2019).



Figure 06 : Liquide blanc du figuier (latex) (Vidaud, 1997).

5.2. La partie souterraine (les racines)

L'activité racinaire est un des points forts dans l'écologie du figuier. Quatre son grand développement (qui n'est pas sans rappeler sa parenté avec les figuiers tropicaux qui ont des racines

aériennes et parfois étrangleuse, la densité extraordinaire du chevelu racinaire lui permet une exploitation optimale de l'eau disponible dans le sol, c'est cela qui explique sa persistance dans des situations apparemment très sèche (Vidaud, 1997).

6. Physiologie du cycle de développement

6.1. La pollinisation et pollinisateur

Selon Bakhai, (2016) le figuier, est un réceptacle ferme, une urne. Les fleurs ne sont pas visible, pour les voir il faut ouvrir la figue. De part cette forme, l'inflorescence représente une barrière mécanique pour la dispersion du pollen ; cette barrière est levée grâce à l'intervention de l'insecte pollinisateur, le Blastophage.

La description du cycle biologique commence en hiver, quand la figue et l'insecte (cycle 1a, 1b) sont au repos. Le cycle ne reprend qu'au mois d'Avril avec la mise en place d'une nouvelle pousse du figuier (cycle 2a, 2b) et la reprise du développement des larves du blastophage (cycle 2a), dont la femelle adultes émergent en Mai sans être chargée de pollen car les fleurs mâles du caprifiguier n'ont pas de pollen (cycle 3a).

La nouvelle génération de blastophage arrive à maturité mi- Juillet avec la sortie d'insectes femelles chargée de pollen (cycle 4a). L'insecte est attiré par une figue réceptive présente sur le même arbre ou bien sur un arbre différent (figuier domestique) (cycle 4b). L'insecte dépose du pollen permettant la fécondation de l'ovule et son développement en grain. Ces figues sont les futurs fruits comestibles d'automne.

Les femelles qui émergent plus tard (début Août), pénètrent dans une figue de caprifiguier (cycle 5a), alors réceptive, et pondent leurs œufs sans difficulté et le figuier femelles voient leurs figues d'automne arriver à maturité (cycle 5b). Puis les larves commencent à se développer (cycle 6a), mais l'hiver vient bloquer leur développement et un nouveau cycle peut alors recommencer.

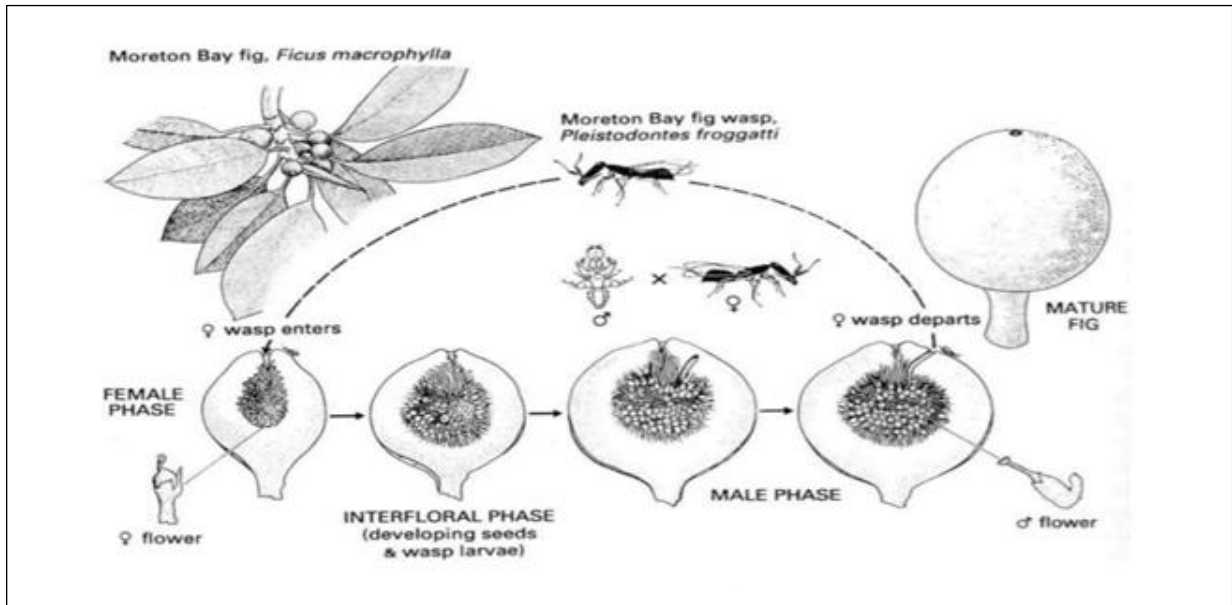


Figure 07 : Les phases de reproductions figuier (Rahali, et al., 2019).

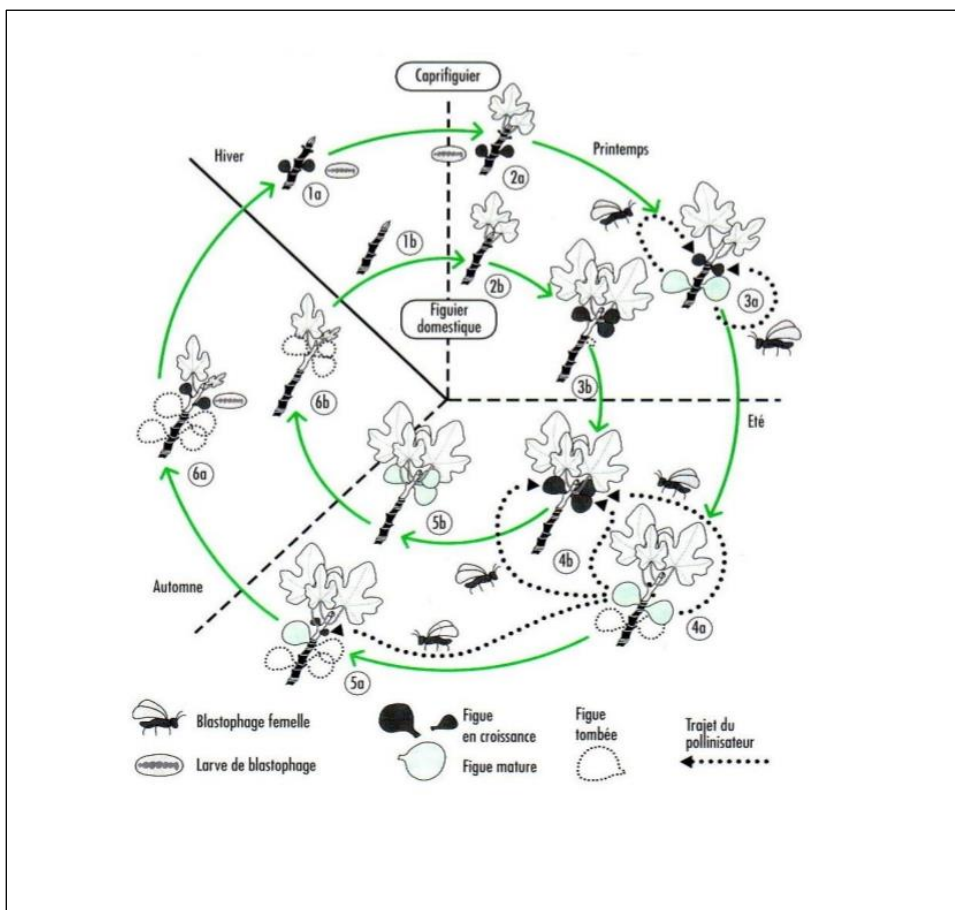


Figure 08 : Cycle biologique simplifié du figuier et son pollinisateur (Vidaud, 1997)

6.2. Les stades repères

6.2.1. Stade de croissance primaire

Comme un jeune arbre, le système racinaire du figuier établit et se développe, la tige de l'arbre se développe et renforce dans ce qui sera un jour un tronc. Développer des rameaux primaires hors de la tige principale racine et les feuilles commencé à se former sur les branches basses. Après la première année, la plante peut commencer à détenir jusqu'à l'élagage.

A ce stade, il est seulement nécessaire de tailler la plante pour légèrement façonner et former une croissance future. Idéalement, vous ne devriez pas tailler la plante jusqu'à ce qu'il soit mature (Bakhai, 2016).

6.2.2. Stade de croissance secondaire

Après une année, le figuier entre dans la phase de croissance secondaire. Les premières branches et écorce poussent plus fermes, développent des branches secondaires et continue du développement foliaire. Racines écartées plus large et durcissent et formes de renforcer le tronc de l'écorce (Bakhai, 2016).

6.3. Maturité

Ses fruites est le point de maturité pour un figuier. Les branches et les écorces renforcent davantage pour se préparer à poids du fruit. Figuiers porter ses fruits dans deux récoltes : la première au printemps depuis les forêts anciennes, appelée la culture breba et la seconde à l'automne, connu comme la culture principale, avec des fruits récoltés sur les repousses de feuillage.

Après chaque récolte, vous pouvez tailler l'arbre afin de maximiser les récoltes ultérieures et pour maintenir la forme désirée de la plante (Bakhai, 2016).

6.4. Reproduction

Le figuier n'a un stade de floraison distinctes, car la fleur se développe effectivement en grappes à l'intérieur le fruit lui-même, où l'insecte pollinisateur va grimper à l'intérieur du fruit, techniquement le sycone et trouver les fleurs (la plupart des espèces de figue pollinisent cette façon).

Beaucoup de figues cultivées au Canada ont été hybridées pour être autogame. Dans un figuier autogame, tout ce qui est nécessaire pour la reproduction de la plante est à l'intérieur de ses propres fruits (Bakhai, 2016).

7. Les variétés des figuiers

Selon Beuvais Michel (2016), On distingue certaines variétés bifères, portant deux productions, des arbres unifères offrant une abondante récolte de figes en automne. En région froide, préférer des variétés de figes unifères. Les variétés bifères qui produisent des figes-fleurs en juillet, sont souvent détruites avant par des températures inférieures à -4°C .

7.1. Col de da me blanc

Sa chair rouge foncée est protégée de la pluie par une peau claire très épaisse. On peut déguster « Col de dame blanc » jusqu'en novembre-décembre, la cuire pour en faire des confitures par exemple ou la sécher.

- Plantation : octobre-novembre.
- Soins : surveiller l'arrosage en été.
- Récolte : elle s'effectue à partir de début septembre en Provence.



Figure 09 : la figue Col de dame blanc.

7.2. Dorée

La figue « Dorée » est portée par un arbre étalé, de faible développement et facile à palisser, à planter en plein soleil, en sol drainé ou en pot, pour deux récoltes de gros fruits très sucrés.

- Plantation : octobre-novembre ou mars-avril dans un sol très drainant.
- Soins : éviter les excès d'humidité.

- Récolte : début juillet, puis mi-août (bifère) en Provence.



Figure 10 : La figue Dorée

7.3. Madeleine des 2 saisons

Une figue-fleur de « Madeleine des deux saisons » pèse de 100 à 120 g et celles d'automne de 70 à 80 g. Il vaut mieux les déguster fraîches plutôt que de les cuire. Goûteuses, elles ne contiennent que peu de grains.

- Plantation : oct. Novembre, mars-avril.
- Soins : des arrosages copieux favorisent un enracinement profond.
- Récolte : début juillet, puis fin-août à mi-octobre.



Figure 11 : La figue Madeliene des 2 saisons

7.4. Figue Negronne

Le figuier « Negronne » produit en deux fois de nombreux petits fruits violets, allongés, avec un col marqué, qui résistent bien aux intempéries. Juteux et parfumés, ils se dégustent frais et ne se défont pas en cuisant. Cet arbre rustique est cultivable en toute région. Peu élevé, il atteint 3 m d'ateurs pour 4 à 6 m d'envergure, poussant en touffe étalée, une forme caractéristique pour de nombreux figuiers.

- Plantation : octobre-novembre ou mars-avril.
- Soins : arroser surtout en fin de printemps et en été.
- Récolte : à partir de mi-juillet puis début septembre.

7.5. Figue Panachée

Pas juste décorative, « Panachée » séduit par sa chair rouge parfumée et sucrée. L'arbre à grand développement peut produire des rameaux à fruits entièrement verts, très vigoureux. Ils doivent être supprimés.

- Plantation : octobre-novembre.
- Soins : arroser et tailler les pousses à fruits verts.
- Récolte : à partir de la mi-août en Provence (unifères).



Figure 12 : la figue panachée

7.6. Pastilière

« Pastilière » se reconnaît à sa forme triangulaire, sa couleur violacée très foncée et son pédoncule rouge désaxé. Pesant de 50 à 60 g, elle est précoce et d'excellente qualité gustative :

charnue, juteuse et rafraîchissante. On peut la manger avec sa peau, qui est très fine. Parfaite pour réussir les confitures, elle se défait très vite à la cuisson.

- Plantation : octobre-novembre.
- Soins : arroser généreusement le jeune plant pour favoriser un enracinement profond.
- Récolte : à partir de septembre.



Figure 13 : la figue pastilière

7.7. Figue Sultane

Les figues-fleurs de « Sultan » virent au violet, puis au noir. Elles sont mures dès le début juillet. Celles d'automne sont bleutées et légèrement plus petites, de 40 à 45 g chacune tout de même. Au total, cette variété offre la plus grande période de production, soit environ 3 mois de fruits très polyvalents, à déguster frais, cuits ou séchés.

- Plantation : octobre-novembre, mars-avril.
- Soins : en pot, il a besoin d'arrosages réguliers, sans excès.
- Récolte : à partir du 1er août en Provence, mi-août au nord.



Figure 14 : la figue sultane

7.8. Sucre vert

- Plantation : octobre-novembre.
- Soins : arroser généreusement le jeune plant pour favoriser un enracinement profond.
- Récolte : à partir de septembre.



Figure 15 : la figue sucre vert

7.9. Les autres variétés de figues

- **Blanche d'Argenteuil** : fruit jaune-vert, chair blanche sucrée. Rustique, adaptée au climat parisien. Maturité : début juillet et septembre.
- **Dauphine (Boule d'or)** : gros fruit violacé à peau épaisse, chair rose, sucrée et juteuse. Maturité : fin juin à début août et mi-août à mi-octobre.

- Goutte d'Or : très gros fruit allongé, doré, chair rose sucrée, juteuse, très parfumée. Maturité : début juillet et mi-août.
- **Marseillaise (Blanquette)** : petit fruit vert-jaune à doré, à la peau fine, et à la chair rose, ferme et très fondante, d'excellente qualité gustative. Maturité : mi-septembre et fin octobre.
- **Ronde de Bordeaux** : petit fruit noir à chair rouge de très bonne saveur. Souvent recommandée en dehors du Midi. Maturité : fin juillet et début août.

8. Importance économique

Le Figuier a une aire de culture très large qui s'étale du bassin méditerranéen au Moyen Orient jusqu'au Caucase et s'étendant aux Amériques.

Les figes présentent une valeur alimentaire élevée et l'intérêt économique et certain, car la figue ingère, non seulement nos habitudes alimentaires mais aussi l'agro-alimentaire, l'industrie de confiserie, et de pharmacologie ; c'est pourquoi, cette espèce doit figurer dans les programmes de recherche pour intégrer la place qui lui est due. (Chibane, et al., 2020)

8.1. Le figuier dans le monde

Le figuier est très anciennement cultivé dans le monde. Le pourtour du bassin méditerranéen fournit l'essentiel de la production mondiale estimée 1.117.452 de tonnes en 2013 (Zaidane, 2019).

Tableau 02 : production du top cinq producteurs du figuier en 2019 (AtlasBig, 2019)

| Pays | Production (tonnes) |
|----------------|---------------------|
| Turquie | 305.45 |
| Egypte | 167.62 |
| Algérie | 131.80 |
| Iran | 70.18 |
| Maroc | 59.88 |
| Monde | 1 051 795 |

8.2. Le figuier en Algérie

Le figuier compte parmi les trois productions fruitières de l'Algérie : olivier, figuier et agrumes. La grande majorité des plantations se trouve en Kabylie (Kaddour, 2021).

Le figuier est un arbre très répandu en Algérie planté un peu partout, sauf au-dessus de 120m d'altitude et sa culture s'étend d'une extrémité à l'autre du pays, dans les régions froides et humides comme dans les régions chaudes et sèches, mais malheureusement on remarque une diminution de production en qualité et en quantité. A titre d'exemple cette production a nettement baissé de 1 million de tonnes par an dans les années clinquant à quelques 60000 tonnes en 2002 (tableau 03) et de 8 millions d'arbres à un peu plus de la moitié aujourd'hui (70 000ha en 1952 contre 40 000ha en 2007) au dépend de développement d'autres cultures comme l'olivier et la vigne (FAO, 2005). La majorité des figueraies est concentrée dans les régions kabyles (Wilaya de Tizi-Ouzou et Bejaia) ((Ministère)

Tableau 3 : Superficie et production nationale de figues

| Année | Superficie (ha) | Production totale en quintaux (qx) |
|-------|-----------------|------------------------------------|
| 1992 | 41200 | 864240 |
| 1993 | 42030 | 852150 |
| 1994 | 41900 | 457320 |
| 1995 | 40110 | 600080 |
| 1996 | 36760 | 570000 |
| 1997 | 35980 | 467470 |
| 1998 | 35390 | 422090 |
| 1999 | 35730 | 506090 |
| 2000 | 36000 | 543260 |
| 2001 | 38070 | 408640 |
| 2002 | 39830 | 606940 |

Source : Ministère de l'agriculture, 2007

9. Les principes techniques de multiplication du figuier

9.1. La reproduction sexée

Par définition, le semis est le mode naturel de production des végétaux. Il constitue en moyen rapide et peu coûteux de propagation des espaces et parfois des variétés.

Selon GAUTHER (1993) in LARADI et al., (1996). La plupart des espaces se multiplient par semis : C'est une technique simple, rapide et peu coûteuse, permettent l'obtention d'un grand nombre de semence. Toutes fois dans de nombreux cas, elle fournit une reproduction indéfinie des plantes mère. Le semis de noyaux ou de pépins donne en général des plantes hétérogène de caractères parentaux qui ne se trouvent pas au même degré dans chaque descendant, c'est la ségrégation des caractères. (Chibane, et al., 2020)

9.2. La reproduction asexuée

La multiplication végétative est un corollaire de l'aptitude à la croissance indéfinie des végétaux. C'est dernier possèdent les méristèmes, tissu embryonnaires composés de cellules indifférencier capables de soutenir de réamorcer indéfiniment la croissance. (Chibane, et al., 2020)

10. Différent types de la reproduction asexuée

10.1. Greffage

Selon BOUTHERIN et BRON (1989), le greffage est une méthode de multiplication asexuée (ou végétative) artificielle, son but étant d'obtenir l'union entre deux fragments de végétaux :

- L'un, le porte greffe (synonyme : sujet, hypobiote) qui, par le biais de son système racinaire, et éventuellement d'une partie de sa tige, fournit les éléments nécessaires à la croissance du nouveau plant.
- L'autre, le greffon (synonyme : épibiote) apportera les caractères du végétal à multiplier (pied mère) (Chibane, et al., 2020).

Attention, le greffon et le porte-greffe doivent être compatibles, ce qui est plus souvent le cas s'ils sont de la même famille botanique. Il y a plusieurs techniques de greffage dont les plus connues sont :

- ✂ La greffe en écusson, ex. : l'abricotier, le pêcher.

☞ La greffe en fente, ex. : le pommier, le poirier (Ledra, et al., 2021).

10.2. Marcottage

Le terme « marcottage » recouvre toutes les méthodes de multiplication qui consistent à laisser des racines se former tandis que la tige est encore attachée à la plante-mère. Ce n'est qu'après la formation des racines que l'on détache la marcotte et qu'on la met en terre (Ledra, et al., 2021).

Il existe trois techniques de marcottage :

- Marcottage pour couchage : les rameaux seront courbes pour être mise en terre.
- Marcottage par buttage : lors de la mise en œuvre de cette technique, les rameaux sont chausses de part et l'autre avec une terre fine.
- Marcottage aérien : utilisé principalement pour la multiplication des plantes vertes on distingue :
 - ☞ Marcottage aérien avec décortication annulaire.
 - ☞ Marcottage aérien avec double entaille (Chibane, et al., 2020).

Le marcottage aérien joue un rôle important dans la multiplication des arbres fruitiers tropicaux (Ledra, et al., 2021).

10.3. Micro- bouturage (in-vitro)

La multiplication "in vitro" des plantes, communément appelée micro propagation consiste à produire un type parental donné, à partir d'un fragment plus ou moins grand de ce végétal, placé en condition d'asepsie plus ou moins rigoureuse. Comme dans le cas de la multiplication classique, cette reproduction ne s'effectue que par division des cellules des tissus concernés. (Abbas, 2005)

10.4. Bouturage

Le bouturage est la technique la plus utilisée pour multiplier des plantes par voie végétative à partir d'un fragment de racine, de tige ou de feuille. Les boutures prélevées sur l'individu à multiplier permettent de générer des copies dont le génotype, la croissance et l'architecture seront généralement identiques à ceux de la plante-mère. (Sbay, et al., 2015)

***CHAPITRE II : BOUTURAGE DU
FIGUIER***

1. Définition

Selon Abbas (2005), Le bouturage est une technique traditionnelle en horticulture se basant sur le principe de développement des racines sur un rameau détaché de l'arbre mère pour constituer un individu. Mais ce n'est que récemment, que cette méthode commence à être utilisée dans les programmes d'amélioration de nombreuses espèces forestières dans le monde comme le merisier, le frêne, l'érable, le chêne, l'aulne, le noyer, le prunier, le platane, le peuplier et l'acacia. Selon BOUDRU, le bouturage permet de reproduire d'une manière conforme des individus sélectionnés lors de l'étape de l'amélioration.

Le bouturage peut être favorisé par des hormones de bouturage, qui facilitent l'émission des racines, dont l'auxine est les principales hormones. L'auxine a depuis longtemps débouché dans le domaine pratique où les hormones de bouturage sont d'usage courant.

2. Les principaux facteurs de réussite de bouturage

Selon Blekodja Moulay, Les facteurs conditionnant la réussite du bouturage peuvent être endogènes (liés à l'état de développement du matériel végétal), ou exogènes (en particulier conditions de bouturage et de traitements).

2.1. Facteurs endogènes

Selon Blekodja Moulay, L'enracinement des boutures décroît avec l'augmentation de l'âge des pieds-mères. Excellent pour de jeunes semis, le taux d'enracinement peut chuter très rapidement (cas du Noyer) ou plus graduellement (Épicéa, Mélèze . . .) et il est pratiquement nul pour des arbres adultes. Cette décroissance s'accompagne toujours d'une diminution importante de la qualité (racines faibles et peu nombreuses. . .) et du développement des boutures (croissance médiocre, plagiotropie).

Toutes les pousses d'un plant ne sont pas susceptibles de fournir de bonnes boutures. Les gros rameaux mal aoûtés comme ceux très petits conduisent à des résultats faibles. Chez les conifères, les pousses des dernières ramifications comportant 3 à 5 bourgeons donnent les meilleurs pourcentages d'enracinement. Il en est de même pour les boutures prélevées dans la portion basse de la couronne. Elles sont considérées comme plus juvéniles.

L'état physiologique des boutures conduisant à un bon enracinement varie selon la saison de prélèvement. En général, les meilleurs résultats sont enregistrés pour les conifères (Épicéas, Douglas . . .) juste avant le débourrement au printemps et, pour les feuillus (Chênes, Merisiers . . .) et les

Mélèzes, en phase active de croissance en été. Une deuxième vague d'enracinement est fréquemment obtenue en fin d'été quand l'élongation a cessé et que la lignification commence. On peut parfois étendre la période favorable au bouturage en jouant sur les conditions d'environnement (confinement . . .) lors de sa réalisation (ex : bouturage herbacé de l'Épicéa).

2.2. Facteurs exogènes

Selon Blekodja Moulay, De très nombreux milieux de bouturage sont utilisés, soit inertes et simples (sable, gravier, perlite. . .), soit composites à base de tourbe, de terreau ou d'écorces.

Le choix est conditionné par de nombreux critères dont :

- **La capacité de rétention en eau et la disponibilité en air** en fonction du système d'irrigation utilisé. Dans le cas de pulvérisations grossières, l'utilisation de milieux filtrants (graviers . . .) est à préconiser. Un milieu trop riche en eau conduit toujours à des pertes par pourritures et attaques de pathogènes.
- **La méthode de production adoptée.** L'utilisation de conteneurs par exemple nécessite l'emploi de milieux fibreux ayant plus de tenue pour le repiquage.

L'environnement dans lequel sont placées les boutures joue un rôle important. Trois facteurs sont prépondérants : l'humidité, la température et les substances hormonales :

- **L'humidité :** l'absence de racine ne permet pas à la bouture de pouvoir maintenir son taux de turgescence. L'entretien d'un taux hygrométrique élevé (couverture plastique, systèmes de brumisation ou de « fog ». . .), tout en veillant à ne pas saturer le milieu de la bouture (substrat) en eau, permet de réduire le stress hydrique et de favoriser l'enracinement.
- **La température :** en horticulture, de nombreuses études ont été conduites sur l'effet d'une chaleur de fond. L'idéal est souvent compris entre 20 et 25°C. Néanmoins, elle agit plus sur la vitesse que sur le taux d'enracinement. La température ambiante est plus difficile à contrôler. Les boutures peuvent tolérer de larges fluctuations à condition qu'il y ait suffisamment d'humidité. Cependant, une température uniforme, même relativement peu élevée (20°C) est nettement plus favorable pour l'enracinement.
- **Les substances hormonales :** pour la majorité des espèces, l'emploi de d'hormones rhizogénèse est nécessaire, différents composés existent :
 - acides : indol-butyrique (A.I.B .), naphtyl-acétique (A.N .A .), indole-acétique (A .I .A .)
 - simples ou en mélanges et différentes méthodes d'applications (poudre, solutions concentrées et trempage rapide ou diluées et trempage long) sont utilisables.

Lorsqu'une bouture est prélevée de la plante mère, une réaction d'auto-défense permet à toute partie détachée d'un végétal de cicatriser la lésion existant au point de séparation. Une intense activité cellulaire, provoquée par des hormones spécifiques, obture rapidement la blessure d'une sorte de bourrelet appelé "cal" (masse de cellules indifférenciées) sur lequel, en conditions propices, des racines adventives ne tardent pas à apparaître. L'organe amputé devient dès lors capable de se nourrir et de se développer en croissant comme une plante nouvelle. Cette dernière reproduit fidèlement toutes les caractéristiques génétiques de la plante-mère (taille, port, couleur, duplication de fleurs, etc.) ce que ne peut pas faire le semis (plant d'arbrisseau, de fleur, etc., ayant été semé en graine) (Blekodja).

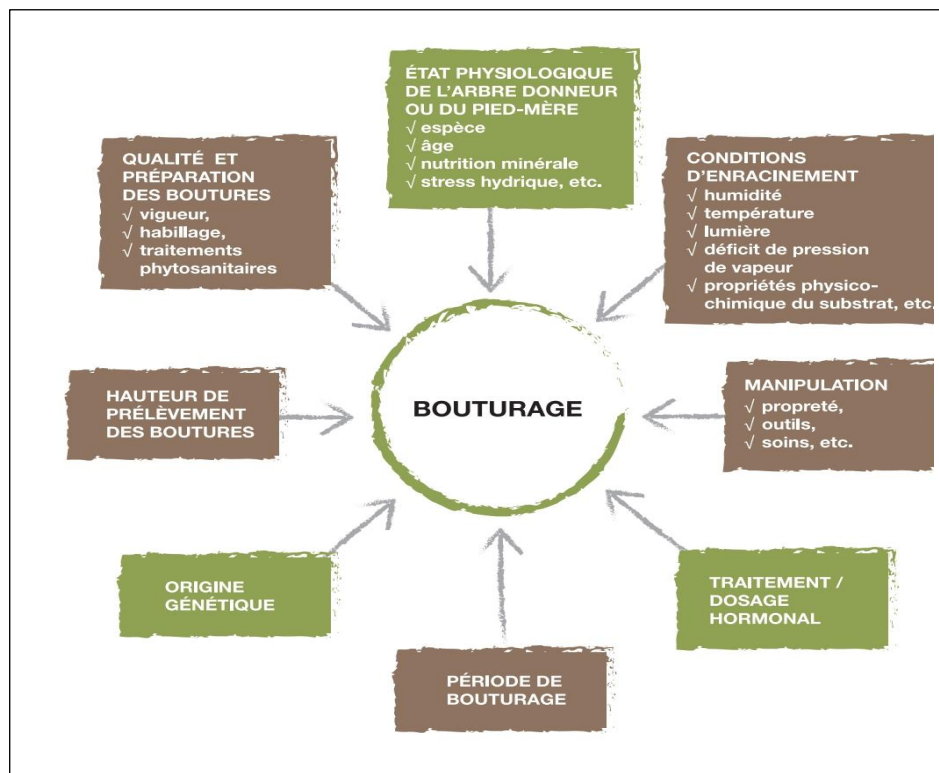


Figure 16 : les facteurs réussites de bouturage.

3. Les avantages et les inconvénients

Comparé au greffage, le bouturage est plus facile à réaliser. Sa maîtrise est aisée pour les débutants. Cependant, le bouturage peut être problématique au cas où le fragment de la plante à multiplier est en quantité réduite. De plus, les plantes bouturées entrent en production moins rapidement que les plantes greffées (Blekodja).

3.1. Les avantages

- Pour les plantes qui ont une croissance lente, le bouturage permet de "brûler" les étapes en évitant le semis. Ainsi la mise en place définitive et la floraison entre autres, sont plus rapides.
- Le bouturage permet de renouveler rapidement des végétaux qui, bien que vivaces, ont une durée de vie assez courte.
- C'est une voie rapide et très avantageuse pour la fourniture des plants nécessaires aux reboisements de types très intensifs. La notion d'héritabilité est moins restrictive.
- C'est une des rares voies rapide et efficaces dans la lutte antiparasitaire. C'est également un outil essentiel pour les généticiens, mais aussi pour d'autres chercheurs. (Ledra, et al., 2021)

3.2. Les inconvénients

Le bouturage est, dans le cas les arbres forestiers. Une voie de multiplication très critiqué pour les raisons suivantes :

- L'utilisation de plantation monoclonale abaisse le niveau de variabilité génétique à un taux inacceptable pour une bonne stabilité écologique du verger.

L'inadaptation d'un arbre à un milieu donné se traduit d'abord par sa plus grande sensibilité aux maladies, ce qui provoque un risque important pour l'avenir de ce type de plantation.

- Le bouturage de portions de rameaux pris dans les pieds mères adultes donne la naissance dans la très grande majorité des cas à un clone hétérogène.

Cette variabilité intra clonale a été mise en évidence depuis longtemps en nouvelle Zélande par swet et Thulin sur pinus radiata.

- La pratique du bouturage favorise beaucoup la contamination des maladies d'où la nécessité de l'utilisation des fongicides et insecticides a tous les stades de la production des boutures. (Chibane, et al., 2020)

4. Principes de base de la multiplication par bouturage

Selon Sbay et al (2015), Pour réussir le bouturage, le pépiniériste doit tenir compte de plusieurs considérations et précautions da base. Ainsi, il doit :

- Prélever des boutures sur des pieds-mères ou des arbres sains, afin de favoriser l'enracinement des boutures et d'éviter la propagation des maladies.

- Prélever les boutures le plus près possible des racines de l'arbre.
- Utiliser des boutures de 12 à 15 cm de longueur, car elles se manipulent facilement et permettent une productivité maximale.
- Eviter de récolter des boutures sur des branches trop vieilles ou trop jeunes, trop grosses ou trop petites.
- Après le prélèvement, mettre les boutures dans des sacs de polyéthylène humides à l'intérieur pour éviter leur dessèchement.
- Mettre les sacs de boutures à l'ombre et les manipuler avec soin (éviter de les jeter par terre et de les écraser).
- Lors du transport sur de longues distances, mettre les sacs de boutures dans des glacières tout en évitant leur contact direct avec la glace.
- Minimiser les délais entre le prélèvement des boutures et leur bouturage.
- Bien nettoyer les outils en les stérilisants avec de l'alcool ou de l'eau de javel diluée.
- Se servir d'un sécateur ou d'un couteau tranchant pour le prélèvement des boutures.
- Couper la bouture juste au-dessous d'un œil (bourgeon), car celui-ci va émettre très facilement des racines.
- Si la tige porte beaucoup de feuilles, réduire leur limbe, car la bouture continuera à transpirer énormément et s'affaiblira. Couper soigneusement les feuilles excédentaires pour ne pas abîmer les bourgeons.
- Transplanter la bouture dans un substrat aéré, léger et poreux. Le substrat doit maintenir une teneur en eau suffisante, mais sans excès.
- Arroser régulièrement les boutures. Les plants ne supportent pas la sécheresse, ne serait-ce qu'une fois (éviter la fanaison et les pourritures).
- Placer les boutures dans des installations appropriées choisies selon les objectifs du pépiniériste (systèmes de brumisation intermittente, à contrôle statique ou dynamique, brouillard, etc.) pour prévenir leur dessèchement et favoriser leur enracinement.
- Contrôler la température, l'humidité relative de l'air et le déficit de pression de vapeur pour diminuer les pertes d'eau des boutures par transpiration.
- Bru misé de façon à favoriser la présence d'un film d'eau sur la surface foliaire.
- Sevrer progressivement les boutures pendant une, deux ou trois semaines, en réduisant progressivement l'humidité relative de l'air, l'arrosage et l'ombrage des plants.

5. Différents Types des bouturages

Selon l'état de tissus, on peut classer le bouturage en :

5.1. Bouturage ligneux

Le bouturage ligneux consiste à prélever les rameaux en période hivernale. Les boutures doivent être pourvues en réserves nutritives pour assumer leurs fonctions tropiques jusqu'à l'apparition des racines.

Le prélèvement est lié à la période de reprise d'activité. Chez les espèces à débourrement précoce, le prélèvement se fait entre octobre et novembre alors qu'il se fait entre décembre et mars pour les espèces à débourrement tardif. Ces périodes sont liées aux températures du sol favorisant la formation des racines. (Chibane, et al., 2020)

5.2. Bouturage herbacé

Ce type de bouturage consiste à utiliser des rameaux en pleine activité végétative, donc portant des feuilles présentant une photosynthèse active. Cette technique consiste à placée la bouture dans des conditions telles qu'elles puissent photo synthétiser fortement sans évapotranspiration notable.

En bouturage herbacé on utilise une méthode dénommée brumisation au mist-système qui par pulvérisation de fines gouttelettes d'eau à intervalle de temps déterminé permet le maintien d'un degré hygrométrique maximal autour des boutures.

L'époque de prélèvement des boutures herbacé traduit le rythme d'activité, et par conséquent, la présence de substance inhibitrice ou activatrice de la rhizogénèse à certains niveaux de la plante. Pour la plupart des boutures, le prélèvement effectué en pleine activité cambiale donne les meilleurs résultats. (Chibane, et al., 2020)

6. Les différentes techniques de bouture :

À talon, en crossette, de tige ou d'œil..., tous ces qualificatifs font référence à différentes techniques de bouturage. Voici un condensé des possibilités, pour vous permettre de vous y retrouver parmi tous ces types de boutures (Isabelle, 2023).

6.1. La bouture simple (de tige)

La bouture de tige consiste à planter un tronçon de tige, effeuillé à sa base et coupé sous un nœud. Les boutures de tiges sont classées en fonction de la maturité des tissus : boutures herbacées, semi-aoûtées (semi-ligneuses) et aoûtées (ligneuses). Les premières sont faites au printemps ou au début de l'été, les deuxièmes à la fin de l'été, et les dernières à l'automne.

La bouture simple convient à la plupart des plantes vivaces et annuelles, aux arbustes et aux arbres. Les boutures herbacées s'enracinent très facilement mais sont assez fragiles. On utilise cette technique pour les plantes difficiles à bouturer, les semi-rustiques, ou celles dont on veut obtenir un résultat rapidement, comme les fleurs à massif (fuchsias, géraniums, impatiens, penstemon, surfinia, verveines-fleurs, verveine des jardins, verveine de Buenos Aires...). Les boutures d'automne sont idéales pour les plantes aux feuillages persistants, car les risques de déshydratation dus au soleil sont faibles. (Isabelle, 2023)

6.2. La bouture de racine

Le bouturage s'effectue pendant le repos de végétation. Le système racinaire de la plante mère arrachée est lavé, les racines fragmentées en morceaux de 2 à 5 cm de longueur. Elles sont repiquées verticalement quand leur diamètre le permet, ou placées horizontalement dans un sillon quand leur diamètre est plus petit. Ce type de bouture est prélevé essentiellement sur les plantes vivaces et parfois sur quelques arbustes ou arbres (Chibane, et al., 2020).

6.3. La bouture dans l'eau

Certaines plantes émettent très facilement des racines lorsqu'on place une de leurs tiges vertes dans un verre d'eau. La méthode est simple et ludique, appréciée des enfants. Mais la reprise de la plante, une fois mise en terre, est parfois plus difficile que pour un bouturage classique. Les plantes d'appartement, comme le bégonia, le dieffenbachia, la misère ou le philodendron, mais aussi le laurier-rose, le lierre, le papyrus et le saule se bouturent dans l'eau. La saison idéale pour ce type de bouture est le printemps et l'été (Isabelle, 2023).



Figure 17 : Boutures dans l'eau de basilic vivace.

6.4. La bouture de feuille

Ce type de boutures est prélevé sur des plantes acaules, ce qui n'est pas une obligation. Chez certaines espèces, la feuille peut être fragmentée en un certain nombre de portion plus en moins importantes, à condition qu'elles possèdent une nervure principale (Chibane, et al., 2020).



Figure 18 : Bouture réussie de feuille de saintpaulia.

6.5. La bouture en talon

La bouture en talon se fait sur un jeune rameau secondaire, auquel on a conservé l'empâtement qui le réunissait à un rameau principal de l'année précédente. Ce talon ainsi obtenu correspond à une zone propice à la fabrication de racines. On accroît ainsi les chances de réussite de l'opération, mais le prélèvement du talon peut causer des dommages à la plante-mère. Les plantes qui « font du bois » : vivaces semi-arbustives (romarin, lavande...), rosiers, arbustes (forsythia, lilas, sureau...), grimpantes

(clématite, vigne...), conifères (thuya, if) peuvent bénéficier de ce bouturage, durant le printemps, la fin de l'été ou l'automne (Isabelle, 2023).



Figure 19 : Bouture de Juniperus (bouture en talon).

6.6. La bouture en crossette

C'est une variante de la bouture à talon, à la différence que l'on conserve une section entière de 1,5 cm environ du rameau principal, ce qui donne à la bouture une forme de petite crosse (photo 4). Cette méthode est surtout utilisée, durant l'été et début d'automne, pour les plantes lentes à prendre racine, à tiges creuses ou à moelle, la lignine protégeant les tissus fragiles des champignons pathogènes : berbérus, figuier, spirée, sureau et vigne (Isabelle, 2023).



Figure 20 : Bouture en crossette.

6.7. La bouture d'œil

Elle se compose d'un petit morceau de rameau de l'année (2 à 5 cm de long) doté d'un œil axillaire (à l'aisselle d'une feuille), ce dernier ayant la possibilité de se développer et de former une tige. Cette technique permet d'obtenir plusieurs boutures sur une même tige, mais le développement

de la bouture en plante est long. Cette technique est utilisée essentiellement pour le camélia qui est lent à s'enraciner, mais aussi l'hortensia, le rhododendron, la vigne et les ronces. La bouture d'œil est réalisée entre la fin de l'été et le début d'automne (Isabelle, 2023).



Figure 21 : Bouture d'œil de camélia dans du terreau pour semis.

6.8. La bouture en plançon

C'est la bouture la plus rapide à réaliser : une branche droite coupée de biais et plantée directement dans le sol. Elle convient seulement aux arbres les plus conciliants, comme le peuplier ou le saule. La bouture en plançon se pratique du milieu de l'automne au milieu de l'hiver, quand la plante est au repos végétatif (Isabelle, 2023).



Figure 22 : Boutures en plançon de romarin.

6.9. Le bouturage à bois sec

Il s'agit d'un type de bouturage qui se pratique sur des rameaux lignifiés lorsque les végétaux sont en repos et ont perdu leurs feuilles, d'où le terme de « bois sec ». Il ne faut pas confondre ce bois bien vivant mais en repos végétatif, avec les branches mortes ou desséchées au sens réel du terme, qui elles

ne donneront jamais de racines. Ce type de bouturage est surtout réservé aux arbres et arbustes à feuillage caduc et se pratique en hiver (Isabelle, 2023).



Figure 23 : Bouturage à bois sec.

6.10. Le bouturage a l'étouffée

Ce type de bouturage est pratiqué sous protection plastique, en général sous un sac translucide, une bouteille ou une cloche. Il permet de maintenir un taux d'humidité optimal et une chaleur relative tout en évitant les courants d'air néfastes. La bouture a moins de risque de sécher et peut se concentrer sur la production de racines sous cette protection. Le taux de réussite constaté est de plus de 80%. Ce n'est pas une technique à proprement parler mais une méthode qui permet d'accélérer l'enracinement et la reprise des boutures. Elle peut s'appliquer à bon nombre de bouturages et se pratique à n'importe quelle période. Il est nécessaire d'aérer régulièrement (environ une fois par semaine) pour éviter les problèmes de pourrissement (Isabelle, 2023).



Figure 24 : Le bouturage a l'étouffée

7. Multiplier le figuier (*ficus carica*) par bouturage

La méthode la plus facile pour multiplier un figuier est le bouturage. Il s'effectue après la chute des feuilles, en prélevant des rameaux âgés d'un ou deux ans.

Dès que les feuilles sont complètement tombées, prélevez des boutures longues d'une bonne vingtaine de centimètres. Utilisez un sécateur propre, désinfecté à l'alcool et très bien aiguisé. Choisissez des rameaux dont la base est âgée de deux ans.

Coupez la branche porteuse de part et d'autre du rameau, à environ 1 cm de chaque côté, pour conserver une crosse à la base de la bouture. La coupe doit être nette, sans lambeau d'écorce. Vous obtenez ainsi une bouture à crossette (Rustica.fr).

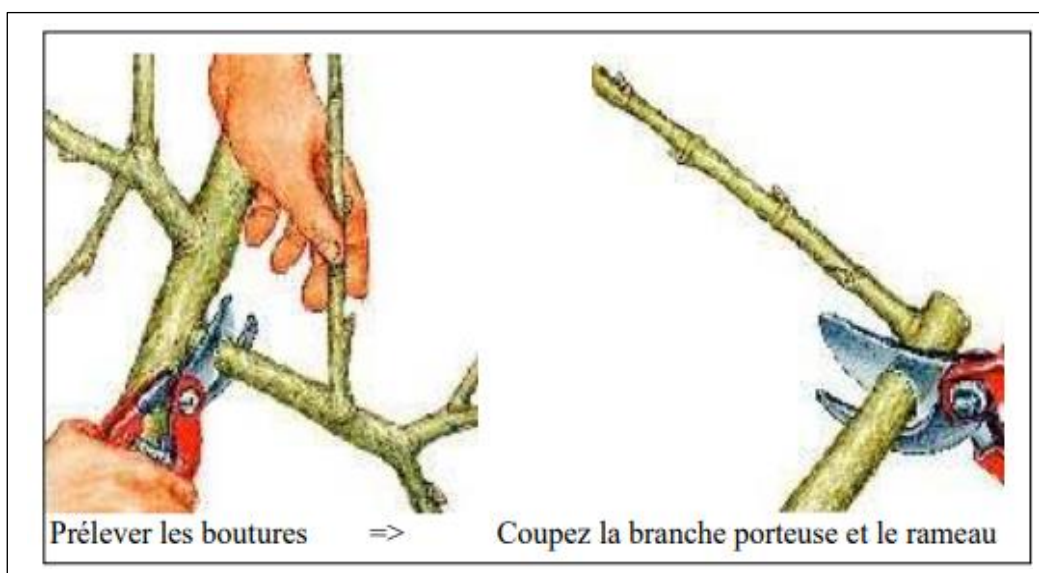


Figure 25 : Prélèvement des boutures à crossette du figuier.

Placez vos boutures dans une caisse remplie de sable pour les stratifier, c'est-à-dire pour ramollir le bois et favoriser l'apparition des racines. La stratification est nécessaire pour que des racines percent sur le bois âgé de deux ans. Vous pouvez aussi tremper vos boutures dans de la poudre d'hormones de bouturage pour aider l'apparition des racines. Installez vos boutures dressées en faisant ressortir leur extrémité du sable. Mouillez légèrement et placez votre caisse à l'extérieur durant tout l'hiver, à l'abri des gelées.

En mars, procédez à un repiquage des boutures enracinées, dans un coin du jardin réservé à la pépinière. Placez ces boutures dans un mélange léger, composé pour moitié de sable et de terreau. Arrosez et maintenez humide durant toute la saison. Durant la première année de végétation, supprimez les pousses latérales qui se développent sur la jeune bouture afin que toute la sève se concentre sur le bourgeon terminal. La plantation définitive aura lieu l'hiver suivant (Rustica.fr).

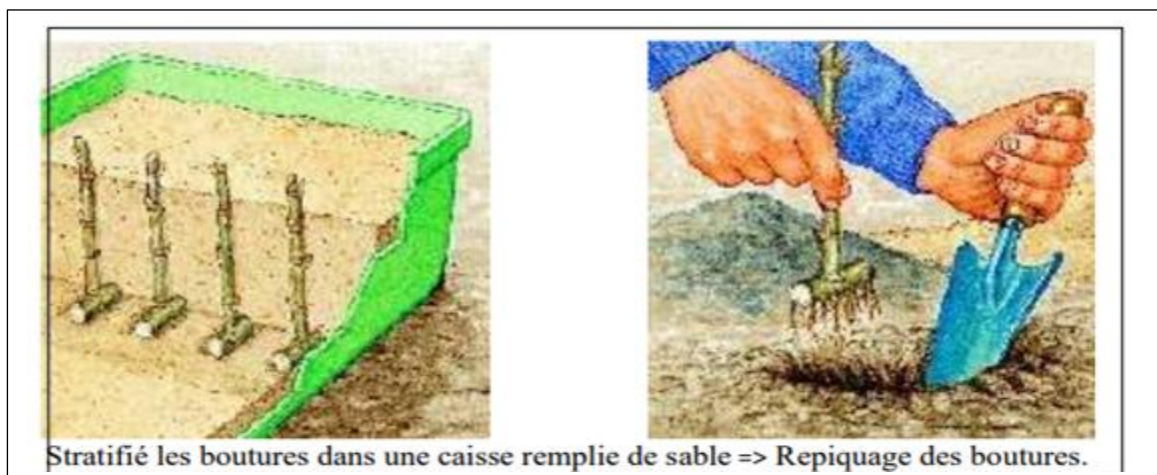


Figure 26 : Stratification et repiquage des boutures du figuier.

8. Les hormones en racinement

8.1. Définition de l'hormone d'enracinement

Selon Eunice Les hormones d'enracinement sont des stimulants en gel qui contiennent des produits chimiques naturels pour les plans et sont utilisés pour signaler la croissance des racines, en particulier pour les boutures. Ces hormones d'enracinement sont produites naturellement par les plantes pour la croissance des racines. Les scientifiques ont maintenant trouvé un moyen de synthétiser cette hormone en laboratoire pour l'utilisation de boutures de plantes.

Les plantes produisent naturellement des hormones pour le développement des racines et des pousses. Nous avons différents types de ces hormones telles que les cytokinines, les auxines et les gibbérellines. L'hormone utilisée pour l'enracinement est l'auxine. Ce sont ces auxines qui stimulent et améliorent l'enracinement des boutures de plantes.

Bien que les auxines soient produites par les plantes pour le développement des racines, les auxines sont également synthétisées en laboratoire. Les auxines synthétisées sont celles disponibles dans le commerce comme hormones d'enracinement et elles sont générées à partir de plantes.

En plus d'améliorer la croissance des racines, l'hormone d'enracinement maintient également une surface stérile pour vos boutures. Ainsi, vous bénéficiez également d'une croissance globale saine.

Les hormones de bouturage que vous allez trouver en jardinerie, qu'elles soient liquides, en gel ou en poudre, sont toutes composées d'hormones de synthèse AIB ou acide b-indole butyrique (Jardinage.fr).

8.2. Utilisation des hormones de bouturage

En fonction de la forme sous laquelle se présente l'hormone de bouturage, vous devez suivre précisément les doses indiquées sur la notice sans les dépasser et respecter les manipulations énoncées. Il s'agit de substances produites chimiquement, donc on ne fait pas n'importe quoi avec.

Le principe, généralement, est de plonger environ 3 cm de l'extrémité de la tige destinée à être bouturée dans le produit d'hormones de bouturage, avant de la planter dans le trou préalablement creusé, en faisant bien attention qu'il soit suffisamment large pour ne pas que l'hormone de bouturage soit supprimée en frottant contre les bords du trou.

Sur les plantes prenant racine facilement, il est inutile d'utiliser ces hormones de synthèse. D'ailleurs, mieux vaut vous tourner vers des hormones de bouturage naturelles contenant de l'auxine ou vers la fabrication d'hormone de bouturage naturelle (Jardinage.fr).

8.3. Inconvénients de l'hormone de bouturage :

Le dosage est très important. On compte 0,10 g par tige à bouturer. Au-delà, l'effet risque d'être inversé et la bouture risque de ne jamais reprendre correctement, présentant au mieux des Malformations et au pire une mort précoce (Chougui, 2018).

8.4. Alternative naturelle à l'hormone de bouturage chimique :

Il est possible de stimuler l'enracinement de vos boutures avec une méthode simple et Naturelle (Chougui, 2018).

Extrait du saule :

Selon HEITZ, 2013, C'est une décoction faite à partir des rameaux de saule, permettant tout comme l'auxine de faciliter le bouturage des végétaux et de favoriser la rhizogénèse. Comme vous le savez sans doute, les saules possèdent une grande facilité à s'enraciner. Une bouture peut être prélevée à n'importe quelle période de l'année, une fois plongée dans de l'eau, elle produira de nouvelles racines en à peine quelques jours et cela sans hormone de bouturage.

Cette capacité est dû à un produit qu'on trouve naturellement dans l'écorce des saules, l'acide acétylsalicylique qui est un dérivé de l'acide salicylique. En effet, l'acide salicylique empêche l'assèchement de la plante et lui permet de guérir en produisant de nouvelles racines.

Extrait d'Aloe Vera :

Selon Mirihagalla, et al. 2012 Parmi les nombreuses alternatives naturelles, l'extrait des feuilles d'Aloe Vera est également utilisé.

Ses grandes feuilles se composent de trois couches avec un gel transparent intérieur, une couche intermédiaire de latex et une couche épaisse extérieure. Le gel transparent intérieur se compose de 99% d'eau et de certains glucomannanes, acides aminés, stérols et vitamines. Les cellules parenchymatiques moyennes contiennent un liquide de latex jaune d'une sève amère, riche en acides aminés essentiels, mono et polysaccharides, lignine, macronutriments, micronutriments, vitamines, gibbérellines et acide salicylique.

Étant donné que l'extrait de gel contient des hormones végétales d'Aloe Vera telles que les auxines et les gibbérellines, et des promoteurs de croissance des racines végétales tels que l'acide salicylique, et ils pourraient être utilisés comme source d'hormones naturelles au lieu de régulateurs de croissance synthétiques ou d'hormones naturelles purifiées pour induire l'enracinement des boutures. À l'heure actuelle, de nombreux agriculteurs et villageois utilisent du gel d'Aloe Vera frais pour induire l'enracinement des boutures de tiges et la stratification aérienne des plantes. L'enracinement des boutures peut être facilité en raison de ses propriétés antibactériennes et/ou de sa composition qui comprend des substances induisant des racines comme des régulateurs de croissance ou des hormones

Partie 2 : partie expérimentale

Introduction

Le traitement des boutures est une étape cruciale dans la formation des racines adventives des arbres fruitière car il s'agit d'un facteur externe majeur affectant la formation des racines et le développement des boutures. La recherche de produits naturels et de substances d'enracinement biologiques comme alternatives à l'utilisation de phytohormones est devenue très populaire. Cela est dû au coût élevé des hormones et au risque de toxicité pour les plantes, les humains et les animaux en raison d'un surdosage. (Rajan, et al., 2021)

Quelles l'efficacité et l'influence des substances naturelles et des substances synthétiques sur la croissance des racines (rhizogénèse) ? Est-ce que les substances naturelles donnent les mêmes résultats des substances synthétiques ?

Selon les recherches des scientifiques, des études ont prouvé que les substances naturelles donnent presque les mêmes résultats que les substances synthétiques.

Selon l'expérimentation réalisée par Jamal Uddin et al (2020) on peut dire que des substances naturelles comme le gel d'Aloe Vera pourraient être le substitut potentiel de l'hormone racinaire pour les boutures de la vigne.

Selon l'expérimentation de Rony Paul Rajan et al (2021) nous pouvons conclure que les substances organiques montrent de meilleures performances dans l'enracinement des boutures de nombreuses cultures horticoles et ont montré une importance dans la formation des racines des boutures que le contrôle et l'AIB. Par conséquent, il peut être recommandé pour la multiplication de cultures horticoles visant à la production de cultures biologiques.

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet de deux substances naturelles (extrait de saule, gel d'Aloe Vera) en comparant leur effet avec celui d'une substance synthétique (AIB : Acide Indol Butyrique) et d'un témoin sans traitement sur les paramètres étudiés (la reprise, diamètre des boutures et longueur des pousses, nombre des feuilles, et la rhizogénèse).

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Présentation de la zone d'études

Notre étude s'est déroulée au niveau de la serre de nébulisation située de sud-est Université 20 août 1955 à Skikda, Algérie.



Figure 27 : localisation de la zone d'étude.

2. Matériel utilisé

2.1. Matériel végétal

- ✓ Les boutures du figuier de variété unifères « bourjassotte noire ».
- ✓ **Substrat de culture utilisé** : Terre de jardin.
- ✓ **Substances d'enracinement** : Hormone AIB, Extrait du saule pleureur, Gel d'Aloe Vera, et l'eau de robinet.



Figure 28 : matériels végétale utilisé.

2.2. Autre matériels

- ✓ Balance électrique ; PH mètre ; conductivité mètre, Plaque chauffante, balance de précision au milligramme.
- ✓ mètres à ruban pour la mesure de longueur des pousses et longueur de diamètre
- ✓ pied à coulisse pour la mesure de diamètre.



Figure 29 : matériels du jardin



Figure 30 : matériels de laboratoire

3. Méthodes

3.1. Prélèvement des boutures

Les boutures doivent être prélevées sur des arbres pieds mère préalablement testés pour leurs qualités variétales. Performance et résistance aux maladies virales.

Sous climat méditerranéen, les périodes les plus favorables au prélèvement des boutures sont celles qui correspondent à la période de repos végétatif (janvier- février).

Des boutures des rameaux du figuier d'une variété unique ayant les mêmes diamètres et de 25 à 30 cm de longueur ont été prélevées pendant 08 février 2023. Entre la période de prise de boutures et de plantation, le temps doit être raccourci autant que possible. Après, nous mettons les boutures dans le sol, dans milieu humide et frais jusqu'au jour de la plantation.

3.2. Préparations des substances d'enracinement

Préparation de l'extrait du saule

Les branches de saule sans feuille sont en un diamètre maximum égal au diamètre d'un crayon. Et coupées en petites sections ne dépassant pas 3 cm de long. Puis mises dans un bol et le recouvrons d'eau, de préférence d'eau de pluie et laissées infuser pendant 48 heures. L'extrait est filtré pour obtenir un liquide clair de couleur thé.



Figure 31 : extrait du saule.

Préparation de gèle d'Aloe Vera

Les feuilles d'aloès fraîche d'une plante mûre avec un couteau propre et en extrayons le gel. Une petite quantité d'eau est ajoutée au gel et mettons-le dans un mixeur.



Figure 32 : gèle Aloe Vera.

Préparation de solution hormonale :

Nous pesons 5 mg d'hormone AIB (Acide Indol Butyrique) par une balance électronique et y ajoutons 10 ml d'eau distillée.

4. Analyse du sol

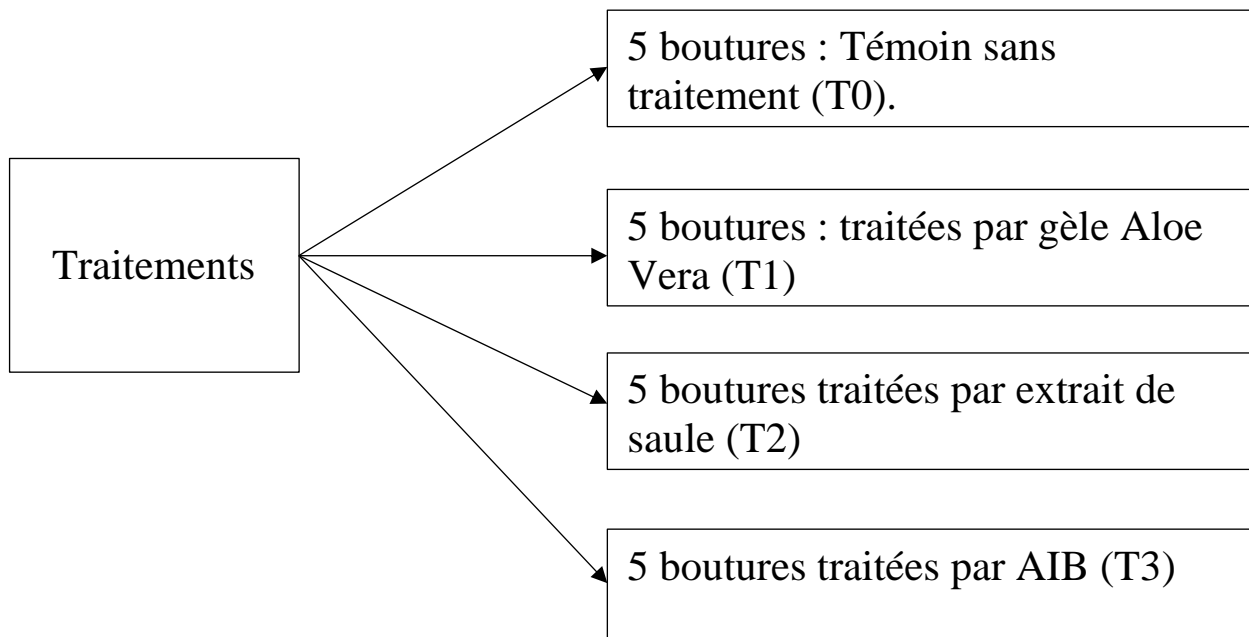
- **Mesure du pH** : selon la méthode électrométrique (loi de NERNST).
- **Conductivité électrique** : selon la méthode préconisée par l'abortion de Riverside (US Solinity Laboratory staff ; Richards 1954).
- **Granulométrie** : selon la méthode pipette de ROBINSON.

5. Plantation des boutures

Le jour qui précède la plantation des boutures, des sacs en plastique de 1L sont remplis avec la terre jardin. Ainsi, 5 boutures ont été trempées dans l'extrait de saule pendant toute la journée. Après avoir préparé tous les substances d'enracinement, nous avons trempé le fond de 5 boutures dans une solution hormonale AIB pendant 5 minutes. Les 5 autres boutures sont trempé dans du gel d'Aloe Vera, ensuite en les plantant à trois quarts de leur longueur. Pour tenir régulièrement humide pendant la période de croissance, ces boutures sont arrosées une fois par semaine.

6. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental choisi est le dispositif en randomisation totale à un seul facteur étudié (substances d'enracinement) avec quatre traitements en 5 répétitions.



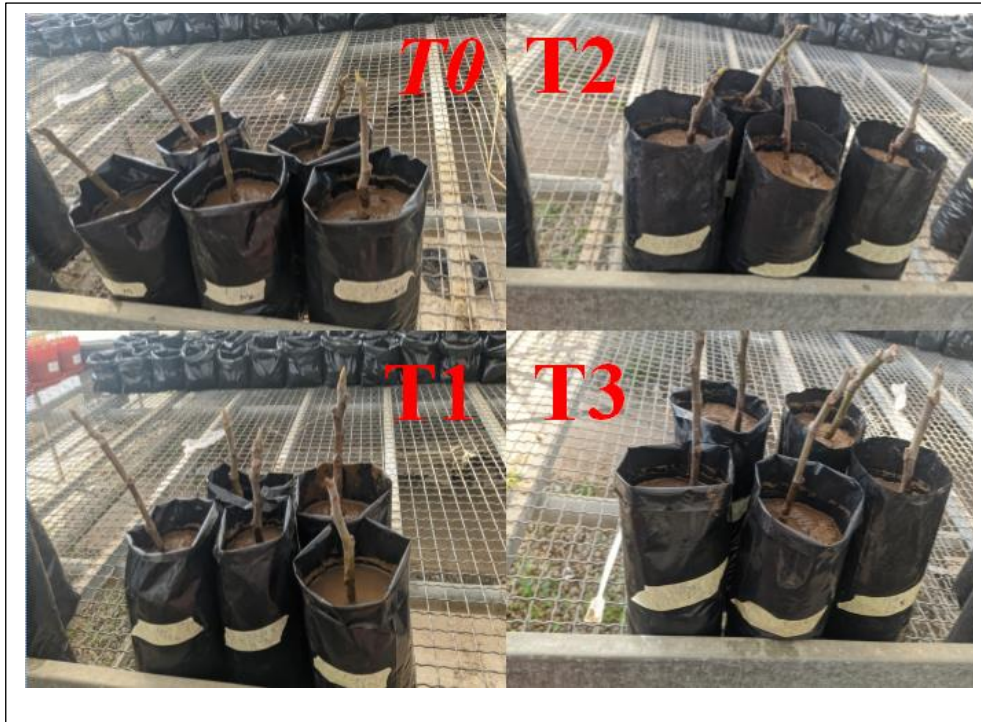


Figure 33 : Les boutures après la plantation

7. Suivi de l'essai

Les boutures de *Ficus carica* ont été plantées le 16 Février 2023.

L'arrosage : les boutures sont arrosées, en fonction de l'humidité du sol, par un arrosoir. Les arrosages se font d'une manière modérée et périodique pour ne pas favoriser le développement des moisissures à la base des boutures à raison une fois par semaine.

Désherbage : les mauvaises herbes sont éliminées manuellement.

Les paramètres mesurés

Etapes suivante consiste à la détermination des paramètres suivants :

- Observation de la reprise des boutures.
- Les paramètres de croissance primaires et secondaires :
 - Diamètre des boutures.
 - La longueur des pousses.
 - Nombre des feuilles.
 - La longueur des racines (la rhizogénèse).

Chapitre IV : résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Analyse du sol

Le substrat utilisé dans notre essai est la terre du jardin, il est de texture sablo-limoneuse, son pH est neutre (6,5-6,85) et non salin.

Tableau 04 : Résultats d'analyse du sol.

| Texture | pH | CE |
|-----------------|------------|-----------------------|
| Sablo-limoneuse | 6.5 – 6.85 | 40.8 $\mu\text{s/cm}$ |

1.2. Analyse des résultats des paramètres étudiés

1.2.1. Taux de reprise

Le taux global de reprise des boutures après 3 semaines de plantation est de 98% soit 19/20, une seule bouture a échoué au niveau du traitement T1 (gèle Aloe Vera).

Tableau 05 : taux de reprise des boutures

| % global de reprise | % de T0 | % de T1 | % de T2 | % de T3 |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| 98% | 25% | 23% | 25% | 25% |

1.2.2. Diamètre des boutures

Le meilleur diamètre est observé chez les boutures traitées par le gel d'Aloe Vera (0,84 cm). L'analyse de la variance ne montre pas un effet évident des différentes substances utilisées dans cet essai sur le diamètre des boutures.

Tableau 06 : diamètre des boutures.

| | T0 | T1 | T2 | T3 | F | obs. F | (5% ; CV |
|----------------------------|-----|------|------|-----|-------------------|--------|----------|
| | | | | | ($\alpha=0.05$) | 3,16) | |
| diamètre moyen des pousses | 0,7 | 0,84 | 0,66 | 0,8 | 2,32 | 3,24 | 4% |
| | | | | | (NS) | | |

NS : effet non significatif au seuil de probabilité $\alpha=0.05$

Concernant la croissance en diamètre des boutures mesuré dans des dates différentes, les résultats une croissance lente ce qui traduit un effet faible des traitements sur ce paramètre. Le taux de croissance le plus élevé est observé chez le traitement T1 (17%), le traitement qui a l'effet le plus faible sur la croissance du diamètre est le traitement T3 (5%) qui a favorisé le développement du système racinaire par rapport aux autres traitements.

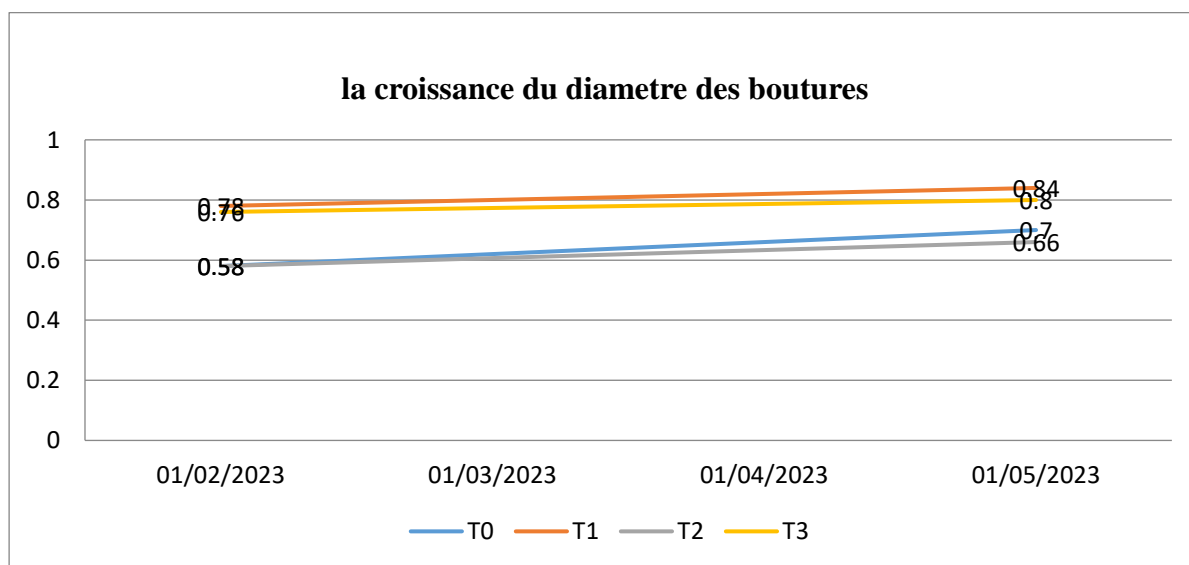


Figure34 : La croissance du diamètre des boutures.

1.2.3. Longueur des pousses

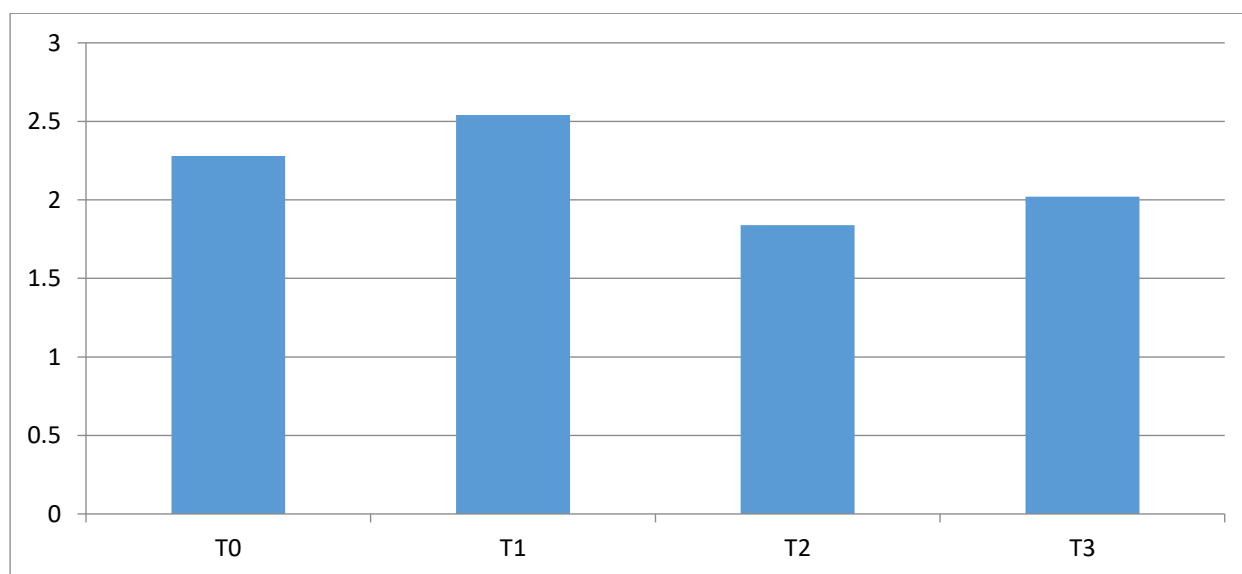
La longueur moyenne des pousses est ($2\pm 2,17$ cm), la meilleure longueur est obtenue chez le traitement T1 ($2,54\pm 0,55$ cm) et la longueur la plus faible est observée chez le traitement T2.

Tableau07 : Résultats d'analyse statistique de longueur des pousses

| | T0 | T1 | T2 | T3 | F ($\alpha=0.05$) | obs. F 3,16 | PPDS (5% ; (LSD) ($\alpha=0.05$) |
|---|------|------|------|------|------------------------|----------------|---|
| Longueur moyenne des pousses | 2,28 | 2,54 | 1,84 | 2,02 | 3,28* | 3,24 | 0,42 |

* effet significatif au seuil de probabilité $\alpha=0.05$

L'analyse statistique montre un effet significatif du facteur étudié (effet des substances d'enracinement) sur la longueur des pousses. L'essai révèle aussi une différence significative entre. Le témoin (2,28 cm), T1 (2,54 cm), T3 (2,02 cm) et T2 (1,84 cm), c'est –à-dire que l'effet de ces trois traitement est plus fort que le traitement T2.

**Figure 35** : Longueur des pousses.

1.2.4. Nombre des feuilles

Le nombre moyen des feuilles est (4.21), le meilleur nombre est obtenu chez le traitement T1 (5.25) et le nombre la plus faible est observé chez le traitement T2 et T3 ils donnent le même résultat.

Tableau 08 : Résultats d’analyse statistique de nombre des feuilles

| Traitement paramètre | T0 | T1 | T2 | T3 | F (α=0.05) | obs. F (5%; 3,16) | PPDS (LSD) (α=0.05) |
|-------------------------|-----|------|-----|-----|------------|-------------------|---------------------|
| Moyenne des nb feuilles | 4,8 | 5,25 | 3,4 | 3,4 | 18,44 | 3,24 | 2,45 |

* effet significatif au seuil de probabilité α=0.05

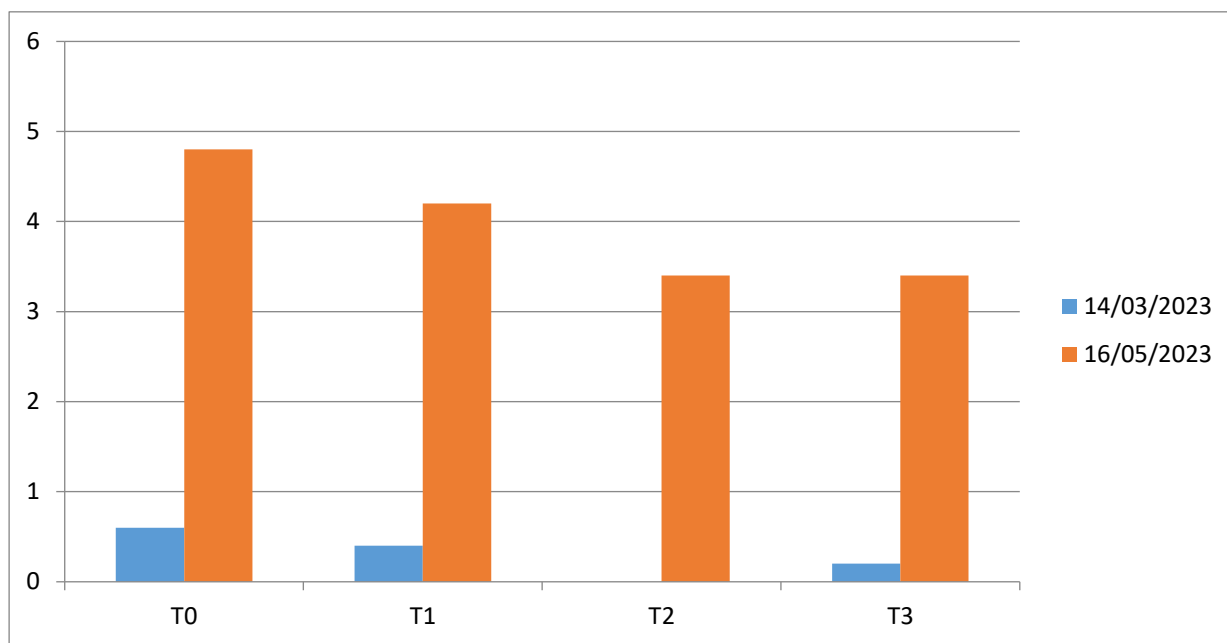


Figure 36 : nombre des feuilles.

L’analyse statistique montre un effet significatif du facteur étudié (effet des substances d’enracinement) sur le nombre des feuilles.

1.2.5. Longueur des racines

Le meilleur effet du facteur étudié sur la longueur des racines est observé chez le traitement T3 (24,8cm) suivi de témoin. Une différence significative mise en évidence par le test PPDS au seuil 5% du traitement T3 (AIB) sur la longueur des pousses comparées à celui du T1 (Aloe Vera) et du T2 (extrait du saule).

Tableau 09 : Résultat statistique de longueur moyenne des racines

| | T0 | T1 | T2 | T3 | F obs. F (5% ; PPDS (α=0.05) | (=0.05) 3,16 | (LSD) 2,99 |
|-------------------------------------|------|------|----|------|------------------------------|--------------|------------|
| Longueur moyenne des racines | 22,2 | 19,5 | 20 | 24,8 | 3,98* | 3,24 | 2,99 |

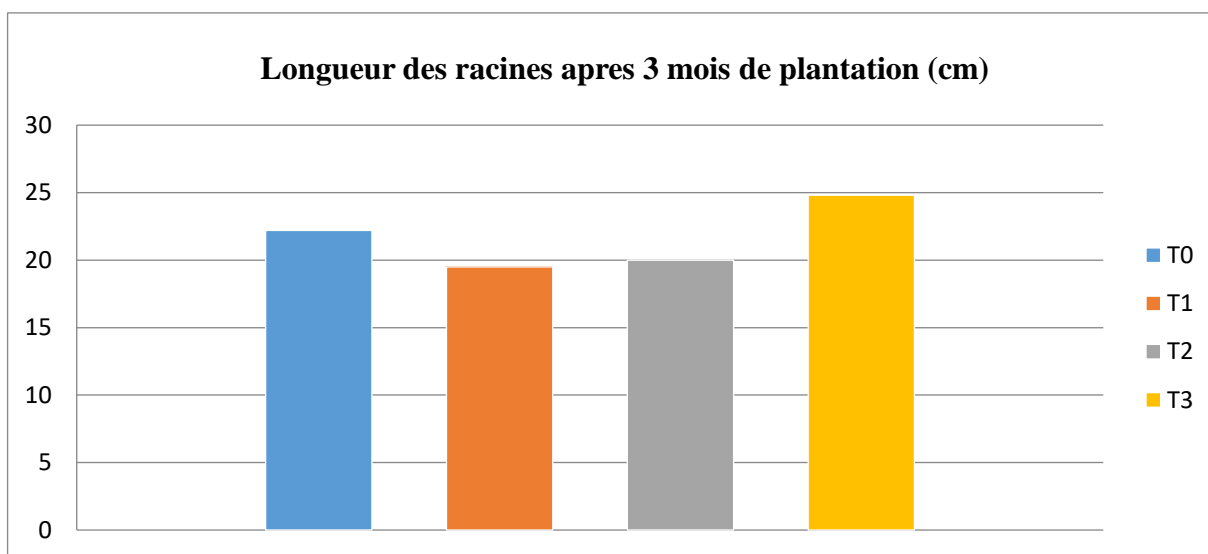


Figure37 : Longueur des racines après 3 mois de plantation (cm)

2. Discussion

A travers les principaux résultats présentés, nous pouvons déduire que le facteur traitement manifeste un effet remarquable sur les différents paramètres mesurés tels que la reprise des boutures, la longueur des pouces, le diamètre de boutures, le nombre des feuilles et la longueur des racines des boutures issues des différents traitements étudiés.

Nombre des feuilles, la longueur des pouces et diamètre des boutures

En effet ; les boutures issue de traitement T1 pour l'ensemble des paramètres mesurés montre une meilleur performance avec des accroissements significatifs par rapport aux deux traitements T2 et T3. On peut déduire que l'Aloe Vera riche en hormones de croissance comme l'acide salicylique qui favorise la croissance végétative. Les résultats étaient similaire à ceux obtenus Mirihagalla, al ;(2020).

Le témoin donne un meilleur résultat comparativement aux traitements T2 et T3 pour les deux paramètres mesurés.

Les résultats relatifs au diamètre des boutures pour traitements (T0, T1, T2, T3) sont non significatifs.

Les racines

Les résultats obtenus montrent que les traitements (T0, T1, T2 et T3) révèlent un enracinement satisfaisant après 3 mois pour l'ensemble de traitements. Ceci peut s'expliquer par le fait que les boutures, s'étant enracinées assez vite, ont pu entamer leur croissance plus tôt que les autres. La meilleure production racinaire est obtenue par le traitement T3, ce qui signifie que l'AIB favorise la croissance racinaire. En revanche les résultats obtenus chez le témoin sont meilleurs que ceux obtenus par les deux traitements T1 et T2.

L'observation à l'œil de traitement T3 indique que la densité racinaire est plus élevée, plus solide et plus cohésive par rapport aux autres traitements.



Figure 38 : effet des substances d'enracinement sur la rhizogénèse des boutures après 3 mois de plantation.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE

Le figuier commun est un arbre fruitier de la famille des Moracées du genre ficus et dont le Nom scientifique est : *Ficus carica L.* La méthode de multiplication de Figuier utilisée dans notre étude est le bouturage. Une substance rhizogénèse utilisée fréquemment pour faciliter la formation des racines est utilisée dans cet essai à côté d'un témoin sans traitement et deux autres substances naturelles (le gel d'Aloe Vera et extrait du saule dont on compare leur effet sur la rhizogénèse avec l'AIB et le témoin.

Cette étude a été menée dans le but de tester l'effet des substances naturelles (Aloe Vera et saule) et des substances synthétiques (AIB) sur la reprise, la croissance et la rhizogénèse des boutures.

Les résultats obtenus nous ont donné les conclusions suivantes : Le taux global de reprise des boutures obtenus dans les conditions expérimentale est de 98% après 3 semaines de plantation.

Pour la longueur des pousses et nombre des feuilles, le traitement T1 (Aloe Vera) est statistiquement à un effet plus évident que les autres traitements.

Dans toutes les paramètres mesurée le traitement T2 (extrait du saule) donne des résultats faibles à ceux de traitement T0 (témoin), alors que l'effet de cet extrait est faible presque invisible.

Concernant le développement des racines, c'est le traitement T3 (AIB) qui donne un meilleur enracinement en ce qui concerne la longueur, la densité des racines ce qui justifie l'utilisation fréquente de cette hormones lors le bouturage.

La substance naturelle (gèle d'Aloe Vera) stimule la croissance de la partie aérienne (diamètre, nombre des feuilles, longueur des pouces). Tandis que les substances synthétiques stimulent la croissance de la partie racinaire.

En se basant sur la littérature et les résultats obtenus à travers cette étude, nous avons conclu que les substances naturelles peuvent être utilisées commune alternative efficace et économique à la substance synthétique.

Les résultats auxquels nous sommes parvenus, demeurent partiels, et nécessitent d'autres expérimentations afin de contribuer efficacement à l'enrichissement des travaux visant à améliorer l'enracinement de cette espèce vulnérable à la technique de multiplication par bouturage.

Références bibliographiques

Références

Abbas Hamid MACRO ET MICRO-PROPAGATION DU PISTACHIER DE L'ATLAS *Pistacia atlantica* Desf. [Rapport] : MEMOIRE DE MAGISTER / UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA. - BLIDA : [s.n.], 2005. - p. 36.

AtlasBig Principaux pays producteurs de figues [En ligne] // AtlasBig. - 2019. - <https://www.atlasbig.com/fr-fr/pays-par-production-de-figues>.

Bachi K, Etude de l'infestation de différentes variétés de figuier (*Ficus carica* L.) par la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis Capitata* (Diptera, trypetidae. Effets des huiles essentielles sur la longévité des adultes. [Rapport] : Thèse de magistère. - Tizi-Ouzou. : [s.n.], 2012.

Bakhai Abdelaziz Etude des paramètres de croissance et suivi phénologique de 4 variété de figuier (bifer, chetoui, azandjar, tamariouth) dans les conditions pédoclimatique de la région de Mohammadia [Rapport] : mémoire de master / Université Abdelhamid Ibn Badis-Mosataganem. - Mosataganem : [s.n.], 2016.

Baud Pierre, [Section] // le figuier (pas à pas). - Edition d'EDISUD : [s.n.], 2008.

Bauwens p Figuier de tous les pays [Section]. - 2008.

Beuvais Michel Fiche de culture et d'entretien du figuier [En ligne] // RUSTICA.FR. - 2016. - <https://www.rustica.fr/fruits-et-verger/figuier,8785.html>.

Blekodja Moulay technique de multiplication des plante chapitre 3, 4 et 5 [Rapport] : polycopé de la matière / universite Oran 1 Ahmed Ben Bella.

Chibane Lynda et Zahia AZZEDINE Essai de multiplication par bouturage de quelques variétés locale de figuier [Rapport] : mémoire de master / UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU. - TIZI-OUZOU : [s.n.], 2020. - p. 27.

Chougui Hanane Etude du comportement physiologique avec application d'hormone de boutures de quatre variétés de grenadier (Maadam, Lahmar, Mrinie et Sefri) [Rapport] : Master enAGRONOMIE / Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. - 2018. - p. p 33.

Eunice Types d'hormones d'enracinement [En ligne] // growertoday. - <https://www.growertoday.com/fr/types-d%27hormones-d%27enracinement/>.

Ferchichi A , Aljan, F Assessment of genetic diversity among some southern Tunisien fig (*Ficus carica* L.) Cultivars based on morphological descriptors. Jordan. jornal of agricultural sciences. [Revue]. - tunisie : jornal of agricultural sciences., 2009. - 1-16 : Vol. 5.

HEITZ Lucas L'eau de Saule : Hormone de bouturage naturelle ! [En ligne] // alsagarden. - 12 avril 2013. - <https://www.alsagarden.com/fr/blog/leau-de-saule-hormone-de-bouturage-naturelle/>.

Isabelle C Les différentes techniques de bouturage : de tige, de feuille, de racine, dans l'eau... [En ligne] // gerbeaud. - 06 janvier 2023. - <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/bouturage-differentes-techniques-types-boutures,1447.html>.

Isabelle C, Les différentes techniques de bouturage : de tige, de feuille, de racine, dans l'eau... [En ligne] // gerbeaud. - 06 janvier 2023. - <https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/bouturage-differentes-techniques-types-boutures,1447.html>.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Jamal Uddin M. Rakibuzzaman, I. Raisa, M. Maliha and M. A. Husna Impact of natural substances and synthetic hormone on grapevine cutting [Revue] // Journal BiNET . - 2020.

Jardinage.fr Les hormones de bouturage : naturelles ou de synthèse ? Comment les utiliser ? [En ligne] // jardinage.fr. - <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-1248-hormones-bouturage-naturelle-synthese.html>.

Kaddour nour ,Elhouda Le figuier (ficus carica.l) [Rapport] : mémoire / Université Mohamed Khaider Biskra. - Biskra : [s.n.], 2021. - p. 09.

Ledra Amira et Sofiane Abdessemed méthodes et techniques de bouturage : guide pratique [Rapport] : mémoire de master / université des frères mentouri constantine 1 . - constantine : [s.n.], 2021.

Mesbout, Imene Meriem, MESTAR et Amina MERIKHI Les figues fraîches (Ficus carica L.) : Qualité physicochimique, nutritionnelle et activité antioxydante [Rapport] : mémoire de master / جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل. - jjjel : [s.n.], 2020. - p. p 06.

Ministère de,l'agriculture [En ligne] // MADR – Ministère de l'agriculture et du développement rural. - <http://fr.madr.gov.dz/?playlist=4a0503b&video=9ed131c>.

Mirihagalla M. K. P. N. and Fernando K. M. C. Effect of Gel for Inducing Rooting of Stem Cuttings Aloe vera [Journal] // Dry Zone Agriculture, 2020, 6 (1): 13 - 26. - 2012. - p. p02 .

Mirihagalla M. K. P. N. et Fernando K. M. C. Effect of Gel for Inducing Rooting of Stem Cuttings Aloe vera and Air layering of Plants [Revue] // Dry Zone Agriculture. - 2020. - pp. p24-25.

Rahali Amel et zahra KHELIFI Fatima Biodiversité et multiplication iv vitro de figuier Ficus carica L. [Rapport] : memoire de master / UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA. - m'sila : [s.n.], 2019. - p. p 6.

Rajan Rony Paul et Singh Gurpreet A REVIEW ON THE USE OF ORGANIC ROOTING SUBSTANCES FOR PROPAGATION OF HORTICULTURE CROPS [Revue] // Plant Archives. - 2021.

Rustica.fr Bouturer un figuier [En ligne] // rustica.fr. - <https://www.rustica.fr/fruits-et-verger/bouturer-figuier,1734.html>.

Sbay Hassan, S Mohammed et LAMHAMEDI Guide pratiques de multiplication végétative des espèces forestières et agroforestières [Section] // techniques de valuationet de conservation des espèces a usages multiples face aux changements climatiques en afrique du nord / auteur du livre SBAY Hassan, S Mohammed et LAMHAMEDI. - Maroc : [s.n.], 2015.

Vidaud J Le figuier monographie du CTIFL. Edition de centre technique interprofessionnel des fruits et légumes [Section]. - 1997.

Zaidane Ahmed Islam Caractérisation phénotypique de quelques variétés de figuier (Ficus carica L.) cultivés au niveau d'Ouled Djalal (Biskra) [Rapport] : mémoire de master / Université Mohamed Khider de Biskra. - biskra : [s.n.], 2019. - p. p 3.

Annexe

Les moyennes

La longueur des pouces, diamètre des boutures, nombre des feuilles, la longueur des racines à la fine de l'expérimentation.

| Trait / paramètre | nb des feuilles | Longueur des pousses | Diamètre de la bouture | Longueur des racines |
|-------------------|-----------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| T0 | 4,8 | 2,28 | 0,7 | 22,2 |
| T1 | 5,25 | 2,54 | 0,84 | 19,5 |
| T2 | 3,4 | 1,84 | 0,66 | 20 |
| T3 | 3,4 | 2,02 | 0,8 | 24,8 |

Analyse de variance :

F théorique : 1% = 5.29

5% = entre 3,10 - 3,71

| ANOVA nombre des feuilles | | | | | ET | CV |
|---|-----|--------|-------|-------|----|----|
| SV | DDL | SCE | CM | F | | |
| TOTAL | 19 | 356,41 | ----- | ----- | 1 | 7% |
| TRAITEMENT | 3 | 276,46 | 92,15 | 18.44 | | |
| EREURE | 16 | 79,95 | 5 | ----- | | |
| F obs. > F thio hautement significatif 5% et 1% | | | | | | |
| PPDS 5% = 2.46 | | | | | | |
| T2 = T3 < T0 < T1 | | | | | | |

| ANOVA longueur des pousses | | | | | ET | CV |
|--------------------------------|------|------|-------|-------|------|----|
| SV | | | CM | F | | |
| TOTAL | 0,17 | 0% | ----- | ----- | 0.17 | 0% |
| Traitement | 3 | 1,40 | 0,47 | 3,28 | | |
| Erreur | 16 | 2,28 | 0,14 | ----- | | |
| F obs > F thio significatif 5% | | | | | | |
| PPDS 5% = 0.42 | | | | | | |
| T2 < T3 < T0 < T1 | | | | | | |

ANNEXE

| ANOVA diamètre de la bouture | | | | | ET | CV |
|--|-----------|-------------|-------------|-------------|------|----|
| SV | DDL | SCE | CM | F | | |
| Total | 19 | 0,35 | ----- | ----- | 0.06 | 4% |
| Traitement | 3 | 0,11 | 0,04 | 2,32 | | |
| Erreur | 16 | 0,24 | 0,02 | ----- | | |
| F obs. < F thio non significatif | | | | | | |

| ANOVA longueur des racines | | | | | ET | CV |
|-------------------------------|-----------|---------------|--------------|-------------|------|-----|
| SV | DDL | SCE | CM | F | | |
| Total | 19 | 205,69 | ----- | ----- | 1.21 | 15% |
| Traitement | 3 | 87,84 | 29,28 | 3,98 | | |
| Erreur | 16 | 117,85 | 7,37 | ----- | | |
| F ob > F thio significatif 5% | | | | | | |
| PPDS 5 % = 2,99 | | | | | | |
| T1 < T2 < T0 < T3 | | | | | | |

Nom et prénom : Elouaer Aya ; Chebel Donia

Nom et prénom : Lecheheb Abir ; Boulaksibat Rayan

Titre : Etude comparative de l'effet hormones rhizomaires synthétiques et naturelles sur l'aptitude à la rhizogénése, la reprise et sur la croissance de la biomasse aérienne des boutures du Figuier (*Ficus Carica L.*).

Résumé :

La principale technique de la multiplication du figuier (*ficus carica*) est la multiplication végétative par bouturage reconnue comme la technique la plus simple et la moins chère pour une grande multiplication et production des plants uniques et génétiquement similaires aux géniteurs. La multiplication des boutures sans application d'hormones racinaires est très difficile et prennent généralement beaucoup de temps mais coute chère. Il faut donc améliorer les connaissances sur la multiplication végétative en utilisant des substances naturelles. Cette expérience a été menée pour étudier l'effet de substances naturelles et des substances synthétiques sur l'enracinement et la croissance végétative des boutures du figuier. L'étude comprenait quatre traitements : gèle Aloe Vera, extrait du saule, AIB et un témoin pour la comparaison.

Les résultats de l'expérience ont montré que l'effet de l'hormone AIB sur la croissance des racines était le meilleur. Tandis que, les l'extraits de saule donne des résultats les plus faible. En revanche, l'effet du gel d'Aloe Vera était le meilleur en termes de croissance de la partie aérienne. Nous avons conclu que l'hormone (AIB) affecte la partie racinaire, contrairement aux substances naturelles qui affectent la partie aérienne. Nous concluons donc que les substances naturelles sont une alternative efficace aux substances synthétiques.

Mots clés : Figuier ; bouturage ; substances rhizogénése ; croissance de la biomasse aérienne, rhizogénése.

العنوان : دراسة مقارنة لتأثير هرمونات الجذور الاصطناعية و الطبيعية على القدرة على تكوين الجذور و الانتعاش و نمو الكتلة الحيوية العلوية لقصاصات شجرة التين .

الملخص:

التقنية الرئيسية لتكاثر شجرة التين هي التكاثر الخضري عن طريق العقل المعترف به كأبسط وأرخص تقنية لتكاثر كبير وإنتاج نباتات فريدة ومماثلة وراثيا للأسلاف. يعد تكاثر العقل دون استخدام هرمونات الجذر أمرا صعبا للغاية وعادة ما يستغرق وقتا طويلا ولكنه مكلف. لذلك من الضروري تحسين المعرفة حول التكاثر الخضري باستخدام المواد الطبيعية. أجريت هذه التجربة لدراسة تأثير المواد الطبيعية والمواد الاصطناعية على التجذير والنمو الخضري لعقل التين. تضمنت الدراسة أربعة علاجات: جل الصبار، مستخلص الصفصاف، AIB والتحكم للمقارنة.

أظهرت نتائج التجربة أن تأثير هرمون AIB على نمو الجذور كان الأفضل. بينما تعطي مستخلصات الصفصاف أضعف النتائج. من ناحية أخرى، كان تأثير هلام الصبار هو الأفضل من حيث نمو الجزء العلوي. خلصنا إلى أن الهرمون AIB يؤثر على جزء الجذري، على عكس المواد الطبيعية التي تؤثر على الجزء العلوي لذلك نستنتج أن المواد الطبيعية هي بديل فعال للمواد الاصطناعية.

الكلمات المفتاحية: شجرة التين، قصاصات، مادة الجذور، نمو الكتلة الحيوية العلوية، الجذور.