

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université ABOU BEKR BELKAID –TLEMCEM–

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre
et de l'Univers



Département de Biologie

Laboratoire :

Antibiotiques, Antifongiques, Physico-chimie :
synthèse et activités biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie

Option : Biochimie

Thème :

**Etude phytochimique et recherche des activités
biologiques des différentes préparations de *Ficus carica***

Présenté par : M^{elle} KHETTOU Hadjira

Soutenu le 19-06-2022 devant les membres de jury :

Présidente :	M ^{elle} MEZOUAR Dounia	MCA	Univ. Tlemcen
Encadreur :	Mr. AZZI Rachid	Pr	Univ. Tlemcen
Examinatrice:	Mme MEDJDOUB Houria	MCB	Univ. Tlemcen

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

*Au début je remercie **Allah**, le tout puissant pour m'avoir donné la force et la patience*

*Je voudrais dans un premier temps remercier, mon encadreur **Mr. Azzi Rachid**, Professeur au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre et de l'univers, université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen. Pour son Encadrement et son caractère très compréhensif, son orientation et surtout ses judicieux conseils, disponibilité, sa gentillesse, son soutien et ses grands efforts dans le suivi et la réalisation de ce travail.*

*J'adresse mes sincères remerciements à ^{Melle} **Mezouar Dounia** maitre de conférence classe «A» au département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre et de l'univers, université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen pour l'honneur qu'il m'a fait pour présider le jury de ce mémoire.*

*Je tiens à remercier **M^{me} Medjdoub Houria** maitre de conférences classe «B» au département de biologie, faculté des sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers, universités Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.*

Dédicaces

Je dédie ce travail :

Mes chers parents pour leurs sacrifice, leurs conseils, leurs encouragements et leurs soutien qui m'ont donné confiance, courage, l'amour et la sécurité .vous êtes l'exemple de dévouement qui n'a pas cassé de m'encourager et de prier pour moi. Ce travail est le couronnement de vos efforts puisse Dieu vous protège et vous préserve la santé inchallah

Mes chers frères Mohamed et Yassine

Ma chérie sœur Fatima Zohra

Toute la famille Khettou et Bouatia

A tous les plus proches de mon cœur

source de vie , de bonheur et

d'affection

ملخص

يعتبر *Ficus carica* (شجرة التين) من عائلة Moracée، أحد النباتات الطبية الأكثر استخداما في الطب التقليدي في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط (الجزائر، المغرب....). يعتبر المصدر الرئيسي للجزيئات العلاجية المختلفة للأمراض المختلفة.

يركز هذا العمل على تحليل بعض المقالات العلمية المنشورة في المجالات العالمية بناء على الاختبارات الكيميائية النباتية، و معايرة المركبات الفينولية، والتعرف عن طريق الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء، وبحث الأنشطة البيولوجية لمستخلصات مختلفة من أوراق وفواكه *Ficus carica*. يظهر العمل الذي تمت معالجته في الاختبار الكيميائي النباتي أن *Ficus carica* غني بالمستقلبات الثانوية: القلويات، التانينات، الكومينات، التربينويدات، الكينونات الحرة، الصابونين.... الخ.

أظهرت فحوصات المركبات الفينولية أن المستخلص الميثانول المائي من الأوراق هو الأغنى في إجمالي البوليفينول و الفلافونويدات، على الترتيب : 19,78 ملغ معادل حمض الغاليك/ غرام ، 9,72 ملغ معادل كيرسيتين/غرام.

مكن تحليل المستخلصات المختلفة المحضرة من أوراق و ثمار *Ficus carica* بواسطة كروماتوغرافيا سائلة عالية الأداء من التعرف على عدة أنواع من المركبات الفينولية، والكيرسيتين ، والهسبريدين ، والكارومبفيرول..... الخ.

علاوة على ذلك، أبرزت الدراسات التي تم تحليلها أن *Ficus carica* له أنشطة بيولوجية : مضادات الأكسدة و مضادات السكر.

الكلمات المفتاحية :

Ficus carica، الفحص الكيميائي، البوليفينول الكلي، الفلافونويد، نشاط مضاد الاكسدة، مضاد السكر، DPPH ، HPLC.

Résumé

Ficus carica (le figuier) de la famille des moracées, est considérée comme l'une des plantes médicinales les plus utilisées en médecine traditionnelle dans la région du bassin méditerranéen (Algérie, Maroc....). Elle est considérée comme source principale des différentes molécules thérapeutiques de diverses maladies.

Ce travail porte sur l'analyse de quelques articles scientifiques publiés dans des revues internationales basé sur des tests phytochimiques, dosage des composés phénoliques, identification par chromatographie liquide à haute performance et la recherche des activités biologiques des différents extraits des feuilles et des fruits *Ficus carica*.

Les travaux traités sur les tests phytochimiques montrent que *Ficus carica* est riche en métabolites secondaires : les alcaloïdes, tanins, coumarines, terpénoïdes, quinones libres, saponines....etc.

Les dosages des composés phénoliques ont montré que l'extrait méthanol aqueux de feuilles est le plus riche en polyphénols totaux et en flavonoïdes, avec des teneurs d'ordre de 19,78 mg EAG/g et 9,72 EQ mg/g.

L'analyse des différents extraits préparés de feuilles et de fruits de *Ficus carica* par chromatographie liquide à haute performance a permis d'identifier plusieurs types de composés phénoliques : catéchine, acide chlorogénique, acide férulique, quercétine, hespéridine, kaempférol.....etc.

Par ailleurs, des travaux analysés ont souligné que *Ficus carica* possède des activités biologiques : antioxydante et antidiabétique.

Mots clés : *Ficus carica*, screening phytochimique, polyphénols totaux, flavonoïdes, activité antioxydante, activité antidiabétique, DPPH, HPLC.

Abstrat

Ficus carica (the fig tree) of the Moraceae family, is considered one of the medicinal plants most used in traditional medicine in the region of the Mediterranean basin (Algeria, Maroc....). It is considered as the main source of different therapeutic molecules for various diseases.

This work focuses on analyzing some scientific articles published in international journals based on phytochemical tests, dosage of phenolic compounds, identification by high performance liquid chromatography and research of the biological activities of *Ficus carica* leaves and fruits.

The work treated on the phytochemical test shows that *Ficus carica* is rich in secondary metabolites : Alkaloids, tannins, couramine, terpenoids, free quinones, saponins...etc.

Assays of phenolic compounds have shown that the crude extract of aqueous methanol from the leaves is the richest in total polyphenols and flavonoids, with levels of around 19,78 mg EAG/g and 9,72 mg EQ/g.

The analysis of the various extracts prepared from the leaves and fruits of *Ficus carica* by high performance liquid chromatography made it possible to identify several types of phenolic compounds : catechin, chlorogenic acid, ferulic acid, quercetin, hesperidin, karompferol....etc.

Moreover, studies analyzed have highlighted that *Ficus carica* has biological activities : antioxidant and antidiabetic.

Key words : *Ficus carica*, phytochemical screening, total polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, antidiabetic activity, DPPH, HPLC.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction..... 1

Partie 1 : Synthèse Bibliographique

I. Plante sélectionnée (*Ficus carica*)

1. La figue..... 3

2. Noms vernaculaires..... 3

3. Taxonomie..... 4

4. Répartition géographique..... 4

5. Description..... 4

6. Composition chimique..... 5

7. Utilisations en médecine traditionnelle..... 5

II. Activités biologiques de *Ficus Carica*..... 6

1. Activité antioxydante..... 6

2. Activité anticancéreuse..... 6

3. Effet antidiabétique..... 6

4. Activité anti-inflammatoire..... 6

5. Activité antibactérienne..... 6

6. Activité antipyrétique..... 7

7. Activité hémostatique..... 7

8. Activité antifongique..... 7

III. Les composés phénolique de *Ficus carica*..... 7

Partie 2 :

Méthodologie.....	9
Résultats et discussion.....	15
1. Analyse phytochimique des extraits de <i>Ficus carica</i>	16
1.1 Tests phytochimiques.....	16
1.2 Dosage des composés phénoliques.....	19
1.3 Identification des molécules bioactives.....	19
2. Recherche des activités biologiques des extraits de <i>Ficus carica</i>	20
1.1 Evaluation de l'activité antioxydante.....	20
2.2 Recherche de l'effet antidiabétique des extraits de <i>Ficus carica</i>	21
Conclusion et perspectives.....	23
Références bibliographiques.....	25

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition nutritionnelle de la figue.....	5
Tableau 2 : Les résultats des tests phytochimiques des différents extraits de la figue sèche de <i>Ficus carica</i>	17
Tableau 3 : Les résultats du screening phytochimique de 3 échantillons de fruits de <i>Ficus carica</i>	17
Tableau 4 : Les résultats du screening phytochimique d'extraits de feuilles de <i>Ficus carica</i>	18
Tableau 5 : Les résultats du screening phytochimique réalisés dans les différents extraits préparés de feuilles de <i>Ficus carica</i>	18

Liste des figures

Figure 1 : Figue (<i>Ficus carica</i>) fruit, feuilles, fruit séchée.....	3
--	---

Liste des abréviations

CI50 : concentration inhibitrice à 50 %

DPPH : 2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl

HDL : lipoprotéine de haute densité

LAPSAB : laboratoire antibiotique, antifongique synthèse physico-chimique et activité biologique

mg GAE/100mg : milligramme équivalent acide gallique par cent milligramme

mg EQ/g : milligramme équivalent quercétine par gramme

HPLC : chromatographie liquide haute performance

USA : les états-Unis-Amérique

OMS : organisation mondiale de la santé

UV : ultra violet

PDA : détecteur à barrette de photodiodes

DAD : détecteur à barrette de diodes

INTRODUCTION

Les plantes médicinales ont toujours eu une place importante dans l'arsenal thérapeutique de l'humanité. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 65 à 80% de la population dans les pays en développement, dépendent essentiellement des plantes médicinales pour leurs de santé primaire (OMS, 2002). Leur plus-value est reconnue dans leurs utilisations pour leur traitement efficace de diverse affections chroniques, invalidantes ou incurables (OMS, 2012).

Les plantes médicinales représentent une véritable fortune utilisée par l'humanité dans différents domaines tels que la pharmacie, la cosmétologie, et l'industrie alimentaire (Lubbe et Verpoorte, 2001). Elles contiennent un large spectre de molécules bioactives importantes, par exemples les composés phénoliques (De la Calle et al., 2013).

La majorité des médicaments actuels sont d'origine végétale (extrait) ou bien sont fabriqués à partir de leurs modèle (synthèse chimique des principes actifs) (Ramdani et Sellami, 2006).

L'Algérie est reconnue par sa diversité variétale en plantes médicinales et aromatiques dont la plupart existent à l'état spontané, ainsi que par l'utilisation populaire dans l'ensemble des régions du pays. Cependant la flore Algérienne avec ses 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, dont 15% endémique, reste très peu explorée sur le plan phytochimique comme sur le plan pharmacologique (Quezel et Santa, 1963).

Ficus carica de la famille des Moracées est communément appelé "figue", est l'une des cinq Fruits mentionnées dans le coran avec l'olive, les dattes, les grenades et les raisins (Patil et Patil, 2011).

Il existe plus de 800 variétés du genre *Ficus carica* principalement cultivées dans les climats chauds et secs tels que les régions Moyen-Orient et méditerranée (Solomon et al., 2006 ; Ouchemoukh et al., 2012 ; Meziant et al., 2015 ; Harzallah et al., 2016).

Elle est largement utilisée en médecine traditionnelle ; son écorce, ses fruits, ses feuilles, ses racines et son latex sont utilisés en médecine sous différentes formes (Badgajar et al., 2014).

C'est une plante utilisée pour ses bienfaits médicaux comme antispasmodique, et anti-inflammatoire, trouble cardiovasculaire (Werbach, 1993 ; Duke et al., 2002).

Notre travail s'inscrit dans le cadre d'analyse de quelques travaux scientifiques sur les tests phytochimiques et les activités antioxydante et antidiabétique des différentes préparations des feuilles et des fruits *Ficus carica*.

Synthèse

Bibliographique

I. Plante étudiée (*Ficus carica*)

1. La figue

Ficus carica ou la figue est le fruit de figuier, un arbre de la famille des Moracées, qui inclus plus de 1400 espèces classées d'environ 40 genres (**Figure 1**). C'est l'emblème du bassin méditerranéenne où elle est cultivée depuis millénaires (**Gaaliche et al., 2012**).

2. Noms vernaculaires (Badgujar et al., 2014)

Arabe : Teen, karmous, EL Bacoor

Français : Figue, Figuier

Anglais : common fig tree



Figure 1 : Figue (*Ficus carica*) fruit, feuille, fruit séchée (**Shahrajabian et al., 2021**).

3. Taxonomie

Règne : Végétale

Sous-Règne : Plantes vasculaires

Division : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-Classe : Hamamélidées

Ordre : Urticales

Famille : Moracées

Genre : *Ficus*

Espèce : *Carica*

Ficus carica (**Bakshi et al., 1999**).

4. Répartition Géographique

Les figuiers (*Ficus carica*) sont parmi les premiers arbres fruitières cultivés au monde (**Solomon et al., 2006**). Ils sont originaire d'Asie occidentale et ils sont répondu dans la région méditerranéenne (**Stover et al., 2007**). C'est une culture mondiale impérative en Turquie, Égypte, Maroc, Algérie, Espagne, Créce, Californie, Italie, Brésil, Portugal, U.S.A, Inde, Chile, Perse, Japon et Arabie Saoudite (**Tous et Ferguson, 1996 ; Chawla et al., 2012**).

5. Description Botanique

Ficus carica est un arbuste de 3 à 6 m à feuilles caduques (**Crisosto et Kader, 2007 ; Soby, 1997 ; Dominguez, 1990**). Les feuilles sont alternées, simples, vert vif, grandes et lobées ; les écorces sont lisse de couleur gris (**Badgujar et al., 2014**), les fleurs sont minuscules, hors de vue, regroupées dans les fruits verts et le fruit mûr a une peau dure de couleur vert pur, vert foncé, brun ou violet, contient à l'intérieur une croûte contenant une masse de graines liée avec une chair ressemblant à une gelée (**Chawla et al., 2012**).

6. Composition Chimique et Nutritionnelle

Ficus carica contient divers constituants précieux dans les fruits et les feuilles tels que les composés phénoliques, les acides organiques et les composés volatiles (Oliveira et al., 2009 ; Gibernau et al., 1997). Les fruits sont constitués de divers composants notamment le cyanidin-3-oglycosides, le cyanidin-3-orhamnoglycoside, les graisses, les sucres, les protéines, la vitamine A, la vitamine C, le sodium, le calcium et le fer (Solomon et al., 2006), La figue renferme environ 80% d'eau (El – Khaloui, 2010).

Le tableau 1 représente la composition nutritionnelle de la figue (Akath et al., 2015).

Tableau 1 : Composition nutritionnelle de la figure (Akath et al., 2015).

Composés	Quantité dans 100g
Calories (énergie)	80 K Cal
Protéine	1,3 g
Lipides (lipides totaux)	0,2 g
Les glucides	7,6 g
Humidité	88,1 g
Fibre	2,2 g
Minéraux	0,6 g
Thiamine	0,1 mg
Calcium	35 mg
Phosphore	22 mg
Fer à repasser	0,6 mg
Vitamine A	80 IU
Vitamine C	2 mg

7. Utilisation thérapeutique

Les différentes parties de *Ficus carica* sont utilisées dans la médecine traditionnelle pour traiter diverses maladies telles que le diabète sucré, l'ulcère, et la fièvre (Javed et Iffat, 2013).

Les feuilles de figue sont utilisées dans la digestion et le traitement des maladies telles que le vitiligo, la toux, l'asthme et la gingivite (Rahmani et Aldebasi, 2017).

Ces fruits sont traditionnellement utilisés pour soigner de nombreuses maladies et comme stimulant, laxatif, émollient, antitussif, emménagogue (Guarrera, 2003) et

pour la constipation, les hémorroïdes et l'hypercholestérolémie (**Cansatan et Kaya, 2010**).

Ils sont connus, aussi, par leurs bienfaits sur divers troubles tels que les troubles inflammatoires, cardiovasculaires, les maladies gastro-intestinales, respiratoires, ulcéreuses et cancers et antispasmodique (**Jasmine et al., 2014 ; Vinson et al., 2005 ; Werbach, 1993**).

II. Activités biologiques de *Ficus carica*

1. Activité antioxydante

La figue est riche en substances antioxydantes et polyphénoliques, donc la consommation de figue peut aider le système de défense antioxydant à faire face pour accélérer l'adaptation de l'organisme (**Turan et al., 2016**).

2. Activité anticancéreuse

Le latex de figuier peut inhiber la prolifération de la lignée cancéreuse de l'estomac et les cellules mononuclées du sang périphérique sans aucun effet cytotoxique sur les cellules humaines normales (**Idolo et al., 2010**).

3. Effet antidiabétique

La décoction aqueuse de feuilles de figuier provoque une baisse des niveaux de cholestérol total et du rapport cholestérol total /cholestérol HDL, ainsi que, l'extrait de figue a montré un effet hypoglycémiant clair (**Gani et al., 2018**).

4. Activité anti-inflammatoire

Les extraits hydroalcooliques des feuilles de *Ficus carica* ont des effets anti-inflammatoires significatifs dans l'œdème de la patte induits par le carraghénane chez le rat (**Ali, 2012**).

5. Activité antibactérienne

Soni (2014) a rapporté après des tests de sensibilités aux antimicrobiennes des différentes bactéries que l'extrait séchée de figue a une activité antimicrobienne plus élevée contre la bactérie à gram négative *Proteus mirabilis* (**Soni, 2014**).

6. Activité antipyrétique

Patil Vikas et al., (2010) ont déclaré que l'extrait éthanolique des feuilles de *Ficus carica* possède un effet antipyrétique significatif dans l'élévation de la température corporelle provoquée par la levure chez les rats et que son effet est comparable à celui du paracétamol (**Bhangale, 2010**).

7. Activité hémostatique

La ficine (mélange de protéases) présente dans le latex de *Ficus carica* possédait un effet hémostatique par l'activation du facteur X de coagulation et le raccourcissement le temps de thromboplastine partielle activée et le temps de prothrombine (**Richter et al., 2002**).

8. Activité antifongique

Figil et figinll, deux fractions obtenus à partir de feuilles de figuier, ont présentées des activités antifongiques et antibactériennes contre plusieurs types de microorganismes (**Yan et al., 2010**).

III. Les composés phénoliques de *Ficus carica*

Les composés phénoliques sont le résultat du métabolisme secondaire des plantes à travers deux voies métaboliques fondamentales : la voie du shikimate et la voie de l'acétate ; Ces métabolites secondaires des plantes sont principalement impliqués dans la défense des plantes contre le rayonnement ultraviolet et contre les agressions par des agents pathogènes (**Manach et al., 2004**).

Les composés phénoliques présentent dans leurs structures au moins un cycle aromatique à 6 atomes de carbones lui-même porteur d'un nombre variable de fonction hydroxyle (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

La plupart des composés phénoliques sont présent sous forme conjuguée avec des mono ou polysaccharides liées a un ou plusieurs de dérivés fonctionnels (esters méthyliques) (**Hennebelle et al., 2004 ; Balasundram et al., 2006**).

Ils sont devisés en plusieurs classes : Acide phénolique, Flavonoïdes, Tanins, anthocyanes, ect.

Les fruits et les feuilles de figuier sont très riches en composés phénoliques :

- Acide phénolique : l'acide gallique, acide vanillique, acide couramique, acide caféique, acide férulique ect (**Arvaniti et al., 2019**) ;
- Flavonoïde : la rutine , la catéchine, l'épicatéchine,etc (**Veberic et al., 2008**) ;
- Les anthocyanines : la cyanidine 3-O rutinoside et la cyanidine 3-glucoside (**Del Caro et Piga, 2008 ; Dueñas et al., 2008**).

*Méthodologie du
Travail*

Notre recherche scientifique est basée sur la synthèse de quelques articles publiés dans des revues internationales sur l'étude phytochimique et la recherche des activités biologiques des différentes préparations des fruits et des feuilles de *Ficus carica*.

A partir de ces articles, nous avons fait ressortir pour chaque article les informations suivantes :

- ✓ Le nom scientifique de la plante ;
- ✓ L'origine de la plante ;
- ✓ La partie utilisée ;
- ✓ Les extraits préparés ;
- ✓ Tests phytochimiques réalisés ;
- ✓ Dosages des composés chimiques ;
- ✓ Molécules identifiées ;
- ✓ Activités biologiques recherchés ;
- ✓ Résultats obtenus
- ✓ Référence de l'article étudié.

La recherche des effets biologiques est basée sur l'évaluation de l'activité antioxydante et antidiabétique des différentes préparations des figes et des feuilles (*Ficus carica*).

1. Test phytochimique

Le screening phytochimique des métabolites secondaires a été réalisée selon les protocoles décrites par : (**Trease et Evans 1989 ; Evans, 1996 ; Harborne, 1998 ; Dohou et al., 2003**).

❖ Principe

Le screening phytochimique permet de mettre en évidence la présence ou l'absence de composés appartenant aux familles chimiques des métabolites secondaires, ces tests phytochimiques sont fondés sur des réactions de coloration, de formation de précipités ou d'observation sous la lumière UV.

+++ : Fortement positif ; ++ : moyennement positif ; + faiblement positif ; - : négative ; ± : traces.

2. Dosage des composés phénolique :

2.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux :

Le dosage des polyphénols totaux par le réactif de Folin-ciocalteu a été décrit par (Mc Donald et al., 2001 ; Heshmati-Afshar et al., 2012 ; Blainski et al., 2013).

❖ Principe

Le réactif Folin-Ciocalteu est un mélange de complexes d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) de couleur jaune. Le principe est basé sur l'oxydation des phénols par ce réactif, ce qui entraîne la formation d'un nouveau complexe molybdène-tungstène de couleur bleu. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la teneur en composés phénoliques présente dans les extraits étudiés.

L'absorbance est mesurée généralement à 725 nm.

Une courbe d'étalonnage est réalisée. En parallèle, dans les mêmes conditions à partir d'acide gallique à différentes concentrations.

Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g).

2.2. Détermination de la teneur en flavonoïdes total :

Le dosage des flavonoïdes par le réactif le trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ a été décrit par (Zhishen et al., 1999 ; Solomon et al., 2006).

❖ Principe

Le dosage des flavonoïdes peut être réalisé par une méthode spectrophotométrie en utilisant la soude NaOH et le trichlorure d'aluminium $AlCl_3$. Ce dernier forme un complexe jaune avec les flavonoïdes qui devient rose en présence NaOH. Cette couleur absorbe à 510nm dans le visible.

Une courbe d'étalonnage est réalisée. En parallèle dans les mêmes conditions à partir de quercétine à différentes concentrations.

Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent de quercétine par gramme d'extrait (mg QE/g).

3. Test d'identification des composés par la méthode HPLC :

La méthode chromatographie liquide à haute performance basée sur la séparation, l'identification et la quantification des composés chimiques a été réalisée selon les protocoles décrites par : (Nakilcioglu et al., 2013 ; Quin et al., 2014 ; Hanania et al., 2020 ; Mladenova et al., 2021).

❖ Principe

Les composés à séparer sont mis en solution dans un solvant. Ce mélange est introduit dans la phase mobile liquide suivant la nature des molécules. Elles interagissent avec la phase stationnaire dans une colonne chromatographique. La phase mobile poussée par une pompe sous haute pression, parcourt le système chromatographique ; le mélange à analyser est injecté puis transporté au travers du système chromatographique. Les composés en solution se séparent suivant leur affinité entre la phase mobile et la phase stationnaire. Les composés sont identifiés grâce à un détecteur.

4. Evaluation de l'activité antioxydante par la méthode DPPH :

La recherche de l'activité antiradicalaire des extraits de feuilles et de fruits de *Ficus carica* a été réalisée selon le protocole décrit dans les travaux de Shimada et al., 1992 ; Braud-Williams et al., 1995 ; Mensor et al., 2001 ; Yan et al., 2011 ; Jami'ah et al., 2018).

❖ Principe

Cette méthode est basée la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH.

L'activité antiradicalaire a été déterminée en utilisant le DPPH (1,1-diphényl-2-picryl-hydrazyl). Les antioxydants réduisent le diphénylpicryl-hydrazyl ayant une couleur violette en diphényl-picryl-hydrazine avec une couleur jaune, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants (donneurs de protons) présents dans le milieu. La lecture des absorbances est effectuée à 517nm.

5. Recherche l'effet antidiabétique :

La recherche l'activité antidiabétique est réalisée par les techniques suivantes :

5.1. Recherche d'effet inhibiteur vis-à-vis l'enzyme l' α -amylase :

La recherche d'effet inhibiteur d'enzyme α -amylase a été réalisée selon les protocoles décrites dans les travaux de **Ali et Houghton, 2006 ; Hossain et al., 2009 ; Shai et al., 2010.**

❖ Principe

Cette méthode consiste à évaluer l'effet inhibiteur des extraits de la plante étudiée sur l'activité de l' α amylase pancréatique. La substrat utilisé est l'amidon. L'acarbose est la molécule de référence dans l'inhibition de cette enzyme, va servir comme témoin positif. La réaction de l' α amylase avec ce substrat entraîne la formation maltose et autres fragments. Après la période d'incubation, nous pouvons soit mesurer la quantité d'amidon qui reste, détectée par l'ajout d'une solution iodée qui produit une couleur bleu-noir, qui peut être mesurer par spectrophotomètre UV-Visible à 450 nm ; soit mesurer la quantité du produit formé, En milieu alcalin et à chaud, l'oxydation des groupements aldéhydes libres des sucres provoque simultanément la réduction de l'acide 3,5-dinitrosalicylique (DNSA) de couleur jaune orange en acide 3-amino 5-nitrosalicylique de couleur rouge orange qui absorbe à 540nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de sucres réducteurs présents dans le milieu réactionnel.

5.2. Recherche d'effet inhibiteur sur l'enzyme α -glucosidase :

La recherche d'effet inhibiteur d'enzyme α -glucosidase a été réalisée selon les protocoles décrites dans les travaux de : **Ademiluyi et Oboh, 2013 ; Lui et al., 2013.**

❖ Principe

L' α -glucosidase catalyse la réaction de la dégradation du *p*-nitrophénol- α -D glucopyranoside (*p*-NPG) en D-glucopyranoside et en *p*-nitrophénol (*p*-NP). Le *p*-nitrophénol (*p*-NP) qui absorbe à 405 nm permet l'évaluation de l'activité enzymatique de l' α -glucosidase.

5.3. Tests d'hyperglycémie provoquée par voie orale (HGPO) :

La recherche d'effet antihyperglycémiant de *Ficus carica* a été réalisée selon le protocole décrites dans les travaux de :Pèrez et al., 2003 et Gillani et al., 2018.

❖ Principe

Cette technique est basée sur la mesure des taux de la glycémie chez les rats Wistar normaux soumis à un état d'hyperglycémie provoquée par voie orale, avant l'administration des extraits préparés des feuilles ou des fruits de *Ficus carica*.

Les prélèvements sanguins sont effectués au niveau de la veine caudale à des temps réguliers: 0, 30min, 60min, 120min, 180min et 240min.

La glycémie est mesurée à l'aide d'un lecteur du glucose.

Résultats

Et

Discussion

L'étude de la flore d'Algérie présente un intérêt scientifique fondamental dans le domaine de l'ethnobotanique, de la pharmacopée traditionnelle mais également un intérêt scientifique appliqué dans le domaine de la valorisation des substances naturelles des plantes médicinales (Bouزيد et al., 2016).

Les figes, fruit du figuier, et ces feuilles (*Ficus carica*), famille des Moracées, sont très consommés dans la région méditerranéenne. Elles sont citées dans plusieurs enquêtes ethnobotaniques et ethnopharmacologiques comme plantes médicinales pour le traitement diverses maladies telles que le diabète, l'ulcère, et la fièvre. Les feuilles et les fruits ont présenté leurs potentiels phytothérapeutiques tels que leur pouvoir antioxydant à réduire les radicaux libres (Solomon et al., 2006) et leurs pouvoir comme remède antidiabétique (Canal et al., 2000 ; Pérez et al., 2003 ; El-Shobaki et al., 2010 ; Khan et al., 2011). Ils sont riches en flavonoïdes et anthocyanes (Vinson, 1999) et autres substances bioactives (β -amyrins, β - carotènes, β -sitostérols, xanthoxol, glycosides, alcaloïdes, tanins, coumarines,...) (Gilani et al., 2008), mais elles sont aussi riches en sucres (Melgarejo et al., 2003 ; El Khaloui, 2010 ; Çaliskan et Aytakin, 2011).

1. Analyse phytochimique des extraits préparés de *Ficus Carica* :

1.1. Tests phytochimiques

Les tests phytochimiques effectués sur les différentes préparations des figes sèches (*F. carica*) et ces feuilles ont révélé la richesse de cette plante en métabolites secondaires et en composés phytochimiques.

Farroq et al (2019) ont noté la présence des glucides, des protéines, des alcaloïdes, des glycosides, des terpénoïdes, des composés phénoliques, et des flavonoïdes dans l'extrait hydroalcoolique préparé par macération des figes sèches de *Ficus carica* dans la région Ambala (Inde). Par contre, les tests phytochimique sur l'extrait aqueux du même échantillon a révélé la présence seulement des glucides, des saponines, des huiles et les graisses, des composés phénoliques et des flavonoïdes (Tableau 2).

Tableau 2 : Les résultats des tests phytochimiques des différents extraits de la figue sèche *Ficus carica* (Farroq et al., 2019).

Extraits de la figue sèche de <i>Ficus carica</i>		
	Extrait hydroalcoolique	Extrait aqueux
Alcaloïdes	+	-
Glucides	+	+
Glycosides	+	-
Saponines	-	+
Huile et graisse fixe	-	+
Terpénoïdes	+	-
Composés phénoliques	+	+
Protéines	+	-
Flavonoïdes	+	+

+ : présent , - : absent

Benmagnia et al (2019) ont marqué la présence de flavonoïdes, tanins, couramines, alcaloïdes, et composés phénoliques totaux dans les extraits aqueux préparés par macération de fruits de *Ficus carica* récoltés dans les régions EL-Keurt, Ain Farès et Siddi Bendjebbar (Mascara-Algérie). Alors que les saponines, les stéroïdes et les triterpénoïdes sont totalement absents. (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Les résultats du screening phytochimique de 3 échantillons de fruits de *Ficus carica* (Benmagnia et al., 2019).

	EL-Keurt	Ain Farès	Siddi Bendjebbar
Composés phénoliques	±	±	±
Flavonoïdes	+	+	+
Tanins	+	±	±
Coumarines	+	+	+
Alcaloïdes	+	+	+
Saponines	-	-	-
Anthocyanes	+	±	-
Stéroïdes / triterpénoïdes	-	-	-

+ : présent ; - : absent ; ± : traces

Dans une étude réalisée sur les feuilles de *Ficus carica*, **Lahmadi et al., (2019)** ont marqué la présence des polyphénols, des alcaloïdes, des flavonoïdes, des saponines, des coumarines, des anthocyanes et des terpénoïdes dans

l'extrait méthanolique préparé par macération de feuilles de *Ficus carica* récoltées dans le Wilaya Safii (Maroc). Alors que, les tanins et les anthraquinones sont noté totalement absents (**Tableau 4**).

Tableau 4 : Les résultats du screening phytochimique d'extraits de feuilles de *Ficus carica* (Lahmadi et al., 2019).

	Extrait de feuilles de <i>Ficus carica</i>
Polyphénols	+
Alcaloïdes	+
Tanins	-
Flavonoïdes	+
Saponines	+
Coumarines	+
Anthocyanes	+
Anthraquinones	-
Terpénoïdes	+

Ghanemi (2018) a réalisé des tests phytochimiques sur trois extraits bruts hydro-méthanoliques préparés par macération, décoction et infusion des feuilles de *Ficus carica* récoltées dans la région d'Ouchebea (wilaya de Tlemcen- Algérie). Elle a enregistré que les tanins, les quinones libres et les terpénoïdes sont fortement présents dans les trois extraits ; les flavonoïdes, les alcaloïdes et les saponines sont présents seulement dans l'extrait préparé par macération. Alors que les anthraquinones sont totalement absentes dans tous les extraits préparés de feuilles de *Ficus carica*. (**Tableau 5**).

Tableau 5 : Les résultats du screening phytochimique réalisés dans les différents extraits préparés de feuilles de *Ficus carica* (Ghanemi, 2018).

Extraits bruts hydro-méthanoliques préparés de feuilles de <i>Ficus carica</i>			
	Décoction	Infusion	Macération
Alcaloïdes	-	-	+
Tanins	++	++	+
Flavonoïdes	-	-	+
Quinones libres	+++	+++	+++
Coumarines	-	-	-
Anthraquinones	-	-	-
Terpénoïdes	++	+++	++
Saponines	-	-	-

+++ : fortement présent ; ++ : très présent ; + : présent ; - : absent

La différence de présence des métabolites secondaires dans les différentes études présentées peuvent être justifiée par de nombreux facteurs environnementaux tels que l'intensité lumineuse, nutrition minérale, la sécheresse et fluctuations de température (**Jaakola et al., 2002 ; Rabhi et al., 2013**).

1.2. Dosages des composés phénoliques :

Plusieurs études ont été réalisées sur le dosage des composés phénoliques dans les différents extraits des feuilles de *Ficus carica* préparés par différents solvants ; nous Citons :

Les travaux de **Ramgopal et al., (2018)** qui ont enregistré des teneurs en polyphénols et en flavonoïdes d'ordre de 12,22 mg EAG/g, et 9,24 EQ mg/g respectivement à partir d'extrait brut d'acétate d'éthyle des feuilles de *Ficus carica* en Inde.

Le travail **Tahereh et al., (2015)** sur l'extrait méthanolique de feuilles de *Ficus carica* récoltées dans la région l'est Azerbaïdjan (Iran) a révélé une teneur en polyphénols d'ordre de 11,696 mg /g.

Boukhalfaa et al (2018) ont montré des teneurs élevées en polyphénols et flavonoïdes à partir des extraits méthanol aqueux préparé de feuilles de *Ficus carica* récoltée dans la région Bejaia de 19,78 (EAG mg/g) ; 9,72 (EQ mg/g) respectivement.

Plusieurs facteurs peuvent influencer sur la teneur en composés phénoliques. Des études ont montré que les facteurs extrinsèques (tels que les facteurs géographiques et climatiques), les facteurs génétiques, et également le degré de maturation de la plante et la durée de stockage ont une forte influence sur le contenu en polyphénols (**Hamia et al., 2014**).

1.3. Identification des molécules bioactives

Lozanova et al (2022) ont réalisé une analyse par la méthode HPLC sur les feuilles de *Ficus carica* récoltées dans la région Haskovo (Sud de Bulgarie). Les résultats de cette étude a montré que l'extrait éthanolique de feuilles de *Ficus carica* a contenu : catéchine, acide vanillique, acide syringique, épicatechine, acide férulique, acide salicylique, l'acide rosmarinique, la rutine ainsi que l'acide *p*-couraminique, hespéridine, quercétine, et kaempférol. Par rapport l'extrait aqueux qui a contenu également de l'acide chlorogénique, l'acide protocatéchuique et l'acide caféique.

Hanania et al (2020) ont noté après une analyse HPLC-PDA que l'extrait méthanolique préparé de feuilles de *Ficus carica* récoltées dans la région sud-est de Bethléem (Palestine) contient l'acide chlorogénique, acide caféique, acide syringique, acide couraminique, la rutine et *trans* cinnamique.

Quin et al (2014) ont réalisé une analyse par la méthode HPLC-UV sur les trois parties de *Ficus carica* récoltées dans la région Shandong (Chine). L'extrait méthanolique de feuilles, la pelure et la pulpe contient cinq composés phénoliques : acide gallique, acide chlorogénique, la rutine, psoralène et bergaptène.

Benmaghnia et al (2019) ont analysé par la méthode HPLC-DAD la figue de *Ficus carica* El keurt. Cette étude a montré la présence dans l'extrait aqueux préparé par macération: acide gallique, catéchine, épigallocatechine, procianidine, caféine, épicatechine, quercétine, resvératrol, kaempférol.

Epicatechine et catéchine ont présenté des activités biologiques importantes et même une activité préventive contre le cancer (**Jankun et al., 1997**). La catéchine étudiée par **Graziani et al. (2005)** a également empêché le dommage oxydatifs des cellules épithéliales gastrique humaines. De même, l'acide gallique et de ses glycosides ont extrêmement bien absorbés par le corps humain, par rapport aux autres polyphénols.

2. Recherche des activités biologiques des extraits de *Ficus carica* :

Ficus carica, source de certains composés bioactifs, a montré des effets antioxydant, antiviral, antibactérien, anti-inflammatoire, hypoglycémique, anticancéreux, hypotriglycéridique, ... (**Wang et al., 2004**).

2.1. Evaluation de l'activité antioxydante :

La figue sèche est très riche métabolites secondaires, ce qui explique leur utilisation pour prévenir le stress oxydatif (**Jaeger et al., 2016 ; Panche et al., 2016**).

Bey et Louaileche (2015) ont évalué l'activité antioxydante de neuf variétés de figes à peau noire et claire (*Ficus carica*) de la région de Bejaia (Algérie), par méthodes de DPPH, superoxyde d'hydrogène, Phosphomolybdène. Ils ont enregistré une meilleure inhibition du radical DPPH de l'ordre de 45% pour la figue à peau noire (variété Bouankik) et une faible inhibition du radical DPPH de l'ordre de 28,33% pour la figue à peau claire (variété Taghanimt).

L'activité antioxydante présentée par les figues à peau noire, par rapport celle à peau claire, peut être expliquée par le potentiel antioxydant total de la plante et la proportion des composés phénoliques et flavonoïdes qu'ils contiennent (Ajjmal et al., 2016 ; Yang et al., 2009).

Parnamasari et al (2019) ont enregistré une bonne activité antioxydante par la méthode DPPH d'extrait méthanolique préparé par macération des feuilles de *Ficus carica* de la région Tulangan (Indonésie) (CI₅₀ d'ordre 0,0079875 mg/ml), par rapport l'extrait des fruits (CI₅₀ d'ordre 0,013402 mg/ml).

Bahrin et al (2018) ont noté la meilleure activité antioxydante mesurée par la méthode DPPH pour l'extrait éthanolique préparé à 45°C des feuilles de *Ficus carica* (Malisia) (CI₅₀ d'ordre de 3,78±0,19 mg/ml), suivi par les extraits préparés à 60°C et 25°C (CI₅₀ d'ordre de 20,55±0,86 mg/ml et 16,32±0,51 mg/ml, respectivement). Ces résultats suggèrent que la température élevée entraîne une dégradation thermique des composés phénoliques, ce qui provoque une diminution de l'activité antioxydante (Yi et Wetzstein, 2001 ; Pinelo et al., 2005).

Benmagnhia at al. (2019) ont enregistré la meilleure activité antioxydante mesurée par la méthode DPPH pour l'extrait méthanolique préparé par macération de fruit (*Ficus carica*) d'El-Keurt récoltés dans la région de Mascara (Algérie) (CI₅₀ d'ordre 0,078 mg/ml), par rapport aux extraits méthanoliques de fruits de Siddi Bendjebbar et Ain Farès, de la même région (CI₅₀ d'ordre 0,187 mg/ml et 0,207 mg/ml, respectivement).

2.2. Recherche l'effet antidiabétique des extraits de *Ficus carica* :

Kurniawan et Yusuf (2021) ont noté qu'une formulation de 3 comprimés à une dose 80mg de l'extrait éthanolique préparé par macération de feuilles *Ficus carica* (AhmadAbad-Inde) a présenté une diminution significative des taux de la glycémie chez les rats diabétiques induits par l'Alloxane pendant 14 jours de traitement passant de 555±24 mg/dl à 266±24 mg/dl. Cette formulation de l'extrait éthanolique contient en plus de la quercétine. Ce dernier pourrait réduire les niveaux de glucose sanguin en maintenant le fonctionnement normal des cellules β pancréatiques (Mawa et al., 2013).

Par ailleurs, **Gillani et al (2018)** ont noté que l'extrait méthanolique préparé par décoction des feuilles de *Ficus carica* (Faisal Abad-Pakistan) avec le thé peut diminuer significativement le taux de la glycémie après 3 heures, passant de $147,31 \pm 2,37$ mg/dl à $56,21 \pm 3,38$ mg/dl.

Iffat et al (2020) ont noté une meilleure activité inhibitrice sur l' α -amylase (CI₅₀ d'ordre 896 μ g/ml) de l'extrait méthanolique des feuilles de *Ficus carica* de Nord de Pakistan, par rapport aux extraits méthanoliques de la pelure et de la pulpe de *Ficus carica* (CI₅₀ d'ordre 899 μ g/ml et 1237 μ g/ml, respectivement).

Dans une autre étude, **Ramgobal et al (2018)** ont noté que l'extrait éthanolique des fruits de *Ficus carica* (Inde) a présenté une meilleure activité inhibitrice sur l' α -amylase (CI₅₀ d'ordre $315,89 \pm 3,83$ μ g/ml), par rapport aux extraits éthanolique et aqueux des feuilles et de l'écorce de figuier (CI₅₀ d'ordre de $550,963 \pm 33,931$ μ g/ml et $638,601 \pm 32,086$ μ g/ml, respectivement). Cet extrait est enregistré une activité inhibitrice plus élevée sur l' α -glucosidase (CI₅₀ d'ordre de $255,57 \pm 36,46$ μ g/ml), par rapport aux autres extraits éthanoliques de feuilles et d'écorce (CI₅₀ d'ordre de $271,59 \pm 13,457$ μ g/ml et $441,08 \pm 25,404$ μ g/ml, respectivement).

L'extrait éthanolique des fruits sont riche en anthocyanes. Ces derniers ont la capacité de réduire les états hyperglycémiques en raison de leurs capacités à retarder la digestion des glucides alimentaires, en réduisant les activités de l' α -glucosidase et de l' α -amylase (**Adisakwattana et al., 1998**).

De même, **Paşayeva et al (2020)** ont noté une meilleure activité inhibitrice sur l' α -glucosidase assurée par la fraction n-hexane-acétate d'éthyle préparée par macération des fruits récoltées dans la région Adana-Turquie (CI₅₀ d'ordre de $6,920 \pm 0,026$ μ g/ml) suivi par les fraction n-hexane, extrait méthanolique, fraction méthanol, (CI₅₀ d'ordre de $12,33 \pm 0,15$ μ g/ml ; $24,00 \pm 0,01$ μ g/ml, $52,33 \pm 0,16$ μ g/ml, respectivement). Le même extrait a enregistré une activité inhibitrice plus élevée sur l' α -amylase (CI₅₀ d'ordre de $195,20 \pm 0,02$ μ g/ml) par rapport autres extraits et fractions.

L'activité inhibitrice de fruits de *Ficus carica* peut expliquer son utilisation pour le traitement le diabète : deux enzyme l'alpha glucosidase et l'alpha amylase sont impliquées dans l'hydrolyse des polysaccharides et disaccharides en sucre simple (**Giustarini et al.,2009**).

Conclusion

Et

Perspectives

Le présent travail a pour objectif la synthèse de quelques articles scientifiques publiés dans des revues internationales sur l'étude phytochimique, la recherche des effets de *Ficus carica*.

À la lumière de l'ensemble des recherches effectuées, nous savons conclu que :

Les feuilles et les fruits de *Ficus carica* sont considérés comme une riche source de métabolites secondaires : tanins, coumarines, quinones libres, terpénoïdes, flavonoïdes, alcaloïdes, et saponines.

L'extrait méthanol aqueux de feuilles de *Ficus carica* a présenté des teneurs les plus élevées en polyphénols et en flavonoïdes d'ordre de 19,78 mg EAG/g et 9,92 EQ mg/g.

L'identification des composés phénoliques par la méthode HPLC montre que les fruits et les feuilles de *Ficus carica* sont riches en : acide gallique, catéchine, la rutine, psoralène, bergaptène, acide syringique, quercétine, kaempférol.....ect.

Les effets de la couleur, de la variété des fruits, de la saison de récolte, des procédures séchage et d'extraction influencent sur les teneurs en des composés phénoliques.

Ainsi, nous concluons que *Ficus carica* L. est une plante médicinale très répandue en Algérie. Elle possède des effets antioxydants et antidiabétique, liés à la présence des métabolites secondaires.

Ficus carica représente une source des principes actifs intéressante pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments.

Ce travail mérite d'être approfondi, donc on propose les perspectives suivantes :

- Réaliser une étude phytochimique approfondie qui consiste à la purification, l'identification des différents composés phénoliques par d'autres techniques (RMN, méthode spectrale, spectrométrie de masse).
- Étudier d'autres parties de la plante telle que les fleurs, les écorces, ...
- Évaluation d'autres activités biologiques (anti-inflammatoire, antibactérienne,...).

Références

Bibliographiques

Ademiluyi A.O., Oboh G. (2013). Soybean phenolic-rich extracts inhibit key-enzymes linked to type 2 diabetes (α -amylase and α -glucosidase) and hypertension (angiotensin I converting enzyme) in vitro. *Exp toxicol Pathol*, 65: 305-9.

Adisakwattana S., Yibchok-Anun S., Charoenlertkul P., Wongsasiripat N. (2001). Cyanidin-3-rutinoside alleviates postprandial hyperglycemia and its synergism with acarbose by inhibition of intestinal α -glucosidase. *Journal of clinical biochemistry and nutrition*, 49(1): 36-41.

Ajmal N., Arshad M.U., Saeed F., Ahmed T., Khan A.U., Bader-ul-Ain H., Suleria H.AR. (2016). Exploring the nutritional characteristics of different parts of fig in relation to hypoglycemic potential. *Pakistan Journal of life and social Sciences*, 14: 115-122.

Akath S., Jai P., Meghwal PR., Ranpise SA. (2015). *Breeding of Underutilized Fruit Crops Part I, Chapter 12*, Publisher: Jaya Publishing house New Delhi, Editors: SN Ghosh, 149-179.

Ali B., Mujeeb M., Aeria V., Mir SR., Faiyazuddin M., Shakeel F. (2012). Anti-inflammatory and antioxidant activity of *Ficus carica* Linn. *Nat Prod Res*, 26(5): 460-465.

Ali H.P., Houghton A. (2006). Soumyanath, α -Amylase inhibitory activity of some Malaysian plants used to treat diabetes with particular reference to *Phyllanthus amarus*. *J. Ethnopharmacol*, 107: 449-455.

Arvaniti O.S., Qamaras Y., Gatidou G., Thomaidis N.S., Stasinakis A.S. (2019). Review on fresh and dried figs: chemical analysis and occurrence of phytochemical compounds, antioxidant capacity and health effects. *Food Research International*, 119: 244-267.

Bey B.M., Louaileche H. (2015). A comparative study of phytochemical profile and in vitro antioxidant activities of dark and light dried fig (*Ficus carica L.*) varieties. *Journal of phytopharmacology*, 4(1): 41-48.

Badgajar SB., Patel VV., Bandivdekar AH., Mahajan RT. (2014). Traditional uses phytochemistry and pharmacology of *Ficus carica*. A review. *Pharm Bio*, 52(11) : 1487-503.

- Bahrin N., Muhammad N., Abdullah N., Talip B.H., Jusoh S., Theng S.W.** (2018). Effect of processing temperature on antioxidant activity of *Ficus carica* leaves extract. *Journal of science and technology*, 10(2): 99-103.
- Bakshi D. N. G., Sensarma P., Pal D.C.** (1999). A lexion of medicinal plants in India, Naya Prakash, Calcuta, 424-425.
- Balasundram N., Sundram K., Samman S.** (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99:191-203.
- Benmagnhia S., Meddah B., Tir-touil A., Hernández J. A. G.** (2019). Phytochemical analysis, Antioxidant and Antimicrobial Activities of three samples of dried figs (*Ficus carica L.*) from the region of Mascara (Western Algeria, *J Microbiol Biotech Food Sci*, 9(2): 208-215.
- Bhangale S.C., Patil V.V., Patil V.R.** (2010). Evaluation of Anti-Pyretic Potential of *Ficus carica* leave. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 2(2): 48-50.
- Blainski A., Lopes G.C., De Mello J.C.P.** (2013). Application and analysis of the Folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from *Limonium Brasiliense L.* *Molecules*, 18: 6852-65.
- Boukhalfaa F., Kadri N., Bouchemel S., Ait Cheikh S., Chebout I., Madani K., Chibane M.** (2018). Antioxidant activity and hypolipidemic effects of *Ficus carica* leaf and twig extracts in Triton WR-1339-Induced hyperlipidemic. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 11: 37-50.
- Bouzid A., Chadli R., Bouzid K.** (2016). Ethnobotanical study of the medicinal plant *Arbutus unedo L.* in the region of sidi Bel Abbes in western Algeria.
- Braud-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C.** (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm wiss u technol*, 28: 25-30.
- Çalışkan O., Polat A. A.** (2011). Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica L.*) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey. *Journal of Scientia Horticulturae*, 128: 473-478.
- Cansantan A., Kaya O.F.** (2010). Contributions of the ethnobotanical investigation carried out in Amasya district of Turkey (Amasya-center, Baglarüstü,

Bogaköy and Vermis villages, Yssiçal and Ziyaret tomns). (Biodicon), Biology Diver. Concert, 3: 97-16.

Chawla A., Kaur R., Sharma A.K. (2012). *Ficus carica* Lin.: A Review on its Pharmacognostic, Phytochemical and Pharmacological Aspects. International Journal of Pharmaceutical and Phytopharpharmacological Research, 1(4): 215-232.

Crisosto C., Kader AA. (2007). Figs postharvest quality maintenance guidelines. Postharvest [Accessed 8 November 2007].

De La Calle I., Costas M., Cabaleiro N., Lavilla I., Bendicho C. (2013). Fast method for multielemental analysis of plants and discrimination according to the anatomical part by total reflection X-ray fluorescence spectrometry. Food Chemistry, 138: 234-241.

Del Caro A., Piga A. (2008). Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruit cultivars (*Ficus carica L.*). European Food Research Technology, 226: 715- 719. flection X-ray fluorescence spectrometry. Food Chemistry, 138: 234-241.

Dohou N., Yamni K., Tahrouch S., Idrissi H, L.M., Badoc A., Gmira N. (2003). Screening phytochimique d'une endémique Ibéro-marocaine, Thymelaea lythroids. Bulletin de la société de pharmacie de Bordeaux, 142: 61-78.

Dominguez Af. (1990). La higuera. Frutal mediterraneo para climas calidos. Madried, Ediciones Mundi-Prensa.

Dueñas M., Perez-Alonso J.J., Santos-Buelga C., Escribano-Bailon T. (2008). Anthocyanin composition in fig (*Ficus carica L.*). Journal of Composition and Analysis, 21: 107-115.

Duke J.A., Bugenschutz-godwin M.J., Du collier J., Duke P.K. (2002). Hand Book of medicinal herbs, CRC Press, Boca Raton, Fla, USA, 2nd edition.

Durand D., Damon M., Gobert M. (2013). Le stress oxydant chez les animaux de rente : principes généraux. Cahiers de Nutrition et de Diététique, (48): 218-224.

El-Khaloui M. (2010). Valorisation de la figue au Maroc. Transfert de technologie en agriculture (Maroc), 186 : 1-4.

- El-Shobaki F.A., El-Bahay A.M., Esmail S.A., Abdel Mageid A.A., Esmail N.S.** (2016). Effect of fogs fruits (*Ficus carica*) and its leaves on hypoglycemia in Alloxan diabetic rats, world Journal of Dairy and food Sciences, 5(1): 47-57.
- Evans W.C.** (1996). Trease and Evans Pharmacognosy, 14 th Ed., (Bailliere Tindall W. B)pp. Saunders company Ltd, London, UK, 224-228, 293-309, 542-575.
- Farooq SA., Singh R., Saini V.** (2019). Evaluation of phytochemical constituents and antioxidant potential of hydro-alcoholic and aqueous extracts of *Murraya koenigii* L. and *Ficus carica* L. *International Journal Edited by the Institute of Natural Fibres and Medicinal Plants*, 65(4).
- Gaaliche B., Saddoud O., Mars M.** (2012). Morphological and pomological diversity of fig (*Ficus carica* L.) cultivars in Northwest of Tunisia. International Scholarly Reseach Network. ISRN Agronomy, (9): 326-461.
- Ghanemi Adila.** (2019). Etude phytochimique, analyse chromatographie sur couche mince et évaluation de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Ficus carica*. Thèse de master université Tlemcen.
- Gani G., Fatima T., Qadri T., Beenich., Jan N., Bashir O.** (2018). Phytochemistry and pharmacological activities of fig (*Ficus carica*): Areview. *International Journal of Reseach in Phamaceutical Sciences*, (3): 80-82.
- Ghestem A., Seguin E., Paris M., Orecchioni A.M.** (2001), Le préparateur en pharmacie. Dossier 2, Botanique, Pharmacognosie, Phytothérapie. homeopathie. Tec et Doc (Ed), 272.
- Gibernau M., Buser HR., Frey JE., Hossaert-McKey M.** (1997). Volatile compounds from extracts of figs *Ficus carica*. *Phytochemistry*, 46: 241-4.
- Gilani A.H., Mehmood M.H., Janbaz K.H., Khan A.U., Saeed S.A.** (2008). Ethnopharmacological studies on antispasmodic and antiplatelet activities of *Ficus carica*. *J.Ethnopharmacol*, 119:1-5.
- Gillani M., Iftikhar H., Pasha I., Lodhi A.** (2018). Development and characterization of fig (*Ficus carica*) leaves Tea with special reference to hypoglycemic effect. *Pak. J. Sci. Ind. Res. Ser. B: biol. Sci*, 61B, (2): 78-83.

Giustarini D., Dalle-Donne I., Tsikas D., Rossi R. (2009). Oxidative stress and human diseases: origin, link, measurement, mechanisms, and biomarkers. *Crit Rev Clin Lab Sci*, 46: 241-81.

Graziani G., D'Argenio G., Tuccillo C., Loguercio C., Ritieni A., Morisco F., Del Vecchio Blanco C., Fogliano V., Romano M. (2005). Apple polyphenol extracts prevent damage to human gastric epithelial cells in vitro and rat gastric mucosa in vitro, *Gut*, 54: 193-200.

Guarrera PM. (2003). Traditional phytotherapy in Central Italy (Marche, Abruzzo, and Latium). *Fitoterapia*, 76(1): 1-25.

Hamia C., Guergab A., Rennane N., Birache M. (2014). Influence des solvants sur le contenu en composés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits du *Rhanterium adpressum*, *Annales des Sciences et Technologie*, 6(1).

Hanania M., Radwan S., Handal G., Rimawi F. (2020). Seasonal variations in antioxidant activity, Total flavonoids content, Total phenolic content antimicrobial activity and some bioactive components of *Ficus carica* L in Palestine. *International Journal of Pharm Tech Reseach*, 13(4): 329-340.

Harborne JB. (1998). *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis*. 3^{ème} Ed. Chapman and Hall Thomson science UK, 203-234.

Harzallah A., Bhourri A.M., Amri Z., Soltana H., Hammami M. (2016). Phytochemical content and antioxidant activity of different fruit parts juices of three figs varieties grown in Tunisia. *Industrial Crops and Products*, 83: 255-267.

Hennebelle T., Sahpaz S., Bailleul F. (2004). Polyphenols, végétaux, sources, utilisation et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, (1): 2-5.

Heshmati-Afshar F., Delazar A., Nazemiyeh H., Esnaashari S., Moghadam S. B. (2012). Comparison of the total phenol, flavonoid contents and antioxidant activity of methanolic extracts of *Artemisia spicigera* and *A. Splendens* growing in Iran. *Pharmaceutical sciences* pp, 18(3): 165-170.

Hossain S.J., El-Sayed M., Aoshima H. (2009). Antioxidative and anti- α -amylase activities of four wild plants consumed by pastoral nomads in Egypt. *Orient Pharm Exp Med*, (3): 217-224.

Idolo M, Motti R, Mazzoleni S. (2010). Ethnobotanical and phytomedicinal knowledge in a long-history protected area, the Abruzzo, Lazio and Molise National Park Italian Apennines. *J Ethnopharmacol*, 127: 379-95.

Iffat A., Naqvi S.H., Rehman N.U., Qureshi M.M. (2020). Comparative antioxidant and antidiabetic activities of *Ficus carica* Pulp, Peel, and Leaf and their correlation with phytochemical contents. *Pharm Res*, 4(2): 000197.

Jaakola L., Määttä K., Pirttilä AM., Törrönen R., Kärenlampi S., Hohtola A. (2002). Expression of genes involved in anthocyanin biosynthesis in relation to anthocyanin, proanthocyanidin, and flavol levels during Bilberry fruit development. *Plant Physiol*, 130: 729-739.

Jaeger R., Cuny E. (2016). Terpenoids with special pharmacological significance: a review. *Nat Prod Comm*, 11(9): 1934578X1601100946.

Jami'ah S.R., Ifaya M., Pusmarani J., Nurhikma E. (2018). Uji aktivitas antioksidan ekstrak ekstrak metanol kulit pisang. Raja (*Musa paradisiaca sapientum*) dengan method DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). *J Mandala pharm Indonesia*, 4: 33-38.

Jankun J., Selman S.H., Swiercz R., Skrzypczak-Jankun E. (1997). Why drinking green Tea could prevent cancer. *Nature*, 387, 561.

Jasmin R., Manikanda K., Brinda., Niveditha., Kalaivani., Thirupathi., Manikandan G. (2014). Evaluating the efficiency of *Ficus carica* fruits against a few drugs resistant bacterial pathogens. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 3(2): 1394-1400.

Javed A., Iffat K. (2013). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of *Ficus carica* leaves: an In vitro approach. *Plant Pathology and Microbiology*, (4): 1-4.

Khan K.Y., Khan M.A., Ahmad M., Hussain I., Mazari P., Fazal H., Ali B., Khan I.Z. (2011). Hypoglycemic potential of genus *Ficus L.*: A review of ten years of plant Basad medicine used to cure Diabetes (2000-2010). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 01(06) : 233-227.

Kurniawan MF., Yusuf FA. (2021). The possible antidiabetic effect of *Ficus carica L.* Tablet on Iloxan-induced diabetes model in rats. *Open access maced J med sci*, 9(A): 727-734.

Lahmadi Ayoub., Filali Hassan., Samaki Hamid., Zaid Abdelhamid., Aboudkhil Souad. (2019). Phytochemical screening, antioxidant activity and inhibitory potential of *Ficus carica* and *Olea europaea* leaves. *Bioinformation*, 15(3): 226-232.

Lozanova E., Savova E., Lateva V., Teneva-Angelova T. (2022). Endophytic microflora from ficus carica L. leaves-isolation, characterization and potential for application. *Bio web of conferences*, 45: 02004.

Lubbe A, Verpoorte R. (2011). Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*, 34: 785-801.

Lui S., Li D., Huang Y., Chen Y., Lu X., Wang Y. (2013). Inhibition of pancreatic lipase, alpha-glucosidase, alpha-amylase, and hypolipidemic effects of the total flavonoids from *Neulumbo nucifera* leaves. *J.Ethnopharmacol*, 149: 263-269.

Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jiménez L. 2004. Polyphenols: Food Sources and Bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79: 727-47.

Mawa S., Husain K., Dan Jantan I. (2013). *Ficus carica* L. (Moraceae): Phytochemistry, traditional uses and biological activities. *Evid Based Complement Altern Med*, 974256.

Mc Donald S., Prenler PD., Antolovich M., Robards K. (2001). Phenolics content and antioxidant activity of olive oil extracts. *Food chem*, 73:73-84.

Melgarejo P., Hernandez F., Matinez J.J., Salazar D.M. (2003). Organic acids and sugars from first and second crop fig juices. *Acta Horti*, 605: 237-239.

Mensor L.L., Menezes F.S., Leitão G.G., Reis A.S., Santos T.C.D., Coube C.S., Leitão S.G. (2001). Screening of Brazilium plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method in Phytotherapy reseach N2pp, (15): 127-130.

Meziant L., Saci F., Bachir Bey M., Louaileche M. (2015). Varietal influence on biological properties of Algerian light figs (*Ficus carica* L.). *International Journal of Bioinformatics and Biomedical Engineering*, (1): 237-243.

Mladenova T., Stoyanov P., Denev P., Dimitrova S., Katsatova M., Teneva D., Todorovk K., Bivolarska A. (2021). *Plants*, 10710.

- Ramgopal M., Muniswamy G., Balaji M., Neil A.KMd., Shahidul I.** (2018). The effects of *Ficus carica* on the activity of enzymes related to metabolic syndrome. *Journal of food and drug analysis* 26: 201-210.
- Nakilcioglu E., Hışily Y.** (2013). Reseach on the phenolic compounds in Sarilop (*Ficus carica* L.) fig sample. *GIDA*, 38(5): 267-274.
- Oliveira AP., Valentão P., Pereira J.A., Silva BM., Tavares F., Andrade P.B.** (2009). *Ficus carica* L. : Metabolic and biological screening. *Food Chem Toxicol*, 47(11): 2841-6.
- OMS.** (2002). Perspectives politiques de l'OMS sur les médicaments. *Médecine Traditionnelle : besoins croissants et potentiel*. Genève.
- OMS.** (2012). *Statistiques sanitaires mondiales*. OMS, 198p.
- Ouchemoukh S., Hachoud S., Boudraham H., Mokrani A., Louaileche H.** (2012). Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. *Food Chemistry*, 120: 1067-1075.
- Panche AN., Diwan AD., Chandra S.R.** (2016). Flavonoids : an overview. *J Nutr sci*.
- Paşayeva L., Özalp B., Fatullayev H.** (2020). Potential enzyme inhibitory properties of extracts and fractions from fruit latex of *Ficus carica*-based on inhibition of α -amylase and α -glucosidase. *Journal of food measurement and characterisation*.
- Patil V.V., Patil V.R.** (2011). Evaluation of anti-inflammatory activity of *Ficus carica* Linn. Leaves. *Indian Journal of Natural Product and Ressources*, (2): 151-155.
- Pèrez C., Canal J., Torres M.** (2003). Experimental diabetes treated with *Ficus carica* extract : Effet on oxidative stress parameters. *Acta diabetol*, 40(1): 3-8.
- Pinelo M., Rubilar M., Jerez M., Sineiro J., Núñez M.J.** (2005). Effect of solvent, temperature, and solvent-to-solid ratio on the total phenolic content and antiradical activity of extracts from different components of Grape Pomace. In *journal of agricultural and food chemistry* pp, 53(6): 2111-2117.
- Parnamasari R., Winarni D., Permanasari A. A., Agustina E., Hayaza S., Darmanto W.** (2019). Anticancer activity of methanol extract of *Ficus carica* leaves

and fruits against proliferation, apoptosis, and necrosis in Huhèit cells, *Cancer Informatics*, (18): 1-7.

Qin H., Zhou G., Peng G. (2014). Application of Ionic liquid-Based ultrasound-Assisted Extraction of five phenolic compounds from fig (*Ficus carica L.*) for HPLC-UV. *Food Anal. Methods*.

Quezel P., Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, CNRS Paris.

Rabhi A., Falleh H., Limam F., Ksouri R., Abdelly C., Raies A. (2013). Upshot of the ripening time on biological activities, phenol content and fatty acid composition of Tunisian *Opuntia ficus-indica* fruit. *African Journal of biotechnology*, 12(40): 5875-5885.

Rahmani A. H., Aldebasi Y. H. (2017). *Ficus carica* and its constituents role in management of diseases. *Asian Journal Of Pharmaceutical And Clinical Reseach*, (10): 49-53.

Ramdani K., Sellami M. (2006). L'étude phytochimique et biologique de l'espèce "*Tilia cordata*". Thèse d'Ingénieur d'Etat en Chimie. Université M'sila Algérie.

Riberau-Gayon P. (1968). Propriétés chimiques des phenols. Application aux produits naturels. In: Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod. 28-157.

Richter G., Schwarz H.P., Dorner F., Peter L. (2002). Activation and inactivation of human factor X by proteases derived from *Ficus carica* Linn. *British Journal of Haematology*, 119: 1042-1051.

Shai L.J., Masoko P., Mokgotho M.P., Magano S.R., Mogale A.M., Boadu O.N., Eloff J.N. (2010). Yeast alpha glucosidase inhibitory and antioxidant activities of six medicinal plants collected in phalaborwa South Africa. *SAfr JBot*, 76:465-70.

Shimada K., Fujikawa K., Yahara K., Nakamura T. (1992). Antioxidative properties of xanthum on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *J.Agric. Food chem*, 40: 945-948.

Soby S. (1997). Fig fact sheet. Fryit and nut. Reseach and information center. Available from: <http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/index.html> [Accessed 8 November 2007].

- Soni N., Mehta S., Satpathy G., Gupta RK.** (2014). Estimation of nutritional, phytochemical, antioxidant and antibacterial activity of dried fig (*Ficus carica*). *J Pharmacogen Phytochem*, 3(2): 158-165.
- Solomon S., Golubowicz Z., Yablowicz S., Grossman M., Bergma M., Gottlieb H.E., Altman A., Kerem Z., Flaishman M.A.** (2006). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(20): 7717-7723.
- Stover, E., M. Aradhya, L. Ferguson, C. Crisosto.** (2007)b. The fig Overview of an ancient fruit. *HortScience* 42: 1083-1087.
- Tahereh E.O., Saeideh A., Arezu A.A, Abbas D., Mahdiyeh P., Siew H.G., Moslem N.** (2015). Methanolic extract of *Ficus carica* Linn. Leaves exerts antiangiogenesis effects based on the rat air pouch model of information. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Trease G.E., Evans W.C.** (1989). *A textbook of pharmacognosy*, 13 th Ed bacilluere tinal ltd. London.
- Tous J., Ferguson L.** (1996). Mediterranean fruits, in progress in *New Crops*, J. Janick, Ed., pp., ash press, Arlington, Va, USA, 416-430.
- Turan A., Celik I.** (2016). Antioxidant and hepatoprotective properties of dried fig against oxidative stress and hepatotoxicity in rats. *Internatinal Journal of Biological Macromolecles*, 91: 554-559.
- Veberic R., Colaric M., Stampar F.** (2008). Phenolic acids and flavonoids of fig (*Ficus caria* L.). in the northern Mediterranean region. *Food Chemistry*, 106: 153-157.
- Vinson J.A.** (1999). The functional food properties of figs. *Cereal Food world*, 4: 82-87.
- Vinson J.A., Zubik L., Bose P., Samman N., Proch J.** (2005). Dried fruits : excellent in vitro and in vivo antioxidant s. *Journal of the American college of nutrition*, 24: 44-50.
- Wang G., Wang H., Song Y., Jia C., Wang Z., Xu.** (2004). Studies on anti-HSV effect of *Ficus carica* leaves. *Zhong Yao Cai. Journal of Chinese Medicinal Materials*, 27: 754-6. .

- Werbach M.** (1993). Healing with food. New York: HarperPerennial, 54: 287.
- Yan H., Dong Y., Du H., Shi H., Peng Y., Li X.** (2011). Antioxidant compounds from propolis collected in an hui, china molecules, 16: 3444-3455.
- Yang XM., Yu W., Ou ZP., Liu WM., Ji XL.** (2009). Antioxidant and immunity activity of water extract and crude polysaccharide from *Ficus carica* L. fruit. Plant Foods for human Nutrition, 64(2): 167-173.
- Yi W., Wetzstein H.Y.** (2011). Effects of Drying and extraction conditions on the biochemical activity of selected Herbs, in Horticulture science pp., 46(1): 70-73.
- Zhishen J., Mengcheng T., Jianming W.** (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food chem, 64: 555-9.