

***Tamarindus indica* L. : Potentiel exploré pour la domestication et perspectives de recherche** ***Tamarindus indica* L. : Potential explored for domestication and prospects for research**

Isaac Vitoekpon, Adandé Belarmain Fandohan

Reçu : 19/03/2021 - Accepté: 10/10/2021 - Publié en ligne: 25/11/2021

Résumé

Tamarindus indica est un arbre fruitier aux multiples usages, très prisé en Afrique et en Asie. Cette revue présentant une synthèse bibliographique sur l'état des connaissances de la biologie et de l'ethnobotanique de l'espèce, a pour but de rapporter les connaissances sur l'espèce issues des recherches scientifiques et les gaps d'information pouvant donner lieu à des prospections scientifiques sur l'espèce. La recherche de littérature a été faite avec le moteur de recherche « Google Scholar » sur la base du binôme latin « *Tamarindus indica* » sur une période de 25 ans. L'analyse de la littérature a montré que *Tamarindus indica* est très exploitée pour ses usages alimentaires et médicinaux. Il constitue une culture de rente en Asie alors qu'il est encore sous valorisé en Afrique. Un nombre élevé de travaux de recherche se sont focalisés sur l'écologie, la structure des populations naturelles, les ravageurs et les propriétés chimiques des organes de l'espèce. Pour mener à bien le processus de domestication et garantir l'utilisation durable de l'espèce, des études complémentaires doivent être menées sur la sylviculture, les facteurs écologiques et génétiques plus déterminants de la diversité au sein de l'espèce et la phytopathologie, pour faciliter l'intégration de l'espèce dans les politiques formelles de production et de conservation des ressources biologiques.

Mots clés : Tamarinier, biologie, connaissance écologique traditionnelle, domestication, utilisation durable

Abstract

Tamarindus indica is an agroforestry fruit species very popular in Africa and Asia. This review aimed to document the contributions and the gaps of research efforts on the species, in order to identify the research prospects. Literature search was carried out with the search engine and database "Google Scholar" and AGORA on the basis of the Latin name "*Tamarindus indica*" over a period of 25 years. Analysis of the literature showed that *T. indica* is widely exploited for its food and medicinal uses, mainly. It constitutes a cash crop in Asia while it is still undervalued in Africa. A considerable amount of research has focused on ecology, the structure of natural populations, pests and the chemical properties of its organs. Domestication and sustainable use of this species in Africa demand further research endeavors in silviculture, ecological genetics and phytopathology. This would facilitate integration of tamarind into formal production and conservation policies.

Keywords : Tamarind, biology, traditional ecological knowledge, domestication, sustainable use

Affiliation des auteurs

Unité de Recherche en Foresterie et
Conservation des Bio-Ressources - École
de Foresterie Tropicale, Université
Nationale d'Agriculture, BP 43, Kétou

Pour citer l'article

Vitoekpon I, Fandohan AB. 2021. *Tamarindus indica* L. :
Potentiel exploré pour la domestication et perspectives de
recherche. Sciences and Technologies for Sustainable
Agriculture. 2021, 1(1): 39-56.

Auteur correspondant : Adandé Belarmain Fandohan, E-mail : bfandohan@gmail.com

INTRODUCTION

L'importance des plantes alimentaires et ou médicinales autochtones dans le quotidien des communautés rurales a été documentée à suffisance. Dans les pays à faible revenu plusieurs de ces espèces sont essentiellement exploitées par les femmes. Dans ces cas de figure, elles ont un grand potentiel pour soutenir les programmes de diversification des sources de revenus de ces dernières et de contribuer à leur autonomisation financière (Fandohan et al., 2013 ; Fandohan et al., 2015). Certaines de ces plantes sont également connues pour leur contribution aux économies rurales et ont fait l'objet de plusieurs études dans le cadre de leur intégration dans les politiques formelles de production agricole. En dépit des élans d'intérêts pour ces plantes, la plupart continue d'être surexploitées en l'absence de politique d'utilisation durable. Ce qui constitue une menace pour leur survie et le bien-être des populations qui en dépendent (Assogba et al., 2018).

Pour garantir la restauration et la conservation de ces ressources, des initiatives agroforestières actuelles se sont données pour objectifs de faciliter l'intégration de ces espèces à fort potentiel socioéconomique dans les systèmes agroforestiers (FAO, 2004; ICRAF, 2005 ; Akinifesi et al., 2008). Au nombre de ces espèces, figure, le tamarinier (*Tamarindus indica* L). *T. indica* L. est une espèce agroforestière semi-sempervirente de la famille des Leguminosae et de la sous famille des Detarioideae (Legume Phylogeny Working Group, 2017). Elle fait partie des dix espèces agroforestières classées prioritaires en fonction de leur disponibilité sur le marché et de la facilité d'accès à leurs produits dans la sous-région Ouest-Africaine (Eyog Matig et al., 2002 ; Akinifesi et al., 2008). En Afrique en général, le tamarinier est fortement utilisé à des fins alimentaires, médicinales, artisanales et culturelles (Garba et al., 2019 ; Bourou et al., 2012 ; Fandohan et al., 2010a ; Jama et al., 2008 ; Codjia et al., 2003). Elle est originaire de l'Afrique et de l'Inde mais présente aujourd'hui une distribution pantropicale (Fandohan et al., 2017). La domestication du tamarinier dans les systèmes agroforestiers traditionnels pourrait faciliter sa conservation (Van Staden, 1999), contribuer à la sécurité alimentaire, et à la santé publique (Van Der Stege et al., 2011) et améliorer les conditions de vie des populations notamment des femmes (Fandohan et al., 2010a). Du point de vue de l'adaptation au changement climatique, les plantes autochtones telles que le

tamarinier pourraient jouer un rôle stratégique (Fandohan et al., 2015).

Dans la perspective d'une agriculture climato-intelligente, les pays en Afrique au Sud du Sahara faisant face au changement climatique doivent explorer et identifier les meilleures espèces qui faciliteront l'adaptation de leur système de production agricole et forestière au changement climatique (Fandohan et al., 2015). La recherche scientifique constitue en la matière le principal bras armé pour permettre la mise en œuvre de décisions basées sur la science. Un des freins majeurs à la formulation de politique et à l'intégration de ces espèces dans les politiques de production est l'absence de données synthétisées et facilement valorisables par les gouvernants sur ces espèces.

Cette revue se propose de faire le point des connaissances disponibles sur le tamarinier, ressortir les lacunes et perspectives de recherche dans le cadre de sa domestication et son utilisation pour l'amélioration des conditions de vie des populations dans son aire de distribution africaine. Les apports et les insuffisances de la documentation existante sur le tamarinier se focaliseront sur les axes suivants : (1) Taxonomie, description botanique, origine et distribution géographique, caractéristiques structurales, écologie ; (2) usages, valeurs nutritionnelles, propriétés chimiques, importance socioéconomique ; (3) sylviculture, génétique, domestication, propagation ; (4) menaces et stratégies de conservation. Les perspectives de recherche seront ensuite dégagées en se basant sur les insuffisances et lacunes de la littérature.

METHODOLOGIE

Nous avons exploité le moteur de recherche «Google Scholar» et la base de données scientifiques AGORA en entrant le binôme latin «*Tamarindus indica*» puis spécifier à chaque fois, l'intervalle d'années à considérer qui est de quatre années consécutives à partir de l'année 1995. Ainsi, l'inventaire de toutes les publications ou documents scientifiques qui portent dans leur titre ou contenu le binôme latin «*Tamarindus indica*» a été réalisé. Les brevets et les citations n'ont pas été pris en compte. La figure 1 présente sur vingt-cinq (25) années, l'évolution du nombre de publications ou documents scientifiques sur *T. indica*. L'analyse de la figure 1 montre que les publications relatives au tamarinier ont connu une augmentation exponentielle dans le temps.

De la période 1995-1999 à 2015-2019, le nombre de publications est passé de 1710 à 11700 publications, soit environ 7 fois le nombre initial en vingt-cinq (25) années. Ce constat témoigne d'une augmentation de l'intérêt des chercheurs pour le tamarinier. En tenant compte des intervalles d'années prédéfinis (Figure 1), nous avons sélectionné, lu et analysé 813 publications comportant le binôme latin «*Tamarindus indica*» dans leur titre et qui ont rapport aux quatre (04) groupes thématiques suivantes: (1) Taxonomie, description botanique, distribution géographique, caractéristiques structurales, écologie; (2) usages, valeurs nutritionnelles, propriétés chimiques, importance socioéconomique; (3) sylviculture, génétique, domestication, propagation; (4) menaces et stratégies de conservation.

La figure 2 montre la proportion des publications scientifiques sur *T. indica* en rapport avec les quatre (04) groupes thématiques définis ci-dessus. On note que plus de la moitié des efforts de recherche sur le tamarinier ont été investis sur les usages, valeurs nutritionnelles, propriétés chimiques, importance socioéconomique (59%). Ainsi les aspects relatifs à la génétique, la domestication (17%), la niche écologique (11%) et les menaces (13%) surtout d'ordre entomologique et anthropique qui pèsent sur les populations de l'espèce ont fait l'objet de moins d'investigation en terme de volume (fréquence absolue) des publications.

TAXONOMIE, DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE, ECOLOGIE, DESCRIPTION BOTANIQUE ET CARACTERISTIQUES STRUCTURALES

Origine, taxonomie, distribution géographique et écologie

T. indica L. connue sous les appellations «tamarinier» en français, «Tamarind, Madeira mahogany, Indian date » en anglais et avec les synonymes « *Tamarindus occidentalis* [Gaertn], *Tamarindus officinalis* [Hook], *Tamarindus umbrosa* [Salisb].) est une espèce pantropicale de la famille des Fabaceae (APG IV, 2016), actuellement classée dans la famille des Leguminosae, sous famille des Detarioideae, tribu de Amherstieae (de la Estrella et al., 2018). C'est un arbre fruitier semi-sempervirent, très plastique sous les tropiques (Afrique, Asie, Madagascar et Amérique du Sud) (Bowe et Haq, 2010). Actuellement, elle présente une distribution pantropicale mais son origine précise reste un sujet de débat. D'une part, Poupon et Chauvin (1983) et Bärtel (1994) supposent que son origine se trouve en Asie notamment en Inde, en raison de son

appellation «Tamar hindi» qui signifie «datte indienne». Une autre information congruente avec cette hypothèse est la présence de l'espèce dans les sources bouddhistes 650 avant JC et dans les sources brahmasamhitanes 1200 avant JC (Aubrville, 1950). D'autre part, d'autres auteurs affirment qu'elle est originaire d'Afrique et a été introduite en Inde à une date précoce (Lefèvre, 1971; Grollier et al., 1998; El-Siddig et al., 2006), étant donné que des vestiges de vergers datant de 400 av. sont connus en Égypte et compte tenu de sa large distribution dans la végétation naturelle des zones arides et semi-arides africaines. Le fait que les données fossiles sur les Detarioideae soient beaucoup plus anciennes en Afrique (orientale, occidentale et septentrionale) qu'en Eurasie, remontant à la fin du Maastrichtien ou au Paléocène (Herendeen et Jacobs, 2000; Pan et al., 2010), suggèrent que l'origine de l'espèce pourrait se situer en Afrique.

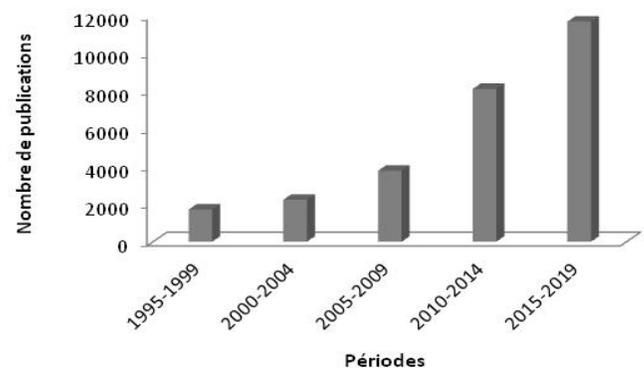


Figure 1 : Publications sur *Tamarindus indica* au cours des 25 années. Sources des données : Google scholar, 28 mars 2020

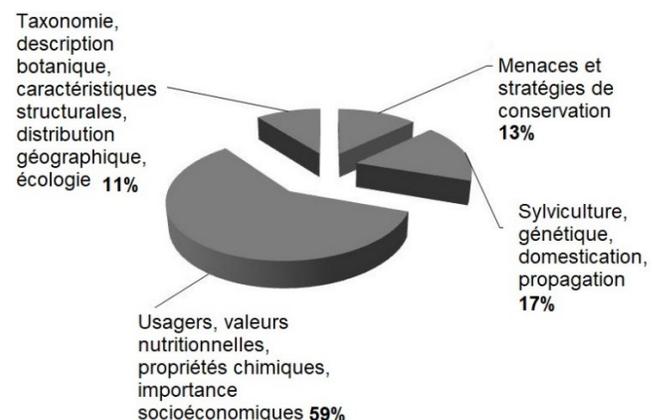


Figure 2. Proportions des publications scientifiques sur *Tamarindus indica* en fonction de diverses thématiques sur une période de 25 années. Sources des données : Google scholar, 28 mars 2020

Il demeure cependant possible que toutes les espèces de ce groupe ne soient pas originaires de son centre de diversité inféré.

Le tamarinier, une espèce typique des milieux semi-arides à arides réalise son préférendum écologique dans le centre d'endémisme Soudanien et les zones de transitions Soudano-sahélienne et Soudano-zambézienne (Nyadoï, 2005 ; Fandohan, 2007 ; Maundu et al., 1999). La figure 3 indique les pays africains où il est observé à l'état naturel. En dépit de son absence à l'état naturel du centre d'endémisme Guinéo-Congolais plus arrosé, l'espèce a une plus forte capacité de régénération et une plus forte densité en forêts galeries ou en bordure de rivière à travers toute son ère de distribution en Afrique et à Madagascar (Fandohan et al., 2011b ; Mojeremane et Tshwenyane, 2004 ; Blumenfeld-Jones et al., 2006). Cette attraction pour les milieux humides sous climat sec pourrait suggérer des inquiétudes quant à sa capacité à s'adapter aux changements climatiques. Toutefois, la modélisation de l'impact potentiel des changements climatiques sur cette espèce indique plutôt qu'une aridification des conditions climatiques serait favorable à sa conservation en Afrique de l'Ouest (Bourou et al., 2012 ; Fandohan et al., 2013).



Figure 3 : Pays d'occurrence naturelle de *T. indica* en Afrique

Description botanique et caractéristiques structurales

Le Tamarinier est semi-sempervirente en zone subsaharienne (El-Siddig et al., 2006 ; Fandohan, 2007 ; Maundu et al., 1999) mais sempervirente dans les caraïbes, les parties sud, centre et nord de l'Amérique (Janick et Paull, 2008 ; Parrota, 1990 ; Gunasena et Hughes, 2000).

C'est un grand arbre dont la hauteur totale varie de 12 à 25 m. Le fût est généralement droit et épais à la base. Il a un diamètre pouvant aller jusqu'à 150 cm avec un houppier dense et sombre. L'écorce, de couleur grise, est écailleuse profondément fissurée. Les feuilles sont alternes, composées imparipennées portant 8 à 15 paires de folioles opposées. Les fleurs sont de couleur crème jaune striée de rouge brun avec 4 sépales et 3 pétales. Les fruits sont des gousses indéhiscentes subcylindriques de couleur brun-rouse, contenant des pulpes et fibres de couleur brune, d'acidulées à légèrement sucrées et collantes. (Parrota, 1990 ; Gunasena et Hughes, 2000 ; Diallo et al., 2008 ; El-Siddig et al., 2006 ; Eyog Matig et al., 2006 ; Janick et Paull, 2008 ; Arbonnier, 2009).

En Afrique de l'Ouest, la floraison du tamarinier est effective en fin de saison sèche généralement de mars à juin. La fructification s'observe de mars à mai ou d'octobre à décembre en fonction des conditions climatiques (Arbonnier, 2009). Le tamarinier est une espèce hermaphrodite dont le développement du bourgeon floral s'étend sur 20 jours (Diallo, 2001 ; El-Siddig et al., 2006). En dépit des efforts pour l'épargner lors de l'installation des champs, des travaux récents ont montré que ses populations dans les parcs agroforestiers traditionnels sont beaucoup plus vulnérables que dans les aires protégées (Fandohan et al. 2010b ; Nyadoï, et al., 2011). Cette vulnérabilité est caractérisée par une faible capacité de régénération.

USAGES, VALEURS NUTRITIONNELLES, PROPRIETES CHIMIQUES ET IMPORTANCE SOCIOECONOMIQUE

Usages alimentaires et cosmétiques

Le tamarin joue un rôle essentiel de subsistance pour les communautés rurales en zone Ouest – Africaine (Van Der Stege et al., 2011 ; Fandohan et al. 2010a). De par la composition en vitamines et minéraux de ses feuilles, graines, pulpe et fleurs (Okello et al., 2017 ; Hamacek et al., 2013), il entre dans la préparation des boissons et des repas ;

constituant un élément important dans l'alimentation des populations locales (Tableau 1). Hormis le volet alimentaire, les extraits des fruits du tamarinier entre dans la production du biodiesel (Nabora et al., 2019). L'application des extraits des feuilles sur la peau fraîche des caprins permet une meilleure conservation (Tamil Selvi et al., 2015).

Sur le plan cosmétique, les extraits des graines du tamarinier permettent la fabrication de pommades pour la peau (Leti et al., 2013). Les graines servent également à la fabrication de peintures et vernis (Bourou et al., 2012).

Usages médicaux

En Afrique, la connaissance des usages médicaux des plantes est empirique et plus de 80% de la population ouest-Africaine ont recours à ces connaissances endogènes sur les vertus des plantes pour le traitement des maladies (OMS, 2002). Ainsi, les traitements médicaux sont en majorité basés sur les vertus de la flore autochtone. *T. indica* est connue pour ses potentialités très considérables en matière de soins de santé de base des populations locales en médecine traditionnelle (Havinga et al., 2010). En Afrique de l'ouest, 184 différentes utilisations médicinales ont été rapportées (Van Der Stege et al., 2011). La distribution des utilisations médicinales en Afrique indique une diversité des usages plus élevée en Afrique de l'Ouest qu'en Afrique de l'Est (Havinga et al., 2010). Divers organes de l'espèce à savoir les feuilles, l'écorce, les graines, la pulpe, les racines sont utilisées à des fins thérapeutiques. L'extrait de la pulpe du tamarinier a un potentiel aphrodisiaque (Rai et al., 2018 ; Fandohan et al. 2010a) et un effet laxatif et purgatif (Fandohan et al. 2010a ; El-Siddig et al., 2006). Au nombre des problèmes de santé traités figurent aussi bien des maladies chroniques comme le diabète et le cancer que des affections mineures comme les migraines, enflures etc. (Tableau 2). La tradition orale, principal mode de transmission des connaissances endogènes sur l'espèce, entraîne leur érosion (Light et al., 2005) par une perte croissante des connaissances en médecine traditionnelle à travers le temps (Van Wyk, 2002).

Tableau 1 : Les usages alimentaires de *T. indica*

Organes utilisés	Usages	Références
Feuilles, graines et fruits	Alimentation du bétail	Sikiru <i>et al.</i> , 2018 ; Garba <i>et al.</i> , 2019 ; Jama <i>et al.</i> , 2008 ; Bourou <i>et al.</i> , 2012 ; Muok et Alem, 2011
Fruits	Fabrication de boissons, sirop	Nassereddin <i>et al.</i> , 2005 ; Adeola <i>et al.</i> , 2010 ; Fandohan <i>et al.</i> , 2010a ; Garba <i>et al.</i> , 2019 ; El-Siddig <i>et al.</i> , 2006 ; Muok et Alem, 2011 ; Diallo, 2001
Graines	Production d'huile	Panchal <i>et al.</i> , 2014 ; Abdu, 2019 ; Chacon- Fernandez <i>et al.</i> , 2019 ; Bourou <i>et al.</i> , 2012
Pulpe	Production de vinaigre	Alawad <i>et al.</i> , 2015 ; Taha <i>et al.</i> , 2016
Fruits	Fabrication de vin	Pongkan <i>et al.</i> , 2018
Fruits	Fabrication de confiture	El-Siddig <i>et al.</i> , 2006
Pulpe, Graines et Feuilles	Alimentation des poissons chats africains et des Tilapia du Nil	Adeniyi <i>et al.</i> , 2018 ; Nwanna <i>et al.</i> , 2004
Feuilles et fleurs	Légumes ; préparation de bouillie de mil, production de miel de qualité supérieure	Garba <i>et al.</i> , 2019 ; Fandohan <i>et al.</i> 2010a ; Bowe et Haq, 2010 ; Bourou <i>et al.</i> , 2012 ; Muok et Alem, 2011
Graines	Amuse-gueule ; farine pour pains et gâteaux	Garba <i>et al.</i> , 2019 ; Bourou <i>et al.</i> , 2012
La gomme ; pulpe ; fruits	Ingrédient ou additif alimentaire	Garba <i>et al.</i> , 2019 ; Bourou <i>et al.</i> , 2012 ; Muok et Alem, 2011
Graines (téguments)	Alimentation des poulets de chair	Aengwanich <i>et al.</i> , 2010

Tableau 2 : Les usages médicaux de *Tamarindus indica*

Organes utilisés	Forme d'utilisation	Maladies traitées	Références
Feuilles	Extraits	Cataracte	Srikanth, 2009
Feuilles et pulpe	Extraits	déparasitage et plaies	Abdallah et Muhammad, 2018 ; Fandohan <i>et al.</i> , 2010a ; Lima <i>et al.</i> , 2017 ; bin Mohamad <i>et al.</i> , 2012 ; Bhadoriya <i>et al.</i> , 2011 ; De Caluwé <i>et al.</i> , 2010 ; Havinga <i>et al.</i> , 2010 ; Kuru, 2014 ; Mute <i>et al.</i> , 2009 ; Das <i>et al.</i> , 2011
Pulpe	Extraits	Obésité	Azman <i>et al.</i> , 2012 ; Medeiros <i>et al.</i> , 2018 ; Sasidharan <i>et al.</i> , 2014 ; Khairunnuur <i>et al.</i> , 2010
Graines, Feuilles, Ecorce et Racines	Extraits	Douleurs, enflure, migraine, stress oxydatif	Deveswaran <i>et al.</i> , 2009 ; Razali <i>et al.</i> , 2012 ; Suralkar <i>et al.</i> , 2012 ; Gupta et Singh, 2017
Graines, Ecorce et Pulpe	Extraits	Diabète	Agnihotri <i>et al.</i> , 2013 ; Nahar <i>et al.</i> , 2014 ; Mahmoudzadeh-Sagheb <i>et al.</i> , 2010 ; Lahamado <i>et al.</i> , 2017 ; Bhadoriya <i>et al.</i> , 2018 ; Maiti, 2018
Graines	Extraits du noyau	Cancer	Aravind <i>et al.</i> , 2012 ; Martinello <i>et al.</i> , 2017
Graines et Pulpe	Extraits	Hyperglycémie	Roy <i>et al.</i> , 2010 ; Parvin <i>et al.</i> , 2013
Graines	Téguments	Fibrome	Nakchat <i>et al.</i> , 2014 ;
Feuilles	Extraits	Anémie	Garba et Abubakar, 2012 ; Escalona-Arrang <i>et al.</i> , 2014
Ecorce et feuilles	Extraits	Paludisme	Ahmed et Qyoub, 2015
Graines	Téguments	diarrhée	Gupta, 2016 ; Bourou <i>et al.</i> , 2012
Feuilles	Extraits	Fièvre typhoïde	Puspodewi <i>et al.</i> , 2015
Graines et Ecorce	Extraits	Maladie d'Alzheimer et Gonococcie	Biswas <i>et al.</i> , 2017
Graines	Extraits	Ulcère	Kalra <i>et al.</i> , 2011
Graines	Extraits	Morsure de serpent	Maung et Linn, 2012; Ushanandini <i>et al.</i> , 2006
Feuilles	Extraits	Hépatite et calculs rénaux	Timothy <i>et al.</i> , 2015
Ecorce	Extraits	Maladie de Newcastle	Okoh <i>et al.</i> , 2017
Graines et Ecorce	Extraits	Trypanosomie	Dingwoke <i>et al.</i> , 2019 ; Atawodi <i>et al.</i> , 2002
Graines, Ecorce et Pulpe	Extraits	Taux élevé de cholestérol	Vazhacharickal <i>et al.</i> , 2017
Feuilles	Extraits	Asthme	Tayade <i>et al.</i> , 2009
Fruits	Extraits	Tension artérielle	Iftekhhar <i>et al.</i> , 2006
Feuilles, Fruits, Graines, Ecorce, Pulpe	Extraits	Infections bactériennes et fongiques	Escalona-Arranz <i>et al.</i> , 2010 ; Prabhu et Teli, 2014 ; Nwodo <i>et al.</i> , 2011 ; Kothari <i>et al.</i> , 2010 ; Abubakar <i>et al.</i> , 2010 ; Patel <i>et al.</i> , 2013 ; Kapur <i>et al.</i> , 2014 ; Ushie <i>et al.</i> , 2016 ; Garcia <i>et al.</i> , 2011 ; Adeniyi <i>et al.</i> , 2017 ; Wasike, 2019 ; Padernilla <i>et al.</i> , 2017.
Pulpe	Extraits	Taux de cholestérol	Vazhacharickal <i>et al.</i> , 2017

Propriétés chimiques et valeurs nutritionnelles

Le tamarinier est une essence à fortes valeurs nutritionnelles (Van Der Stege et al., 2011 ; Fandohan et al., 2010a ; Chimsah et al., 2020), qui se distingue par la composition de sa pulpe en vitamines C, vitamines B9, fibres alimentaires, β -carotène (provitamines A) et de ses graines en vitamines C, β -carotène (provitamines A), acides aminés et peroxydes (Okello et al., 2018; Hamacek et al., 2013). Les graines et la pulpe du tamarinier permettent la prévention de la malnutrition infantile et compense à 30% la ration céréalière animalière (bovins) (Fandohan, 2007). Les analyses de la composition minérale des graines et pulpes révèlent la présence des éléments minéraux à savoir le zinc, le fer, le magnésium, le potassium, le calcium, le phosphore et le sodium (Okello et al., 2017). Des études ont été également réalisés sur les propriétés chimiques (Tableau 3) des différents organes (fruits, pulpe, feuilles, graines etc.) du tamarinier (Kumar et Bhattacharya, 2008 ; Mbaye et al., 2017).

Importance économique

Le tamarinier et d'autres fruitiers indigènes contribuent en moyenne à 42% des besoins alimentaires des populations rurales en Afrique australe (Okello, 2010). La commercialisation des produits du tamarinier à savoir fruits, gommés, résines et des sous-produits (médicaments, sirop etc.) sur les marchés nationaux et internationaux génère des revenus non négligeables et favorise l'entrée des devises (Muok et Alem, 2011). Les organes du tamarinier (fleurs, feuilles et graines) constituent à la fois des aliments et des ingrédients et sont employés sous diverses formes en cuisine. Le tamarinier est utilisé comme bois de feu et bois d'œuvre très prisé en Amérique du Nord, sert à la confection de mortiers et d'outils agricoles en zone Ouest-Africaine (Garba et al., 2019 ; Muok et Alem, 2011 ; Fandohan et al. 2010a). Dans les exploitations agroforestières, les arbres de tamarinier plantés servent de brise-vent (Bourou et al., 2012) à cause de leur résistance aux intempéries (Parrota, 1990). En Asie, le tamarinier est une culture de rente depuis plusieurs décennies. Le rendement en fruits par arbre varie de 40 à 100 kg pour les arbres de 4 à 10 ans obtenu par multiplication végétative ; ce qui produisait un bénéfice net de 432 à 1172 USD par hectare en 1995 en Inde (El-Siddig et al., 2006). Le tamarinier peut produire des pulpes au goût amer, aigre et sucré. Les pulpes au goût aigre sont les plus couramment disponibles, représentant environ 95%

de la production mondiale totale d'environ 300.000 tonnes (El-Siddig et al., 2006). Dans les années 90 en Inde, outre la pâte à papier, les revenus annuels de la poudre de graines de tamarin s'élevaient à 493.370 – 524.206 USD. En Thaïlande, deuxième producteur de tamarin en Asie, la pulpe au goût sucré représentent 30% de la production (El-Siddig et al., 2006). Le tamarin doux est cultivé à l'échelle commerciale pour l'exportation, frais ou transformé. Les gousses fraîches sont appréciées et les grosses gousses sucrées sont très chères (Yaacob et Subhadrabandhu, 1995). Aux Philippines, les fruits frais sont récoltés, placés dans des paniers ou attachés en bottes et vendus sur les marchés ruraux et urbains en volume ou en poids. Le prix du kg était d'environ 0,30 USD en 1986. Le chutney de tamarin est également vendu au Sri Lanka, où le cornichon au tamarin a été promu. Les fruits frais de tamarin sont emballés dans des cartons de 15 kg et vendus par des grossistes et des épiceries asiatiques en Australie. Le prix de gros est d'environ 3,10 à 5,15 USD/kg (El-Siddig et al., 2006). En Afrique, les informations sur la productivité du tamarinier sont rares. Ces informations montrent qu'un tamarinier mature peut produire 150 à 300 kg de fruits frais en Afrique de l'Est, alors que la production en Afrique de l'Ouest peut être trois à six fois inférieure (Nyadoi, 2005). En Afrique de l'Ouest, le fruit est vendu sur les marchés locaux sous une large gamme de formes, frais semi-bouillis et compactés, jus, chutney, sauce, pâte. Les fruits frais semi-bouillis et compactés sont vendus entre 0,10 et 0,20 USD/kg (Fandohan et al., 2010a). Au Bénin, la commercialisation des produits du tamarinier contribue de 8,8% à 56,4% aux revenus monétaires des femmes en saisons sèches (Fandohan et al. 2010a).

AGRONOMIE, SYLVICULTURE ET GENETIQUE

Agronomie et sylviculture

Le tamarin peut être facilement cultivé à partir de graines, bien que des méthodes de multiplication végétative et de culture tissulaire aient été développées pour reproduire et propager des traits de génotypes spécifiques présentant des intérêts agronomiques (El-Siddig et al., 2006). Les graines fraîches peuvent être viables pendant au moins six mois lorsqu'elles sont conservées à température ambiante. Alternativement, les graines peuvent rester viables pendant plus de deux ans si elles sont bien stockées dans du sable sec et conservées dans des récipients fermés, à l'abri des insectes ravageurs.

Tableau 3: Propriétés chimiques d'extraits des organes du *Tamarindus indica*

Organes	Formes d'utilisation	Propriétés chimiques	Références
Feuilles, Graines, Ecorce, Racines	Extraits	Production des substances allélopathiques	Parvez <i>et al.</i> , 2003, 2004
Graines	Extraits	Désinfecte et élimine les colorants des eaux usées	Khoramfar, 2009; Aziz <i>et al.</i> , 2018 ; Sivasamkar <i>et al.</i> , 2010, 2012 ; Kumar et Bhattacharya, 2008
Graines	Extraits	Bio-insecticide	Araújo <i>et al.</i> , 2005 ; Pandey et Jamal, 2014
Ecorce	Extraits	Biosorption des métaux	Abdullah et Prasad, 2010 ; Goyal <i>et al.</i> , 2016 ; Ramesh <i>et al.</i> , 2018 ; Kristianto <i>et al.</i> , 2019 ; Sari et Rois Fatoni, 2018
Graines et Pulpe	Extraits	Coagulant naturel pour éliminer la turbidité de l'eau	Rahman <i>et al.</i> , 2015 ; Sa'id <i>et al.</i> , 2016
Feuilles et Racines	Extraits	Fertilisant des sols	Faust <i>et al.</i> , 2015
Pulpe	Extraits	Conservateur dans les industries de fruits et de légumes	Muok et Alem, 2011

Il a été mis en évidence que les graines mûres sont plus viables dans de bonnes conditions de stockage. Les fruits mûrs ont un épicarpe fragile et peuvent être récoltés en secouant l'arbre ou en le coupant de l'arbre, s'ils sont accessibles. La germination des graines de tamarin est épigée. En moyenne, les graines de tamarin commencent à germer environ 7 à 13 jours après le semis, mais peuvent prendre jusqu'à un mois pour atteindre le pourcentage de germination maximal (El-Siddig *et al.*, 2001 ; Fandohan *et al.*, 2010c). Le taux de germination des graines fraîches ou conservées peut varier de 65 à 100%. Des expérimentations récentes ont montré que la germination des graines fraîchement

collectées ne nécessite pas des efforts de scarification (Fandohan *et al.*, 2010c). Néanmoins, le traitement des semences peut accélérer le temps de germination s'il est effectué avec précaution, tout en évitant tout dommage aux semences. Dans le cas où les graines sont stockées pendant une période relativement longue, ce qui peut entraîner une réduction significative de leur teneur en humidité et le durcissement du tégument de la graine, une scarification chimique (par exemple à l'aide d'acide sulfurique) peut être nécessaires pour surmonter la dormance et stimuler la germination. Des scarifications avec une solution d'acide sulfurique, par trempage dans l'eau froide ou chaude, avec la bouse de vache ou du fumier, avec du lait de coco et du lait de vache se sont montrées très concluantes (Bello et Gada, 2015 ; Fandohan *et al.*, 2010c ; Azad *et al.*, 2013). Le taux de germination est très satisfaisant (84% à 95%) avec le traitement des graines à l'acide sulfurique (Bello et Gada, 2015), suivi des traitements par trempage dans l'eau froide qui donnent en moyenne un taux de germination de 81% (Azad *et al.*, 2013). Le taux de germination des graines après un prétraitement au lait de vache varie de 65% à 100%. Par contre le traitement des graines avec la bouse de vache ou au fumier favoriserait la croissance rapide des plantules et non des forts taux de germination des graines (Fandohan *et al.*, 2010c). La dissémination du tamarinier en milieu naturel se fait par les animaux (zoochorie) notamment les frugivores (eg., les chauves-souris). Cependant, en Asie du Sud, les principaux agents de dissémination de l'espèce sont les singes (Parrota, 1990). Alternativement, le tamarinier peut être propagé avec succès par boutures de racines et de tiges ou par bourgeonnement et greffage. La conservation *ex situ*, *in situ* mais aussi *circa situm* du tamarin est pratiquée dans de nombreux pays (Fandohan *et al.*, 2010b). Le tamarinier est également un arbre important dans les jardins familiaux en Asie du sud et du sud-est. En Thaïlande, la culture associée avec des annuelles, telles que les arachides, le maïs, le soja et les haricots, est pratiquée dans les vergers de tamarin doux lorsque les arbres sont jeunes (El-Siddig *et al.*, 2006).

Des traitements de mycorhisation ou l'utilisation d'un concentré d'acide gibbéréllique ont été testés avec succès pour améliorer les performances de croissance initiales des semis de tamarinier (Sidibé *et al.*, 2012 ; El-Siddig *et al.*, 2006 ; Vasantha *et al.*, 2014). De même, il a été observé que la salinité ou la présence de sel dans le substrat entraîne un déficit hydrique qui ralentit la croissance des

plantules de tamarinier (Goes et al., 2009; Hunsche et al., 2010). La maturité des arbres de tamarinier est effective entre 5 et 6 ans et les indicateurs de maturité chez les fruits produits sont la couleur et la fragilité des gousses (Parrota, 1990 ; Kidaha et al., 2017). La production fruitière d'un arbre de tamarinier mature est estimée en moyenne à plus de 270 kg par an (Kidaha et al., 2017).

Diversité génétique

Plusieurs travaux de recherche se sont penchés sur la diversité génétique au sein du *T. indica* en Asie où de grands efforts de sélections variétales ont été investis pour différents traits supérieurs désirables pour la production à grand échelle, notamment le goût et la taille des fruits (El-siddig et al., 2006). L'étude de la variation des caractéristiques biométriques des fruits et des graines du tamarinier au moyen de marqueurs morphologiques a mis en évidence, une très grande diversité morphologique (Fandohan et al., 2011c ; Nyadoi et al., 2010 ; Algabal et al., 2011a ; Girmay et al., 2020). Les fruits (longueur, largeur, épaisseur, masse totale et masse de la pulpe) et les graines (couleur, épaisseur, luisance, masse) constituent les indicateurs les plus expressifs de la diversité phénotypique au sein de l'espèce (Okello et al., 2018 ; Fandohan et al., 2011c; Diallo et al., 2010). Des études au moyen de marqueurs isozymes avaient également indiqué une variation extensive au sein du tamarinier, avec une forte diversité intra-population et une faible diversité inter-population (Shanthi, 2003; Divakara, 2002; Diallo et al., 2007). Ces résultats ont été confirmés par des marqueurs Random Amplified Polymorphic DNA et Amplified Fragment Length Polymorphism (Algabal et al., 2011a;b; Gangaprasad et al., 2013; Kumar et al., 2015). De même, l'évaluation globale de la structure génétique de l'espèce a indiqué une faible structuration génétique au niveau du génome chloroplastique mais une grande variation génétique au niveau du génome mitochondrial, hautement corrélée avec la diversité des niches écologiques occupées par l'espèce (Nyadoi et al., 2014 ; 2010).

MENACES ET STRATEGIES DE CONSERVATION

La fragmentation, la destruction ou la conversion des habitats en espaces agricoles constituent sans aucun doute les plus grandes menaces à la survie de l'espèce. En dépit des efforts locaux pour sa préservation circa situm, l'absence de régénération dans les agrosystèmes traditionnels suggère un

risque élevé d'extirpation des habitats anthropisés (Fandohan et al., 2010b). Le tamarinier fait aussi face à des attaques de certains nuisibles qui portent préjudices aux différents organes / parties des arbres (Tableau 4). Ces attaques se font à diverses périodes de l'année en fonction de la phénologie de l'espèce. La maladie blanche (*Oidium sp.*) en forte relation avec la saison des pluies, porte sévèrement préjudice aux jeunes pousses lors de la feuillaison du tamarinier (Orozco-Santos et al., 2012).

Tableau 4 : Les principaux nuisibles de *Tamarindus indica*

Nature de menace	Parties / organes cibles	Ampleur des dégâts	Références
<i>Cryptophlebia ombrodelta</i>	Fruits	Un maximum de 19,91 gousses infestées / superficie unitaire	Joshi et David, 2018 ; Devi, 2016 ;
<i>Aphomia gularis</i>	Fruits	Majeur (Perte de rendement de 27% à 30%)	Patel, 2015
L'oidium (<i>Oidium sp.</i> (maladie blanche)	Feuilles et fruits	Perte de 60% de la production fruitière	Orozco-Santos et al. 2012
<i>Ganoderma lucidum</i>	Tronc	Destruction des vaisseaux vasculaires et mort systématique des arbres	Vanitha et Padidasan, 2008
<i>Caryedon serratus</i> , <i>Sitophilus linearis</i> ; <i>Papillons Phycitinae</i>	Fruits, pulpe et graines	Taux d'infestation fréquent varie de 43% à 52%, causant la perte de 33,33% à 55% de la production fruitière	Devi, 2016 ; Mercado-Mesa et al., 2018 ; Yusuf et al., 2019

Le stade vert de la gousse qui correspond au début de fructification (saison sèche) du tamarinier est plus susceptible de recevoir une infestation maximale par la pyrale des fruits, *Cryptophlebia ombrodelta* (Joshi et David, 2018). Une fois à maturité (janvier-avril), les pulpes et les graines sont victimes respectivement des attaques du scarabée de l'arachide (*Caryedon serratus*) et du charançon du tamarinier (*Sitophilus linearis*) qui compromettent la production, le stockage et la conservation de la pulpe et des graines du tamarinier (Devi, 2016 ; Joshi et David, 2018; Joshi et David, 2018).

Les mesures de contrôle des maladies et des infestations du tamarinier sont basées principalement sur l'application continue de fongicides systémiques ou l'utilisation des produits chimiques synthétiques. (Orozco-Santos et al., 2012; Yusuf et al., 2019). Mais certaines pratiques traditionnelles sont suivies pour le stockage de la pulpe de tamarin à savoir le séchage aux rayons solaires, apport de sel ou de poivre séché en prévention contre l'infestation, utilisation des sacs de stockage en polyéthylène hermétique pour l'emballage et le stockage est fait dans un endroit sec. Parfois, le stockage se fait dans la cuisine près du lieu de cuisson où le bois est utilisé comme combustible (Yusuf et al., 2019 ; Devi, 2016). La lutte biologique est aussi un moyen très efficace contre certains principaux nuisibles des fruits du tamarinier à savoir *Cryptophlebia ombrodelta*, *Aphomia gularis*, *Ephestia sp.* Les agents de lutte biologique clés sont des parasites larvaires (*Cotesia sp.*; *Bracon hebetor*), des parasitoïdes larvaires tardifs (*Charops sp.*, *Brachymeria sp.* et *Xanthopimpla sp.*) qui parasitent le stade larvaire tardif des pyrales du fruit du tamarinier et désinfectent les fruits en stockage (Patel, 2015 ; Devi, 2016).

PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Sur la question de l'origine du tamarinier, les données paléobotaniques disponibles ne sont pas suffisamment concluantes pour résoudre les incertitudes sur l'origine de genre actuellement très répandu tel que le genre *Tamarindus*. Les analyses phylogéographiques pourraient potentiellement déterminer les modèles contemporains de flux génétique, l'isolement entre les lignées de population, ainsi que des processus historiques tels que l'expansion de l'espèce. Cette approche pourrait fournir des indices concluants sur l'origine du genre *Tamarindus*.

La distribution extensive du tamarinier sous les tropiques indique sa forte plasticité. De même, les investigations récentes sur l'impact des changements climatiques sur sa distribution donnent des résultats qui augurent de sa capacité à bien s'adapter (Bowe et Haq, 2010 ; Fandohan et al., 2013 ; Bourou et al., 2012). Les outils de modélisation utilisés dans ces études étant essentiellement corrélatifs, ils ne peuvent inférer les réponses physiologiques spécifiques des espèces aux changements climatiques. Par exemple, tout en partageant les mêmes habitats et la même aire d'occurrence, il est évident qu'une espèce semi-sempervirente et anisohydrique comme *T. indica* et

une espèce décidue et isohydrique (*Adansonia digitata*), n'auraient les mêmes réactions physiologiques face à des modifications importantes des conditions climatiques (Van den Bilcke et al., 2013). Il demeure alors opportun de faire une évaluation écophysiological approfondie pour mieux évaluer et anticiper l'impact d'une aridification sévère des conditions climatiques sur l'espèce et pour sélectionner des individus tolérants au stress hydrique surtout au stade juvénile. En plus des études écophysiological approfondies, les modèles corrélatifs doivent également être constamment améliorés à la lumière des avancées scientifiques. L'utilisation des processus de poisson pour modéliser les habitats favorables aux espèces constituent l'une des dernières avancées dans le domaine, qui mérite d'être explorée pour les plantes agroforestières (Renner et al., 2015).

L'importance socioculturelle du tamarinier, suscite des questionnements par rapport à l'impact de l'exploitation sur la viabilité de l'espèce. De telles investigations sont certes rares mais très importantes pour apprécier l'impact des prélèvements et comprendre la dynamique des populations de l'espèce pour une conservation durable (Guedjè et al., 2003).

Au regard des propriétés chimiques et valeurs nutritives du tamarinier, la recherche en technologie alimentaire et nutrition et les réflexions visant à trouver des solutions locales pour éradiquer la malnutrition et la faim en Afrique devrait explorer la possibilité de formuler ou d'enrichir des aliments à base de produits du tamarinier.

Malgré les efforts déjà fournis pour documenter la diversité génétique au sein de l'espèce, l'évaluation de la variabilité génétique au sein et entre ces populations à l'aide de techniques puissantes et reproductibles (par exemple, SSR, ISSR) demeure opportune. Par ailleurs, on sait peu de choses sur la corrélation entre les conditions environnementales et les traits morphologiques et les distances génétiques au sein et entre les populations de tamariniers, surtout sur le continent africain. La corrélation entre les caractéristiques des habitats et les traits génétiques et phénotypiques chez les fruitiers autochtones et les implications pour leur conservation et utilisation durable ont connu un grand intérêt au cours des deux dernières décennies. Alors que chez certaines espèces, les variations phénotypiques étaient essentiellement induites par les conditions environnementales (eg., *Manilkara zapota*, Heaton et al., 1999), pour d'autres, il a été rapporté, une corrélation entre l'effet

combiné des gènes et les conditions climatiques, et les traits morphologiques (eg., *Adansonia digitata*, Assogbadjo, 2006). Une bonne compréhension du lien entre les caractéristiques morphologiques du tamarinier et ses gènes et ses habitats s'avère alors nécessaire pour l'élaboration des programmes de domestication et de conservation. Ces informations sont essentielles pour identifier les pools génétiques, les écotypes, pour la conception des collections de matériel génétique et pour l'élaboration de plans réalistes de conservation et d'utilisation durable à différentes échelles. Ce type d'étude est également une condition préalable à l'identification d'idéotypes supérieurs orientés vers le marché.

La plupart des études relatives aux nuisibles du tamarinier ont été réalisées hors de l'Afrique. Compte tenu de la variabilité des niches de l'espèce sur le continent, l'étude de la diversité des ravageurs, pathogènes, virus et autres nuisibles auxquels l'espèce fait face et le développement de méthodes adaptées de lutte/contrôle sont capitaux dans le cadre de sa domestication.

Le tamarinier est souvent présenté comme une espèce à croissance lente et entrant en reproduction de façon tardive. Cependant, peu d'études se sont penchées sur le déterminisme de cette croissance lente. S'agit-il d'un problème intrinsèque de l'espèce ou plutôt est-ce le fait des conditions environnementales de développement : feu, compétition avec les adventices, nutrition, pauvreté du sol ou dimension des trous de plantation ? Des investigations profondes en la matière pourraient permettre de développer de meilleurs itinéraires techniques sylvicoles pour l'espèce.

CONCLUSION

Cette synthèse bibliographique a fait le point sur le potentiel exploré de *T. indica* pour la domestication et déboucher sur des axes pouvant faire l'objet de futures investigations. Il en ressort que plusieurs travaux de recherche ont documenté l'écologie, les caractéristiques des populations naturelles, les nuisibles et les propriétés chimiques des organes de l'espèce. L'élaboration d'un programme de domestication pour garantir l'utilisation durable de l'espèce appelle un approfondissement des investigations sur : (1) la phylogéographie et les facteurs écologiques et génétiques déterminants la diversité au sein de l'espèce ; (2) la modélisation des habitats favorables à l'espèce au moyen de modèle complexe de distribution ; (3) la phytopathologie ; (4)

et la sylviculture, notamment le déterminisme de la croissance lente chez l'espèce.

RÉFÉRENCES

- Abdallah MS, Muhammad A. 2018. Antibacterial activity of leaves and fruit extract of *Tamarindus indica* against clinical isolates of *Escherichia coli* and *Shigella* at Potiskum Yobe state, Nigeria. *Analytical & Pharmaceutical Research*, 7(5): 606-609.
- Abdu B. 2019. Comparative Study of Antimicrobial Potentials of Seed Oils of *Jatropha Curcas* and *Tamarindus Indica*. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, 6(5): 29-36. DOI: 10.32628/IJSRSET19653
- Abdullah MA, Prasad AGD. 2010. Biosorption of nickel (II) from aqueous solutions and electroplating wastewater using tamarind (*Tamarindus indica* L.) bark. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(8): 3591-3601
- Abubakar MG, Yerima MB, Zahriya AG, Ukwuani AN. 2010. Acute toxicity and antifungal studies of ethanolic leaves, stem and pulp extract of *Tamarindus indica*. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 1(4): 104-111.
- Adeniyi OV, Olaifa FE, Emikpe BO, Ogunbanwo ST. 2017. Phytochemical components and antibacterial activity of *Tamarindus indica* Linn. extracts against some pathogens. *Biotechnology Journal International*: 1-9.
- Adeniyi OVA, Olaifa FE, Emikpe bo, Oyagbemi AA. 2018. Experimental Evaluation of the Wound-healing and Antioxidant Activities of Tamarind (*Tamarindus indica*) Pulp and Leaf Meal in the African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Acta Veterinaria Eurasia*, 44(2): p. NA. Gale OneFile: Health and Medicine, link.gale.com/apps/doc/A621086190/HRCA?u=anon~53a2c09&sid=googleScholar&xid=3136831c. Consulté le 1^{er} Novembre 2021.
- Adeola A, Aworh O. 2010. Sugar and dietary fibre components of tamarind (*Tamarindus indica* L.) fruits from Nigeria. *Nigerian Food Journal*, 28(2): 32-40.
- Aengwanich W, Suttajit M 2010. Effect of polyphenols extracted from Tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed coat on physiological changes, heterophil/lymphocyte ratio, oxidative stress and body weight of broilers (*Gallus domesticus*) under chronic heat stress. *Animal Science Journal*, 81(2): 264-270.
- Agnihotri A, Singh V. 2013. Effect of *Tamarindus indica* Linn. and *Cassia fistula* Linn. stem bark extracts on oxidative stress and diabetic conditions. *Acta Poloniae Pharmaceutica - Drug Research*, 70(6): 1011-1019.
- Ahmed AOEE, Ayoub SMH. 2015. Chemical composition and antimalarial activity of extracts of Sudanese *Tamarindus indica* L. (Fabaceae). *The Pharma Innovation*, 4(4): Part B: 90-93

- Akinnifesi FK, Leakey RRB, Ajayi OC, Sileshi G, Tchoundjeu Z, Matakala P, Kwesiga FR. 2008. Indigenous fruit trees in the tropics: domestication, utilization and commercialization. CAB International, London, UK.
- Alawad SM, Sulieman AME, Osman MA, Mudawi HA. 2015. Production and Quality Evaluation of Vinegar from Tamarind (*Tamarindus indica* L.) Fruit Pulp. Gezira Journal of Engineering and Applied Sciences, 10(1): 35-46.
- Algabal A, Narayanaswamy P, Simon L. 2011a. Estimation of genetic variability in tamarind (*Tamarindus indica*) using RAPD markers. International Journal of Plant Breeding, 5(1): 10-16.
- Algabal A, Narayanaswamy P, Simon L. 2011b. Amplified Fragment Length Polymorphism marker-based genetic diversity in tamarind (*Tamarindus indica*). International Journal of Fruit Science, 11: 1-16.
- APG. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181: 1-20.
- Araújo CL, Bezerra IWL, Oliveira AS, Oliveira A, Moura F, Macedo LP, Gomes CM. 2005. In vivo bioinsecticidal activity toward *Ceratitis capitata* (fruit fly) and *Callosobruchus maculatus* (cowpea weevil) and in vitro bioinsecticidal activity toward different orders of insect pests of a trypsin inhibitor purified from tamarind tree (*Tamarindus indica*) seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(11): 4381-4387.
- Aravind SR, Joseph MM, Varghese S, Balaram P, Sreelekha TT. 2012. Antitumor and immunopotentiating activity of polysaccharide PST001 isolated from the seed kernel of *Tamarindus indica*: an in vivo study in mice. The Scientific World Journal : 1-14 doi:10.1100/2012/361382.
- Arbonnier M. 2009. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. 3e édition. CIRAD. Versailles: Ed. Quae, MNHN, Uicn, 573 p.
- Assogba GA, Fandohan AB, Gandji K, Salako VK, Assogbadjo AE. 2018. *Bombax costatum* (Malvaceae): state of knowns, unknowns and prospects in West Africa. Biotechnologie Agronomie, Société et Environnement, 22(4): 267-275.
- Assogbadjo AE. 2006. Importance socio- économique et étude de la variabilité écologique, morphologique, génétique et biochimique du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin. Thèse de doctorat, Ghent university (Belguim), Ghent, 239p.
- Atawodi SE, Ameh DA, Ibrahim S, Andrew JN, Nzelibe HC, Onyike EO, Anigo KM, Abu EA, James DB, Njoku GC, Sallau AB. 2002. Indigenous knowledge system for treatment of trypanosomiasis in Kaduna state of Nigeria. Journal of Ethnopharmacology, 79(2): 279-282.
- Aubréville A. 1950. Flore forestière soudano-guinéenne : AOF, Cameroun, AEF. Paris : Société d'éditions géographiques, 523 p.
- Azad MS, Nahar N, Matin MA. 2013. Effects of variation in seed sources and pre-sowing treatments on seed germination of *Tamarindus indica*: a multi-purpose tree species in Bangladesh. Forest Science and Practice, 15(2): 121-129.
- Azman KF, Amom Z, Azlan A, Esa NM, Ali RM, Shah Z M, Kadir KKA. 2012. Antiobesity effect of *Tamarindus indica* L. pulp aqueous extract in high-fat diet-induced obese rats. Journal of natural medicines, 66(2): 333-342.
- Bello AG, Gada ZY. 2015. Germination and Early Growth Assessment of *Tamarindus indica* L in Sokoto State, Nigeria. International Journal of Forestry Research: 1-5
- Bhadoriya SS, Ganeshpurkar A, Bhadoriya RPS, Sahu SK, Patel JR. 2018. Antidiabetic potential of polyphenolic-rich fraction of *Tamarindus indica* seed coat in alloxan-induced diabetic rats. Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology, 29(1): 37-45.
- Bhadoriya SS, Ganeshpurkar A, Narwaria J, Rai G, Jain AP. 2011. *Tamarindus indica*: Extent of explored potential. Pharmacognosy reviews, 5(9): 73-81
- bin Mohamad MY, Akram HB, Bero DN, Rahman MT. 2012. Tamarind seed extract enhances epidermal wound healing. International Journal of Biology, 4(1): 81-88.
- Biswas K, Azad AK, Sultana T, Khan F, Hossain S, Alam S, Chowdhary R, Khatun Y. 2017. Assessment of in-vitro cholinesterase inhibitory and thrombolytic potential of bark and seed extracts of *Tamarindus indica* (L.) relevant to the treatment of Alzheimer's disease and clotting disorders. Journal of Intercultural Ethnopharmacology, 6(1): 115 -120. doi: 10.5455/jice.20161229055750.
- Blumenfeld-Jones K, Randriamboavonjy TM, Williams G, Mertl-Millhollen AS, Pinkus S, Rasamimanana H. 2006. Tamarind recruitment and long-term stability in the gallery forest at Berenty, Madagascar. In: Ringtailed Lemur Biology: Lemur Catta in Madagascar Jolly A, Sussman RW, Koyama N, Rasamimanana H (eds). Springer, USA.
- Bourou S, Bowe C, Diouf ME, Van Damme P. 2012. Ecological and human impacts on stand density and distribution of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Senegal. African Journal of Ecology, 50: 253-265.
- Bowe C, Haq N. 2010. Quantifying the global environmental niche of an underutilized tropical fruit tree (*Tamarindus indica*) using herbarium records. Agriculture, Ecosystem and Environment, 139 (1-2): 51-58.
- Chacón-Fernández MG, Hernández-Medel MR, Bernal-González M, Durán-Domínguez-de-Bazúa MC, Solís-Fuentes JA. 2019. Composition, properties, stability and thermal behavior of tamarind (*Tamarindus indica*) seed

- oil. *Grasas Y Aceites*, 70 (4) e333. <https://doi.org/10.3989/gya.0928182>
- Chimsah FA, Nyarko G, Abubakari A-H. 2020. A review of explored uses and study of nutritional potential of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Northern Ghana. *African Journal of Food Science*, 14(9): 285-294.
- Codjia JTC, Assogbadjo AE, Mensah MR. 2003. Diversité et valorisation au niveau local des ressources forestières alimentaires du Bénin. *Cahier d'Agriculture*, 12: 321-331.
- Das SS, Dey M, Ghosh A K. 2011. Determination of anthelmintic activity of the leaf and bark extract of *Tamarindus indica* Linn. *Indian journal of pharmaceutical sciences*, 73(1): 104.
- De Caluwé E, Halamová K, Van Damme P. 2010. *Tamarindus indica* L. A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Afrika focus* 23(1): 53-83
- de la Estrella M, Forest F, Klitgård B, Lewis GP, Mackinder BA, de Queiroz LP, Wieringa JJ, Bruneau A. 2018. A new phylogeny-based tribal classification of subfamily Detarioideae, an early branching clade of florally diverse tropical arborescent legumes. *Scientific Report* 8: 6884 DOI:10.1038/s41598-018-24687-3
- Deveswaran R, Abraham S, Bharath S, Basavaraj BV, Furtado S, Madhavan V. 2009. Design and characterization of diclofenac sodium tablets containing tamarind seed polysaccharide as release retardant. *International Journal of PharmTech Research*, 1(2): 191-195.
- Devi P. 2016. Survey on Insect Pests of Tamarind, *Tamarindus indica* L. with special reference to fruit borer, *Cryptophlebia ombrodelta* Lower at Bastar Plateau and Plains of Chhattisgarh. Raipur: Indira Gandhi Krishi Vishwavidyalaya, PhD thesis.
- Diallo BO, Joly H, Mckey D, Hossaert-mckey M, Chevallier M-H. 2007. Genetic diversity of *Tamarindus indica* L. populations: any clues on the origin from its current distribution? *African Journal of Biotechnology*, 6: 853-860.
- Diallo BO, Joly HI, Mckey D, Hossaert-Mckey M, Chevallier MH. 2010. Variation des caractères biométriques des graines et des plantules de neuf provenances de *Tamarindus indica* L. (Caesalpinioideae). *Fruits*, 65(3): 153-167.
- Diallo BO, Mckey D, Chevallier M, Hélène I, Joly I, Hossaert-Mckey M. 2008. Breeding system and pollination biology of the semi-domesticated fruit tree, *Tamarindus indica* L. (Leguminosae: Caesalpinioideae): Implications for fruit production, selective breeding, and conservation of genetic resources. *African Journal of Biotechnology*, 7(22): 4068-4075.
- Diallo BO. 2001. Biologie de la reproduction et évaluation de la diversité génétique chez une légumineuse : *Tamarindus indica* L. (Caesalpinioideae). Thèse de doctorat : Université Montpellier II (France).
- Dingwoke EJ, Adamude FA, Chukwuocha CE, Ambi AA, Nwobodo NN, Sallau AB, Nzelibe HC. 2019. Inhibition of *Trypanosoma evansi* Protein-Tyrosine Phosphatase by Myristic Acid Analogues Isolated from *Khaya senegalensis* and *Tamarindus indica*. *Journal of Experimental Pharmacology* 11: 135–148.
- Divakara BN. 2002. Clonal evaluation and genetic diversity studies using biometric and isozyme approaches in (*Tamarindus indica* L.). PhD Thesis. Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India.
- El-Siddig K, Gunasena H, Prasad B, Pushpakumara D, Ramana K, Vijayand P, Williams J, 2006. Tamarind (*Tamarindus indica* L.), British Library, Southampt., Southampton Centre for Underutilised Crops, UK. 210 p.
- El-Siddig K., Ebert G., Ludders P., 2001. A comparison of pre-treatment methods for scarification and germination of *Tamarindus indica* L. seeds. *Seed Sciences and Technology*, 29(1): 271-274.
- Escalona-Arranz JC, Péres-Roses R, Urdaneta-Laffita I, Camacho-Pozo MI, Rodríguez-Amado J, Licea-Jiménez I. 2010. Antimicrobial activity of extracts from *Tamarindus indica* L. leaves. *Pharmacognosy Magazine*, 6(23): 242-247.
- Eyog Matig O, Ndoeye O, Kengue J, Awono A. 2006. Les Fruitières Forestières Comestibles du Cameroun. Rome, IPGRI, CIFOR, IRAD. XIV-204 p.
- Eyog Matig, O, Gaoué OG, Dossou B. 2002. Réseaux "Espèces Ligneuses Alimentaire." Compte rendu de la première réunion du Réseau tenue du 11–13 Décembre 2000 au CNSF Ouagadougou, Burkina Faso 241: Institut International des Ressources Phytogénétiques.
- Fandohan AB, Assogbadjo AE, Glèlè Kakaï R, Sinsin B, Van Damme P. 2010b. Impact of habitat type on the conservation status of tamarind (*Tamarindus indica* L.) populations in the W National Park of Benin. *Fruits*, 65(1): 11-19.
- Fandohan AB, Assogbadjo AE, Glèlè Kakaï R, Sinsin B. 2011a. Effectiveness of a protected areas network in the conservation of *Tamarindus indica* L. (Leguminosae-Caesalpinioideae) in Benin. *African Journal of Ecology*, 49: 40-50.
- Fandohan AB, Assogbadjo AE, Glèlè Kakaï R, Sinsin B. 2011b. Geographical distribution, tree density and fruit production of *Tamarindus indica* (Fabaceae) across three ecological regions in Benin. *Fruits*, 66(2): 53-62.
- Fandohan AB, Azihou AF, Assogbadjo AE, Fonton NH, Van Damme P, Sinsin AB. 2017. Environment-driven spatial pattern of tamarind trees in riparian forests. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 111(1): 23-37.

- Fandohan AB, Gouwakinnou GN, Fonton NH, Sinsin B, Liu J. 2013. Impact des changements climatiques sur la répartition géographique des aires favorables à la culture et à la conservation des fruitiers sous-utilisés : cas du tamarinier au Bénin. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 17(3): 450-462.
- Fandohan AB, Gouwakinnou NG, Déléké Koko KIE, Glèlè Kakaï R, Assogbadjo AE. 2015. Domesticating and conserving indigenous trees species: an ecosystem based approach for adaptation to climate change in Sub-Saharan Africa. *CAMES (Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur), Science de la vie, de la terre et agronomie*, 3(1): 55-60.
- Fandohan AB. 2007. Structure des populations et importance socioculturelle du tamarinier (*Tamarindus indica* L.) dans la Commune de Karimama (Bénin). Mémoire de DEA. Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey Calavi, Abomey-Calavi, Bénin. 60p.
- Fandohan B, Assogbadjo AE, Glèlè Kakaï R, Kyndt T, De Caluwe E, Codjia JTC, Sinsin B. 2010a. Women's traditional knowledge, use value and the contribution of tamarind (*Tamarindus indica* L.) to rural households' cash income in Benin. *Economic Botany*, 64(3): 248-259.
- Fandohan B, Assogbadjo AE, Glèlè Kakaï R, Kyndt T, Sinsin B. 2011c. Quantitative morphological descriptors confirm traditionally classified morphotypes of *Tamarindus indica* L. fruits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58: 299-309.
- FAO. 2004. *Forest Genetic Resources*. FAO, Rome, Italy.
- Faust S, Hanisch S, Buerkert A, Joergensen RG. 2015. Soil properties under manured *Tamarindus indica* in the littoral plain of south-western Madagascar. *Arid Land Research and Management*, 29(2): 167-179.
- Gangaprasad S, Rajkumar, Ravikumar R L, Savitha M H, Krishnamurthy K, Hittalamani S. (2013). Genetic diversity analysis in tamarind (*Tamarindus indica* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 22(1): 55-61.
- Garba A, Abdou A, Laouali A, Mahamane A. 2019. Perceptions et usages socioéconomiques du tamarinier (*Tamarindus indica* L.) dans le Sud-Ouest du Niger : Implications pour une domestication et une conservation durable. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 40(2): 6584-6602.
- Garba Y, Abubakar AS. 2012. Haematological response and blood chemistry of yankasa rams fed graded levels of *Tamarindus indica* (Tamarind) leaves. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 20(1): 44-48.
- Garcia LC. 2011. A comparative study on the antifungal effects of tamarind (*Tamarindus indica*) and garlic (*Allium sativum*) extracts on banana anthracnose. *Journal of Nature Studies*, 10(2): 96-107.
- Girmay H, Tewolde-Berhan S, Hishe H, Asfaw Z, Ruelle M, Power A. 2020. Use and management of tamarind (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) local morphotypes by communities in Tigray, Northern Ethiopia. *Forests, Trees and Livelihoods*, 29(2): 81-98.
- Góes GB de, Dantas DJ, Mendonça V, Araújo WBM de, Freitas PS de C, Medeiros LF de. 2009. Initial growth of ungrafted seedlings of tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) under different levels of salinity in the water. *Revista Agrarian*, 2(5): 63-70.
- Goyal S, Goyal V. 2016. Cr (VI) removal from synthetic textile effluent using *Tamarindus indica* bark: a kinetic and thermodynamic study. *Current Science*, 110(3): 392-398.
- Grolier C, Debien C, Dornier M, Reynes M. 1998. Principales caractéristiques et voies de valorisation du tamarin. *Fruits*, 53: 271-280.
- Guedje NM, Lejoly J, Nkongmeneck B-A, Jonkers WBJ. 2003. Population dynamics of *Garcinia lucida* (Clusiaceae) in Cameroonian Atlantic forests. *Forest Ecology and Management*, 177(1-3): 231-241.
- Gunaseena HPM, Hughes A. 2000. Tamarind. *Tamarindus indica* L. (Coll. Fruits for the future). Southampton, International Center for Underutilized Crops. 169 p.
- Gupta R. 2016. Investigation of antidiarrhoeal activity of ethanolic extract of *Tamarindus indica* L. seeds in albino wistar rats. *Asian Journal of Pharmaceutics*, 10(4): 492-496.
- Gupta S, Singh A. 2017. Antimicrobial, analgesic and anti-inflammatory activity reported on *Tamarindus indica* Linn root extract. *Pharmacognosy Journal*, 9(3): 410-416.
- Hamacek FR, Santos PRG, Cardoso L, Pinheiro-Sant'Ana HM. 2013. Nutritional composition of tamarind (*Tamarindus indica* L.) from the Cerrado of Minas Gerais, Brazil. *Fruits*, 68(5): 381-395.
- Havinga RM, Hartl A, Putscher J, Prehler S, Buchmann C. 2010. *Tamarindus indica* L. (Fabaceae): patterns of use in traditional African medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 127: 573-588.
- Heaton HJ, Whitkus R, Gómez-Pompa A. 1999. Extreme ecological and phenotypic differences in the tropical tree chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. Royen) are not matched by genetic divergence: a random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. *Molecular Ecology*, 8(4): 627-632.
- Herendeen PS, Jacobs BF. 2000. Fossil legumes from the Middle Eocene (460 Ma) Mahenge Flora of Singida, Tanzania. *American Journal of Botany*, 87:1358-1366.
- Hunsche M, Bürling K, Saied AS. 2010. Effects of NaCl on surface properties, chlorophyll fluorescence and light remission, and cellular compounds of *Grewia tenax* (Forssk.) Fiori and *Tamarindus indica* L. leaves. *Plant Growth Regulation*, 61: 253-263.
- ICRAF – ECA. 2005. Strategic Plan for ICRAF – ECA Programme 2000-2010.

<http://www.worldagroforestry.org/eca/downloads/ECAstrategicplan.doc3/8/2005>.

Iftexhar AS, Rayhan I, Quadir MA, Akhteruzzaman S, Hasnat A. 2006. Effect of *Tamarindus indica* fruits on blood pressure and lipid-profile in human model: an in vivo approach. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 19(2): 125-129.

Jama BA, Mohamed AM, Mulatya J, Njui AN. 2008. Comparing the "Big Five": A framework for the sustainable management of indigenous fruit trees in the drylands of East and Central Africa, *Ecological Indicators*, 8(2): 170-179.

Janick J, Paull RB. 2008. *The Encyclopedia of fruit and nuts*. CABI North American Office, Cambridge university press, Cambridge, 972p.

Joshi RC, David BV. 2018. Nematode, mite and insect pests of tamarind: a review *Agriculture for Development*, 35: 52-63.

Kalra P, Sharma S, Suman KS. 2011. Antiulcer effect of the methanolic extract of *Tamarindus indica* seeds in different experimental models. *Journal of pharmacy and Bioallied Sciences*, 3(2): 236-241.

Kapur MA, John SA. 2014. Antimicrobial activity of ethanolic bark extract of *Tamarindus indica* against some pathogenic microorganisms. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(3): 589-593.

Khairunnuur FA, Zulkhairi A, Hairuszah I, Azrina A, Nursakinah I, Fazali F, Kamilah KA K. 2010. Hypolipemic and weight reducing properties from *Tamarindus indica* L. pulp extract in diet-induced obese rats. *IJP-International Journal of Pharmacology*, 6(3): 216-223.

Khoramfar SH, Mahmoudi NM, Arami M, Gharanjig K. 2009. Dye removal from colored textile wastewater using tamarindus indica hull: adsorption isotherm and kinetics study. <file:///C:/Users/dell/AppData/Local/Temp/47113880203.pdf>

Kidaha LM, Rimberia KF, Wekesa KR, Kariuki W. 2017. Evaluation of Tamarind (*Tamarindus indica*) Utilization and Production in Eastern Parts of Kenya. *Asian Research Journal of Agriculture*, 6(2): 1-7.

Kothari V, Seshadri S 2010. In vitro antibacterial activity in seed extracts of Manilkara zapota, Anona squamosa, and *Tamarindus indica*. *Biological Research*, 43: 165-168.

Kumar CS, Bhattacharya S. 2008. Tamarind Seed: Properties, Processing and Utilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48: 1-20.

Kumar M, Ponnuswami V, Rajamanickam C, Preethi TL. 2015. Assessment of genetic diversity in tamarind (*Tamarindus indica* L.) using Random Amplified Polymorphic DNA markers. *SAARC Journal of Agriculture*, 13(1): 27-36.

Kuru P. 2014. *Tamarindus indica* and its health related effects. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(9): 676-681.

Lahamado OT, Sabang SM, Mustapa K. 2017. Ekstrak Daun Asam Jawa (*Tamarindus Indica* L.) Sebagai Antidiabetes. *Jurnal Akademika Kimia*, 6(1): 1-6.

Lefèvre JC. 1971. Review of the literature on the tamarind. *Fruits*, 26: 687.

Legume Phylogeny Working Group. 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*, 66(1): 44-77.

Leti M, Hul S, Fouché J-G, Kaing Cheng S, David B. 2013. *Flore photographique du Cambodge*. Ed. Privat, Toulouse, France 590p.

Light ME, Sparg SG, Stafford GI, van Staden J. 2005. Riding the wave: South Africa's contribution to ethnopharmacological research over the last 25 years. *Journal of Ethnopharmacology*, 100: 127-130.

Lima ZM, da Trindade LS, Cruz Santana G, Padilha FF, da Costa Mendonça M, Pereira da Costa L, López JA, Hernández Macedo ML. 2017. Effect of *Tamarindus indica* L. and Manihot esculenta extracts on antibiotic-resistant bacteria. *Pharmacognosy Research*, 9(2): 195-199. doi: 10.4103/0974-8490.204648

Mahmoudzadeh-Sagheb H, Heidari Z, Shahraki M, Moudi B. 2010. A stereological study of effects of aqueous extract of *Tamarindus indica* seeds on pancreatic islets in streptozotocin-induced diabetic rats. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 23: 427-434.

Maiti R. 2018. Diabetes-induced testicular dysfunction correction by hydromethanolic extract of *Tamarindus indica* Linn. seed in male albino rat. *International Journal of Green Pharmacy (IJGP)*, 11(04): 789-796.

Mariana M-M, Verónica MÁ-O, Jhon AQ, Sandra BM. 2018. Phytophagous insects in tamarind crop (*Tamarindus indica* L.), with emphasis on the greatest damage to the fruit, in five farms from the nearby Western of Antioquia. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 71(3): 8553-8562.

Martinello F, Kannen V, José Franco J, Gasparotto B, Yumi Sakita J, Atushi Sugohara C, Britto Garciad S, Akira Uyemura S. 2017. Chemopreventive effects of a *Tamarindus indica* fruit extract against colon carcinogenesis depends on the dietary cholesterol levels in hamsters. *Food and Chemical Toxicology*, 107: 261-269.

Maundu PM, Ngugi GW, Kabuye CHS. 1999. *Traditional Food Plants of Kenya*. National Museums of Kenya, Nairobi, 270 p.

Maung KM, Lynn Z. 2012. Effects of Tamarind (*Tamarindus indicus* Linn) seed extract on Russell's viper

- (*Daboia russelli siamensis*) venom. *Tropical Biomedicine*, 29(4): 580-587.
- Mbaye AI, Gueye PM, Fall AD, Kane MO, Badji KD, Sarr A, Diattara D, Bassene E. 2017. Antioxidative activity of *Tamarindus indica* L. extract and chemical fractions. *African Journal of Biochemistry Research*, 11(2): 6-11.
- Medeiros AFD, Costa IDS, Carvalho FMCD, Kiyota S, Souza BBPD, Sifuentes DN, Morais AHDA. 2018. Biochemical characterisation of a Kunitz-type inhibitor from *Tamarindus indica* L. seeds and its efficacy in reducing plasma leptin in an experimental model of obesity. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 33(1): 334-348.
- Mercado-Mesa M, Álvarez-Osorio VM, Quiroz JA, Muriel SB. 2018. Phytophagous insects in tamarind crop with emphasis on those causing fruit damage in the nearby Western of Antioquia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 71(3): 8553-8562.
- Mertl-Millhollen AS, Moret ES, Felantsoa D, Rasamimanana H, Blumenfeld-Jones KC, Jolly, A. 2003. Ring-tailed lemur home ranges correlate with food abundance and nutritional content at a time of environmental stress. *International Journal of Primatology*, 24: 969-985.
- Mojeremane W, Tshwenyane SO. 2004. Azanza garckeana: A valuable edible indigenous fruit tree of Botswana. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3: 264-267.
- Muok BO, Alem Sh. 2011. *Tamarindus indica*, tamarinier. Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne. *Biodiversity International (Rome, Italie)*.
- Mute VM, Keta A, Patel KS, Mirchandani D, Parth C. 2009. Anthelmintic effect of *Tamarind indica* linn leaves juice extract on *Pheretima posthuma*. *International journal of pharma research and development*, 7: 1-6.
- Nabora CS, Kingondu CK, Kivevele TT. 2019. *Tamarindus Indica* fruit shell ash: a low cost and effective catalyst for biodiesel production from *Parinari curatellifolia* seeds oil. *SN Applied Sciences*, 1: 253.
- Nahar L, Nasrin F, Zahan R, Haque A, Haque E, Mosaddik A. 2014. Comparative study of antidiabetic activity of *Cajanus cajan* and *Tamarindus indica* in alloxan-induced diabetic mice with a reference to in vitro antioxidant activity. *Pharmacognosy research*, 6(2): 180.
- Nakchat O, Meksuriyen D, Pongsamart S. 2014. Antioxidant and anti-lipid peroxidation activities of *Tamarindus indica* seed coat in human fibroblast cells. *Indian Journal of Experimental Biology*, 52(2): 125-132
- Nassereddin RA, Yamani MI. 2005. Microbiological quality of sous and tamarind, traditional drinks consumed in Jordan. *Journal of Food Protection*, 68(4):773-777. doi: 10.4315/0362-028x-68.4.773
- Nwanna L, Fagbenro O, Olanipekun S. 2004. Evaluation of tamarind (*Tamarindus indica*) seed meal as a dietary carbohydrate for the production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L). *Animal Research International*, 1(3): 164-168.
- Nwodo UU, Obiiyeke GE, Chigor VN, Okoh AI. 2011. Assessment of *Tamarindus indica* extracts for antibacterial activity. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(10): 6385-6396.
- Nyadoi P, Jamnadass R, Okori P, Okullo JBL, Obua J, Magogo N, Haji S, Pushpakumara DKN, Roshetko J, Kalinganire A, Muchugi A, Temu AB, Fluch S, Burg K. 2010. *Tamarindus Indica* Tropical Populations Genetic Structure. *Gene Conserve*, 37: 152-166.
- Nyadoi P, Obua J, Temu AB, Jamnadass R. 2011. Population structure of tamarind (*Tamarindus indica* L.) on farm and in wild habitats in semi -arid agroecologies in Kenya. *Gene Conserve*, 10: 243-269.
- Nyadoi P, Okori P, Okullo JBL, Obua J, Fluch S, Burg K, Jamnadass R. 2014. *Tamarindus indica* L. patterns of diversity from the genetic to the niche-species level in East Africa. *Tropical Ecology*, 55(1): 19-32.
- Nyadoi P. 2005. Population Structure and Socio-Economic Importance of *Tamarindus indica* in Tharaka District, Eastern Kenya. M.Sc. Thesis. Makerere University, Uganda, 110 p.
- Okello J, Okullo JB, Eilu G, Nyeko P, Obua J. 2017. Mineral composition of *Tamarindus indica* LINN (Tamarind) pulp and seeds from different agro-ecological zones of Uganda. *Journal of Food Science and Nutrition* 5: 959– 966.
- Okello J, Okullo JBL, Eilu G, Nyeko P, Obua J. 2018. Morphological Variations in *Tamarindus indica* LINN. Fruits and Seed Traits in the Different Agroecological Zones of Uganda. *International Journal of Ecology* 1-12.
- Okello J. 2010. Morphological and Nutritional Characteristics of *Tamarindus indica* (LINN) Fruits in Uganda. Master of Science Thesis. Makerere University, Kampala, Uganda, 75 pages. http://www.mak.ac.ug/documents/Makfiles/theses/Okello_Jasper.pdf
- Okoh OO, Obiiyeke GE, Nwodo UU, Okoh AI. 2017. Ethanol extract and chromatographic fractions of *Tamarindus indica* stem bark inhibits Newcastle disease virus replication. *Pharmaceutical Biology* 55(1): 1806-1808.
- OMS. 2002. Rapport sur la santé dans le monde : Réduire les risques et promouvoir une vie saine. Genève (Suisse), GRA/OMS, 21p.
- Orozco-Santos M, García-Mariscal K, Robles-González M, Velázquez-Monreal JJ, ÁngelManzanilla-Ramírez M, Hernández Fuentes LM, Manzo-Sánchez G, Nieto-Ángel D. 2012. El Barrenador de la Semilla *Caryedon serratus*

- Oliver (Coleoptera: Bruchidae) en Tamarindo en el Trópico Seco de México — Una Revisión. *Southwestern Entomologist*, 37(3): 403-410.
- Pan AD, Jacobs BF, Herendeen PS. 2010. Detarieae sensu lato (Fabaceae) from the Late Oligocene (27.23 Ma) Guang River flora of north-western Ethiopia. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 163: 44-54.
- Panchal B, Deshmukh S, Sharma M. 2014. Optimization of oil extraction and characterization from *Tamarindus indica* L. seed oil. *International Journal of Oil, Gas and Coal Engineering*, 2(1): 1-6. DOI: 10.11648/j.ogce.20140201.11
- Pandey PK, Jamal F. 2014. Bio-potency of a 21 kDa Kunitz-type trypsin inhibitor from *Tamarindus indica* seeds on the developmental physiology of *H. armigera*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 116: 94-102.
- Parrotta JA. 1990. *Tamarindus indica* L. Tamarind. Leguminosae (Caesalpinioideae). Legume family. Rio Piedras (Puerto Rico). Institute of Tropical Forestry, United States Department of Agriculture, USA.
- Parvez SS, Parvez MM, Fujii Y, Gemma H. 2003. Allelopathic competence of *Tamarindus indica* L. root involved in plant growth regulation. *Plant Growth Regulation*, 41(2): 139-148.
- Parvez SS, Parvez MM, Fujii Y, Gemma H. 2004. Differential allelopathic expression of bark and seed of *Tamarindus indica* L. *Plant Growth Regulation*, 42(3): 245-252.
- Parvin A, Alam Md M, Haque Md A, Bhowmik A, Ali L, Rokeya B. 2013. Study of the hypoglycemic effect of *Tamarindus indica* Linn. seeds on non-diabetic and diabetic model rats. *Journal of Pharmaceutical Research International*: 1094-1105.
- Patel I, Patel V, Thakkar A, KotHari V. 2013. *Tamarindus indica* (Cesalpiniaceae), and *Syzygium cumini* (Myrtaceae) seed extracts can kill multidrug resistant *Streptococcus mutans* in biofilm. *Journal of Natural Remedies*, 13(2): 81-94.
- Patel RK. 2015. Studies on insect pests of tamarind, *Tamarindus indica* L. with special reference to fruit borer, *Aphomia gularis* zeller in Bastar region of Chhattisgarh. Thesis, Faculty of agriculture, Indira Gandhi Krishi Vishwavidyalaya, 78p.
- Pongkan S, Tilarux P, Charoensuk K, Chaikul D, Suwanposri A. 2018. Production and quality improvement of the tropical fruit tamarind (*Tamarindus indica* Linn.) wine. *International Journal of Agricultural Technology*, 14(3): 341-350.
- Poupon J, Chauvin G. 1983. Les arbres de la Martinique, p. 256, In ONF, ed. Direction régionale pour la Martinique.
- Prabhu KH, Teli MD. 2014. Eco-dyeing using *Tamarindus indica* L. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity. *Journal of Saudi Chemical Society* 18(6): 864-872.
- Puspodewi D, Darmawati S, Maharani, ET. 2015. Daya Hambat Daun Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Terhadap Pertumbuhan Salmonella typhi Penyebab Demam Tifoid. The 2nd University Research Coloquium 2015: 45-50.
- Rahman MM, Sarker P, Saha B, Jakarin N, Shammi M, Uddin MK, Sikder Md. T. 2015. Removal of turbidity from the river water using *Tamarindus indica* and *Litchi chinensis* seeds as natural coagulant. *International Journal of Environmental Protection and Policy*, 2(6-2): 13-20.
- Rai A, Das S, Chamallamudi MR, Nandakumar K, Shetty R, Gill M, Sumalatha S, Devkar R, Gourishetti K, Kumar N. 2018. Evaluation of the aphrodisiac potential of a chemically characterized aqueous extract of *Tamarindus Indica* pulp. *Journal of Ethnopharmacology*, 210: 18-24.
- Ramesh T, Rajalakshmi N, Dhathathreyan KS, Reddey LRG. 2018. Hierarchical porous carbon microfibers derived from tamarind seed coat for high-energy supercapacitor application. *ACS omega*, 3(10): 12832-12840.
- Razali N, Mat-Junit S, Abdul-Muthalib AF, Subramaniam S, Abdul-Aziz A. 2012. Effects of various solvents on the extraction of antioxidant phenolics from the leaves, seeds, veins and skins of *Tamarindus indica* L. *Food Chemistry* 131(2): 441-448.
- Renner IW, Elith J, Baddeley A, Fithian W, Hastie T, Phillips SJ, Popovic G, Warton DI. 2015. Point process models for presence-only analysis. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(4): 366-379.
- Roy MG, Rahman S, Rehana F, Munmun M, Sharmin N, Hasan Z. 2010. Evaluation of anti-hyperglycemic potential of methanolic extract of *Tamarindus indica* L. (Fabaceae) fruits and seeds in glucose-induced hyperglycemic mice. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 4(2): pp. 159+. Gale Academic One File, link.gale.com/apps/doc/A239530549/AONE?u=anon~cb164fe4&sid=googleScholar&xid=5cbb1b19. Consulté le 1er Novembre 2021.
- Sa'id S, Mohammed K, Adie DB, Okuofu CA. 2016. Turbidity removal from surface water using *Tamarindus indica* crude pulp extract. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 9(1): 236-240.
- Sari NI, Rois Fatoni ST. 2018. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) sebagai Biokoagulan dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil. 2018. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sasidharan SR, Joseph JA, Anandakumar S, Venkatesan V, Ariyattu Madhavan CN, Agarwal A. 2014. Ameliorative potential of *Tamarindus indica* on high fat diet induced nonalcoholic fatty liver disease in rats. *The Scientific World Journal*, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/507197>

- Shanthi A. 2003. Studies on variations and association in selected populations, plantations and clones in tamarind (*Tamarindus indica* Linn.). PhD Thesis. Bharathiar University, Coimbatore, India.
- Sidibé D, Sanou H, Teklehaimanot Z, 2012. The use of mycorrhizal inoculation in the domestication of *Ziziphus mauritiana* and *Tamarindus indica* in Mali (West Africa). *Agroforest Syst*, 85: 519-528.
- Sikiru AB, Makinde OJ, Opoola E, Uyanga VA. 2018. Evaluation of *Tamarindus indica* as novel feed resource in tropical animal production and management. *Nigerian Journal of Animal Science*, 20(3): 251-256.
- Srikanth M. 2009. In Vitro Anticataract Activity of *Tamarindus Indica* Linn. Against Glucose-Induced Cataractogenesis. Thèse de doctorat. Sri Ramakrishna Institute of Paramedical Sciences, Coimbatore, The Tamil Nadu Dr. M. G. R. Medical University. 129p.
- Suralkar AA, Rodge KN, Kamble RD, Maske KS. 2012. Evaluation of anti-inflammatory and analgesic activities of *Tamarindus indica* seeds. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research* 4(3): 213-217.
- Taha SAB, Nour AEAM, Elkhalifa AEO. 2016. The value of tamarind (*Tamarindus indica* L.) pulp and its potential use in vinegar production. *Nova Journal of Medical and Biological Sciences*, 5(3): 1-8.
- Tamil Selvi A, Kanagaraj J, saravanan P. 2015. Preservation of Goatskin using *Tamarindus indica* leaf extract – green process approach. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 99(3): 107-114.
- Tayade PM, Ghaisas MM, Jagtap SA, Dongre SH. 2009. Anti-asthmatic activity of methanolic extract of leaves of *Tamarindus Indica* Linn. *Journal of Pharmaceutical Research*, 2(5): 944-947.
- Timothy SY, Galadima IH, Attah MO, Midala TAS, Anita BD 2015. Effect of ethanol leaf extract of *Tamarindus indica* in carbon tetrachloride induced hepatic and renal injury. *Asian Journal of Pharmaceutical Science & Technology*, 5(4): 295-301
- Ushanandini S , Nagaraju S, Harish Kumar K, Vedavathi M, Machiah DK, Kemparaju K, Vishwanath BS, Gowda TV, Girish KS. 2006. The anti-snake venom properties of *Tamarindus indica* (leguminosae) seed extract. *Phytotherapy Research* 20(10): 851-858.
- Ushie OA, Egwaikhide PA, Longbab BD. 2016. Phytochemical screening and antimicrobial activity of *Tamarindus indica*. *International Journal of Traditional and Complementary Medicine* 1:10. DOI:10.28933/ushie-ijtcm-
- Van den Bilcke N, Simbo DJ, Samson R. 2013. Water relations and drought tolerance of young African tamarind (*Tamarindus indica* L.) trees. *South African Journal of Botany*, 88: 352-360.
- Van der Stege C, Prehler S, Hartl A, Vogl CR. 2011. Tamarind (*Tamarindus indica* L.) in the traditional West African diet: not just a famine food. *Fruits*, 66(03): 171-85.
- Van Staden J. 1999. Medicinal plants in southern Africa: utilization, sustainability, conservation - can we change the mindsets? *Outlook on Agriculture*, 28: 75-76.
- Van Wyk B-E. 2002. A review of ethnobotanical research in southern Africa. *South African Journal of Botany*, 68: 1-13.
- Vanitha S, Padidasan VV. 2008. Trunk rot in tamarind (*Tamarindus indica*) caused by *Ganoderma lucidum*. *Biomed*, 3(1): 42-43.
- Vasantha PT, Vijendrakumar RC, Guruprasad TR, Mahadevamma M, Santhosh KV. 2014. Studies on effect of growth regulators and biofertilizers on seed germination and seedling growth of tamarind (*Tamarindus indica* L.). *Plant Archives*, 14(1): 155-160.
- Vazhacharickal PJ, Mathew JJ, Babu B. 2017. Cholesterol lowering effect of Tamarind (*Tamarindus indica*). Munich, GRIN Verlag, <https://www.grin.com/document/369797>
- Wasike T. 2019. Assessing the bactericidal effectiveness of *Tamarindus Indica* fruit pulp extract on *Salmonella typhi*. Undergraduate Dissertation, School of Biosciences, Makerere University.
- Yaacob O, Subhadrabandhu S. 1995. The Production of Economic Fruits in South-East Asia, 419Kuala Lumpur: Oxford University Press.
- Yusuf SR, Ado RA, Sule H, Wudil BS. 2019. Infestation and Damage by *Caryedon serratus* (Olivier) Weevil on Stored *Tamarindus indica* (Linnaeus) Fruits in Kano State, Nigeria. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 5(3): 1-10.