



ISSN: 2230-9926

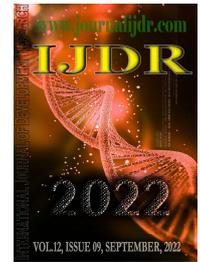
Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 09, pp. 59085-59093, September, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.25204.09.2022>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

COMPOSITION CHIMIQUE DES HUILES ESSENTIELLES DES PLANTES AROMATIQUES UTILISEES DANS LA LUTTE CONTRE LES BRUCHES DE HARICOTS EN REPUBLIQUE DU CONGO

Mpika Joseph^{1*}, Mboussy Tsoungould Feldane Gladrich¹, Landou Mankessi Emmanuelle Joe¹, Tapondjou Azefack Léon² and Attibayeba¹

¹Laboratoire de Biotechnologie et Production Végétales, Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Nguabi, BP.69. Brazzaville, République du Congo; ²Unité de Recherche de Chimie Appliquée et Environnementale (URCAPE), Faculté des Sciences, Université de Dschang, Dschang, Cameroun

ARTICLE INFO

Article History:

Received 09th August, 2022

Received in revised form

20th August, 2022

Accepted 19th September, 2022

Published online 30th September, 2022

Key Words:

Biopesticide, Monoterpene, Legumineuse, Dépradateur.

*Corresponding author: Mpika Joseph,

ABSTRACT

Au Congo, avec des pertes des graines en stockage qui avoisinent 60 %, la lutte contre les bruches est devenue une priorité. La méthode traditionnelle préconisée est l'utilisation des feuilles ou des rhizomes de *Lippia multiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Chenopodium ambrosioides*, *Ocimum gratissimum* et *Zingiber officinale*. Cette étude vise à déterminer les composés chimiques des huiles essentielles des cinq plantes aromatiques utilisées par les producteurs pour lutter contre les bruches haricots et de pois cajan. Ces huiles sont extraites par hydrodistillation sur les feuilles ou les rhizomes à l'état frais ou sec. Après la dérivation de l'huile essentielle, la composition chimique est déterminée par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-SM). Il est noté une variabilité de la composition chimique d'huile essentielle extraite de l'organe à l'état frais et sec. Une prédominance de α -citral (40,5%) et le thymol (52,6%) pour *C. ambrosioides*. Avec *C. citratus*, elle est de 53,7% de α -citral et de 44,6% de (2Z)-2-(3,3-Dimethylcyclohexylidene) ethanol. Une occurrence de α -citral (47,1%) et de thymol (21,9%) pour *L. multiflora*. Avec *Z. officinale*, le α -curcumène est constituant majeur avec 18,7% et 5,9%. Le thymol représenté à 92,6 % et 93,7% dans les huiles essentielles *O. gratissimum*. Ces molécules contribuent à l'efficacité de ces huiles extraites dans la lutte contre les bioagresseurs de haricot en champ et en conservation des graines.

Copyright © 2022, Mpika Joseph et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Mpika Joseph, Mboussy Tsoungould Feldane Gladrich, Landou Mankessi Emmanuelle Joe, Tapondjou Azefack Léon and Attibayeba. "Composition chimique des huiles essentielles des plantes aromatiques utilisées dans la lutte contre les bruches de haricots en République du Congo", *International Journal of Development Research*, 12, (09), xxxxx-xxxxx.

INTRODUCTION

Les plantes aromatiques connaissent un regain d'intérêt économique ces deux dernières décennies par les usages multiples en industries agro-alimentaire, parfumerie, cosmétique et pharmaceutique. Les parties aériennes et souterraines sont souvent utilisées pour l'obtention des extraits bruts et les huiles essentielles, nécessaires en médecine traditionnelle humaine, en médecine vétérinaire, en alimentation humaine ainsi qu'en protection des plantes cultivées contre les bio agresseurs. En médecine humaine, outre les extraits des plantes, les huiles essentielles possèdent des propriétés anti-dépressives, anti-pyrétiques, antimicrobiennes (Chaumont et al., 2001; Kpodekon et al., 2013; Sharma et al., 2016; Melo et al., 2019; Valková et al., 2022), anti inflammatoire (Abena et al., 2003; Ouadja et al., 2021), antibactériennes (Matasyoh et al., 2007; Owolabi et al., 2009; Chekem et al., 2010; Saliu et al., 2011; Silva et al., 2016; Samba et al., 2020; Ouadja et al., 2021), antiseptiques, antalgiques (Abena et al., 2007), antistress (Etou-Ossibi et al., 2016), fongicides (Abena et al., 2002; Pino et al., 2018),

sédatives (Skaria et al., 2012), même des activités anticancéreuses (Koba et al., 2009; Avoseh et al., 2015; Shameem et al., 2019; Ngan et al., 2020) et antioxydantes (Agnaniet et al., 2005; Kumar et al., 2007; Khadri et al., 2008; Hammoudi et al., 2015; Santiago et al., 2016; Kpadonou et al., 2019; Barbosa et al., 2021). Elles sont ainsi utilisées pour guérir les affections respiratoires, les bronchites, la tuberculose, le rhumatisme, le paludisme, les affections cutanées et les affections parasitaires causées par les champignons, les bactéries et les vers parasites. L'usage des huiles essentielles s'est avéré en médecine vétérinaire pour lutter contre les tiques, les vers intestinaux et les punaises (Monteiro et al., 2017; Lemoufouet et al., 2018; Hounnimassoun et al., 2020). En agro alimentation, il est prouvé leur efficacité dans la stabilisation du lait frais de vache au Sud du Bénin (Degnon et al., 2016), l'assaisonnement des menus (Abegaz et al., 1993; Likibi et al., 2019) et la préservation des aliments (Hyldgaard et al., 2012; Prakash et al., 2015; Dwivedy et al., 2016; Adeogun et al., 2017; Majewska et al., 2019). Quant à la protection des plantes cultivées, il est connu qu'au champ et en post récolte, les bio agresseurs occasionnent plus de 70 % des pertes chez les plantes cultivées. Pour réduire ces pertes, la lutte chimique est couramment

recommandée en utilisant les molécules de synthèse. Bien que ce type de lutte s'est révélé efficace, malheureusement, les molécules de synthèse polluent l'environnement, provoquant ainsi la perte de la biodiversité par son action sur les organismes non cibles. Pour les molécules chimiques largement utilisées, il est aussi signalé une recrudescence de la résistance des parasites et des insectes contre les matières actives. A ce jour, la méthode de lutte intégrée est préconisée contre les bio agresseurs des plantes cultivées. Elle est devenue une priorité en l'agriculture durable et respectueuse de l'environnement. Cette méthode inclut les volets de luttés agronomique, génétique et biologique. Dans le volet lutte biologique, outre l'usage des parasitoïdes ou des auxiliaires, des entomopathogènes et des hyperparasites, l'utilisation des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques est devenue un axe majeur afin de réduire les impacts des bio agresseurs. Les huiles essentielles se sont montrées fongicides (Mohr et al., 2017; Langsi et al., 2018; Kassi et al., 2020, Adjovi et al., 2022), insecticides ou insectifuges (Tapondjou et al., 2001; Tapondjou et al., 2003; Pushpanathan et al., 2006; Ndomo et al., 2009; Ntonga et al., 2012; Bossou et al., 2013; Santiago et al., 2014; Pinto et al., 2015; Kanko et al., 2017; Kobenan et al., 2018; Langsi et al., 2018), larvicide (Bigoga et al., 2013) et acaricides (Pamo et al., 2008). Les propriétés de ces huiles extraites de plantes aromatiques conduisent à leur utilisation dans la lutte contre les maladies dues aux champignons et bactéries ainsi que contre les fléaux causés par les acariens et les déprédateurs en plein champ ou en post récolte. Au Congo, les déprédateurs du genre bruches causent des pertes des graines de pois cajan et de haricot dans les zones productrices. Pour lutter contre ces bruches, les producteurs font couramment recours aux méthodes traditionnelles parmi lesquelles l'utilisation des ingrédients de feuilles, de fruits et de rhizomes des plantes aromatiques. Ces organes sont issus des plantes de *Lippia multiflora* L., *Cymbopogon citratus* Steud., *Chenopodium ambrosioides* L., *Ocimum gratissimum* L., *Capsicum annum* L et de *Zingiber officinale* Rosc. Les effets de ces organes sur les bruches manquent de preuves scientifiques pour expliquer leur efficacité et leur innocuité. Les producteurs ou utilisateurs ne s'appuient que sur les connaissances empiriques. Ces plantes ou ses organes (feuilles ou rhizomes) sont couramment associés à la culture d'haricot ou introduits dans les récipients de stockage de leurs graines. Ces organes, à l'état frais ou sec contiendraient des huiles essentielles ayant des activités insecticides ou/et insectifuges sur les bruches de haricots et pois cajan. Mais, la composition chimique des huiles essentielles extraites des feuilles et les rhizomes de cinq plantes aromatiques étudiées est encore mal connue. Les constituant de ces huiles pourraient expliquer l'effet insecticide ou insectifuge observé. Ainsi, l'objet de cette étude est de déterminer les composés chimiques des huiles essentielles des cinq plantes aromatiques utilisées par les producteurs pour lutter contre les bruches haricots et de pois cajan.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal: Le matériel végétal est constitué des feuilles de *Lippia multiflora* L., *Cymbopogon citratus* Steud., *Chenopodium ambrosioides* L. et *Ocimum gratissimum* L. ainsi que les rhizomes de *Zingiber officinale* Rosc. Les cinq plantes aromatiques sont identifiées comme ingrédients dans les méthodes traditionnelles de lutte contre les bruches dans les régions productrices de haricots au Congo. Pour l'extraction de ces huiles testées au cours de cette étude, les feuilles sont récoltées à Agri-Congo de Mayanga dans la zone périurbaine de Brazzaville. Les rhizomes de *Zingiber officinale* sont achetés au marché de Baongo, arrondissement 2 de Brazzaville.

MÉTHODES

Extraction des huiles essentielles: Les huiles essentielles sont extraites des feuilles de *L. multiflora* L., *C. citratus* Steud., *C. ambrosioides* L. et *O. gratissimum* L. ainsi que les rhizomes de *Z. officinale* Rosc. Avant leurs extractions, les organes végétaux récoltés ou achetés, sont nettoyés puis rincés, deux fois à l'eau de robinet au laboratoire, pour enlever les débris inertes et vivants (poussières, fourmis, etc.). Ils sont ensuite repartis en deux lots. Le premier lot est

gardé à l'état frais ; le second est séché à l'abri de la lumière pendant 10 jours. Pour ces deux lots, l'extraction est faite par hydro distillation sur un extracteur de type Clevenger (Clevenger, 1908). Ainsi, 500 g de l'organe frais ou sec d'une espèce végétale sont introduits dans un ballon de 6 litres avec 2 litres d'eau. Le mélange est ensuite porté à l'ébullition pendant 3 h 30 minutes (soit 1h 30 minutes pour le chauffage du ballon et 2h pour l'extraction). La vapeur émise monte jusqu'à un condensateur, et le condensat retombe dans la petite burette. L'huile flotte sur l'eau, qui est pour sa part progressivement renvoyée dans le ballon chauffé par le conduit en diagonale. Après 2 h d'extraction, l'huile essentielle est ensuite récupérée avec de l'éther diéthylique pour favoriser le flottage de l'huile sur l'eau grâce à une micropipette. Pour sécher toutes les traces d'eau contenues dans l'huile recueillie, il est utilisé le sulfate de magnésium anhydre $MgSO_4$. L'huile essentielle extraite est conservée dans un flacon hermétiquement fermé à 4°C au réfrigérateur avant la caractérisation chimique au laboratoire de chimie de la Petroci.

Détermination des composés chimiques des huiles essentielles: Pour déterminer les composés chimiques, 10 mg d'échantillon d'huile essentielle sont dérivatisés par addition de 250µl de N,O-Bis(triméthylsilyl) trifluoroacétamide, triméthylchlorosilane (BSTFA + TMCS, 99 :1) et de 250µl de pyridine. Le mélange est agité au vortex pendant 2 mn puis porté à 70°C à l'étuve pendant 30 min. Ainsi, 1µl de la solution obtenue est injecté au GC-MS pour l'analyse. L'analyse par GC-MS est réalisée sur un appareil de marque Perkin Elmer, modèle Clarus 680GC 600C MS doté d'une colonne Restek Rtx-5ms de 60 m de longueur, d'un diamètre intérieur de 0,25 mm et d'une épaisseur de film de la phase stationnaire de 0,25 µm. L'hélium est employé comme gaz vecteur à débit fixe de 1 ml/mn. Le programme de température du four est de 50°C pendant 5 mn, puis un gradient de 3°C/min est appliqué jusqu'à 250°C. Cette dernière température est maintenue pendant 28 mn, soit une durée totale d'analyse de 100 mn. La température de l'injecteur est fixée à 250°C. L'injection est réalisée en mode split avec un ratio de 1:50. Le spectromètre de masse est paramétré en mode impact électronique avec une température de source d'ionisation de 200°C, une énergie d'électrons de 70 eV, une vitesse de balayage de 200 scans/mn et une plage de balayage comprise entre 50 et 600 m/z.

RESULTATS

Teneur en composés chimiques des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides*: L'abondance relative des composés chimiques des huiles essentielles de *Chenopodium ambrosioides* extraites des feuilles fraîches et sèches est consignée dans le tableau 1. Les résultats révèlent une variabilité de la composition et l'abondance des composés chimiques des huiles essentielles des feuilles fraîches et sèches de *C. ambrosioides*. Avec l'huile essentielle extraite des feuilles fraîches, il est identifié 16 molécules discriminantes de celles des feuilles séchées. Pour ces molécules, la forte occurrence de 40,5 % est notée avec la molécule de α -citral. Il est enregistré la proportion de 27,8% et 24,2% avec la molécule de thymol et β -citral. Les autres molécules expriment une faible abondance ayant un taux inférieur à 0,6% dans l'huile essentielle. Pour les feuilles sèches, sur les 10 molécules discriminantes, le thymol est plus abondant. Cette molécule représente 52,6 % de l'huile essentielle des feuilles sèches. Outre le thymol, il est identifié les molécules de α -cymène et 2-bornène avec les proportions de 17,4% et 13,9%. Dans l'huile de *C. ambrosioides*, les molécules α -cymène, β -terpinène, α -citral et thymol sont communes à des proportions différentes des feuilles fraîches et sèches. Excepté le patchoulane à temps de rétention élevé (50,31 min), les poids moléculaires plus importants sont notés sur l'huile essentielle des feuilles sèches de *C. ambrosioides*. Il est observé le temps de rétention compris entre 47,08 à 48,21 min avec la molécule d'exo-norbomanol et 3-méthylbenzenethiol (Tableau 1).

Teneur en composés chimiques des huiles essentielles extraites des feuilles de *Cymbopogon citratus*: Dans l'huile essentielle des feuilles sèches de *Cymbopogon citratus*, il est identifié 19 molécules avec une proportion variable (Tableau 2).

Tableau 1. Molécules chimiques contenues dans l'huile essentielle de *Chenopodium ambrosioides*

Nom de Composés	Temps Retention (min)		Aire (mV.s)		Aire (%)	
	Frais	Sec	Frais	Sec	Frais	Sec
3-Thujene C10H16	7,68		9727014,31		0,2	
6-Methyl-5-heptene-2-one	10,63		9884635,05		0,2	
α -Phellandrene		11,57		47452696,77		0,2
β -Myrcene	12,08		6499149,49		0,1	
<i>o</i> -Cymene	14,41	18,07	181569429,35	5375063258,56	3,2	17,4
β -Terpinen	17,14	17,76	28809711,29	1043363784,43	0,5	3,4
5-Aminotetrazole	18,27		6565112,34		0,1	
Linalol	19,69		12931130,03		0,2	
Gamma Terpinene		20,52		107161099,13		0,3
7-Methyl-3,4-Octadiene	24,84		13408536,90		0,2	
4-Terpineol	25,28		12355437,89		0,2	
β -Citral	28,83		1388121229,59		24,2	
α -Citral	30,71	33,10	2324399649,90	574758627,99	40,5	1,9
Kemitracin-50	31,00		18815948,45		0,3	
2-Carene		31,47		1466031331,18		4,7
2-Bornene		31,64		4296919211,27		13,9
Thymol	32,41	37,11	1593906900,42	16274014005,52	27,8	52,6
1-Adamantylacetic acid	32,95		13120899,10		0,2	
2,7-Dimethyl-2,7-octanediol	34,34		7429275,35		0,1	
Nona-3,5-dien-2-ol		35,42		721931468,19		2,3
2-Ethylcyclohexanol	36,42		14356275,66		0,3	
Formic acid	37,79		7518943,79		0,1	
Nerolidol	45,39		29269747,74		0,5	
(Z,E)- α -Farnesene	46,22		22746538,29		0,4	
exo-Norbornanol		47,08		255700022,66		0,8
3-Methyl-1-cyclohexene		47,33		78791702,11		0,3
2-Methylbenzenethiol		47,58		380055061,03		1,2
β -Bisabolene		47,86		72388245,30		0,2
3-Methylbenzenethiol		48,21		250043289,86		0,8
Patchoulane	50,31		36531162,88		0,6	

Tableau 2. Molécules chimiques contenues dans l'huile essentielle de *Cymbopogon citrates*

Nom de composés	Temps Retention (min)		Aire (mV.s)		Aire (%)	
	Frais	Sec	Frais	Sec	Frais	Sec
6-Methyl-5-heptene-2-one	9,76		34191308,27		0,2	
4-Methyl-3-(1-methylethylidene)-1-cyclohexene		12,20		242056625,01		0,9
<i>o</i> -Cymene		12,45		1234045322,38		4,5
2-Propylcyclohexanone		17,21		106749948,90		0,4
1,3-Hexadiene, 2,3,5-trimethyl		20,19		34376878,83		0,1
(2Z)-2-(3,3-Dimethylcyclohexylidene)ethanol		25,73		12193333573,06		44,6
β -Citral	26,12		6289041438,40		32,6	
α -Citral	27,82	27,44	10352068404,28	8196704019,94	53,7	30,0
Nona-3,5-dien-2-ol		29,43		504012143,98		1,8
Thymol		30,85		98670929,62		0,4
2,7-dimethyl-2,7-Octanediol	30,86		145348428,65		0,8	
2-(6-Octynyl)-1,3-dioxolane		32,19		62212944,75		0,2
3,3,6-Trimethyl-1,4-heptadien-6-ol	32,74		267244781,28		1,4	
Geraniol		33,71		71058211,02		0,3
α -Pinene, 3-trimethylsilyloxy		34,14		87372632,28		0,3
3-Methyl-Cyclopentene	34,31		109701274,88		0,6	
Linalol oxide	37,22		259248774,46		1,3	
3-Methyl-crotonic acid		38,23		476805963,87		1,7
trans, trans-Farnesol	38,33		976209555,83		5,1	
exo-Norbornanol		40,69		1348407970,31		4,9
Citral diethyl acetal	40,72		97669184,84		0,5	
3-Methylbenzenethiol		41,16		1552463370,43		5,7
2-Methylbenzenethiol		41,75		702886949,70		2,6
Bomeole	41,82		108922825,71		0,6	
Maleic acid	43,65		244112783,21		1,3	
Isopulegol acetate		63,49		112985744,83		0,4
Neric acid	66,99		75285176,51		0,4	
4,8-Decadienal, 5,9-dimethyl	67,35		52506079,22		0,3	
Phytol		70,17		63585662,57		0,2
Stearic acid, trimethylsilyl ester		72,33		186393994,91		0,7
Decanoic acid	70,52	64,95	48445080,69	50421235,91	0,3	0,2
Stearic acid	71,57		213794570,42		1,1	

Sur les 19 molécules, il est noté une forte occurrence de 44,6% avec la molécule (2Z)-2-(3,3-diméthylcyclohexylidène) éthanol et 30% pour α -citral. La molécule 3-méthylbenzénethiol est représentée à 5,7%. La proportion de 4,9% et 4,5 % est observée avec exo-norbomanol et o-cymène. Sur l'huile essentielle de *C. citratus* extraites des feuilles fraîches, le α -citral est la molécule plus abondante sur 13 identifiées. Elle est présente à 53,7%. Avec le β -citral, ce taux est de 32,6%. Ces taux sont plus importants comparé à 5,1% observé avec trans, trans-farnésol. Les molécules α -citral et decanoic acid sont identifiées dans les huiles essentielles de *C. citratus* extraites des feuilles fraîches et sèches. Le decanoic acid a un poids moléculaire élevé se traduisant par le temps de rétention de 70,86 min et 64,85 min avec l'huile essentielle des feuilles sèches. Pour l'huile essentielle de *C. citratus* extraites des feuilles fraîches, le stearic acid exprime un temps de rétention de 71,57 min (Tableau 2).

Teneur en composés chimiques des huiles essentielles extraites des feuilles de *Lippia multiflora*: Pour *Lippia multiflora*, il est identifié 19 molécules contenues dans des huiles essentielles extraites des feuilles fraîches et sèches (Tableau 3). Avec l'huile essentielle extraites des feuilles fraîches, sur les 19 molécules identifiées, le α -citral et β -citral sont plus représentatives. Pour ces molécules, il est enregistré les proportions de 47,1 % et 26,2%. L'occurrence de 3,5%, 6,2% et 7,7% est noté respectivement pour la molécule trans trans-farnésol, stearic acid et thymol. Cette dernière molécule, elle est la plus abondante dans l'huile essentielle de *L. multiflora* extraite des feuilles sèches. A un taux de 21,9 %, le thymol est plus important comparé à 16,9% obtenu avec 1-Imidazol-1-yl-2,2-diméthylpropan-1-one. Les molécules D-carvone et 2,4-Ditert-butyl-2,4-adamantanediol expriment la même proportion de 10,9%. Avec le temps de rétention de 72,75 min et 73,03 min, le stearic acid a le poids moléculaire plus élevé des composants des

Tableau 3. Molécules chimiques contenues dans l'huile essentielle de *Lippia multiflora*

Nom de composés	Temps Retention (min)		Aire (mV.s)		Aire (%)	
	Frais	Sec	Frais	Sec	Frais	Sec
o-Cymene	12,15	25,22	23417464,61	2399878413,77	0,3	4,9
β -Pinene		23,49		317135934,56		0,6
β -Citral	25,51		2139176442,12		26,2	
Limonene		25,71		1265018286,46		2,6
γ -Terpinene		27,14		141384185,93		0,3
α -Citral	27,25		3845318963,93		47,1	
1-Imidazol-1-yl-2,2-diméthylpropan-1-one		28,20		8341997838,37		16,9
Thymol	30,83	39,99	627227430,30	10807473595,76	7,7	21,9
2-[2-(2-Méthyl-1-propenyl)cyclopropyl]-2-propanol	32,45		41162422,54		0,5	
2-(6-Octynyl)-1,3-dioxolane	34,13		60170680,83		0,7	
D-Carvone		35,85		5390547115,65		10,9
Cyclohexan-1,2-diol	36,01		46827270,78		0,6	
Linalool		36,60		628207696,22		1,3
2-méthyl-3-octen-1-ol	36,70		55857547,98		0,7	
Linalol oxide	37,13		79591694,97		1,0	
trans, trans-Farnésol	38,26		287979902,53		3,5	
exo-Norbomanol	40,70		24677564,43		0,3	
O-Acetylthymol		40,83		3128293993,54		6,3
Borneol	41,90		29685329,59		0,4	
Maleic acid	43,79		64912743,71		0,8	
β -Caryophyllene		45,05		2689247433,44		5,4
Patchoulane	45,21		32272111,97		0,4	
β -Farnésene		46,00		1947185047,11		3,9
α -Caryophyllene		46,37		316309441,45		0,6
β -Caryophyllene oxide		51,28		653595991,96		1,3
4 β H,5 α -Eremophil-1(10)-ene		57,57		232194675,63		0,5
3,7,11-Triméthyl-3-hydroxy-6,10-dodecadien-1-yl acetate	64,40		42143389,22		0,5	
1S,4R)-p-Mentha-2,8-diene, 1-hydroperoxide	65,29		112644053,81		1,4	
Valeric acid, 4-cyanophenyl ester		66,61		1013724118,77		2,1
Nerolidol	67,08		26385397,47		0,3	
Cycloisolongifolene, 8-hydroxy-, endo		67,78		2811218520,86		5,7
4,8-Decadienal, 5,9-diméthyl	68,35		19800621,50		0,2	
2-(7-Heptadecynloxy)tetrahydro-2H-pyran		68,99		375442425,03		0,8
4-Méthyl-1-phenyl-2-pentanone		69,91		1003105964,34		2,0
Oleic acid	71,66		99210971,37		1,2	
2,4-Ditert-butyl-2,4-adamantanediol		72,06		5382755486,31		10,9
Stearic acid	72,75	73,03	503926251,44	501374036,69	6,2	1,0

Tableau 4. Molécules chimiques constitutives d'huile essentielle de *Ocimum gratissimum*

Nom de Composés	Temps Retention(min)		Aire (mV.s)		Aire (%)	
	Frais	Sec	Frais	Sec	Frais	Sec
β -Pinene	11,45	13,94	144512283,35	76675719,27	0,2	0,2
o-Cymene	13,56	15,87	1909406140,39	971346259,19	3,0	2,4
γ -Terpinene	15,99	18,11	771909234,04	376479400,48	1,2	0,9
α ,4-Diméthylstyrene	17,58	19,58	106607700,01	55413545,95	0,2	0,1
Nerol	25,94	27,28	218404096,70	241036707,82	0,3	0,6
Linalool	30,45	31,40	452416658,32	230814537,65	0,7	0,6
Thymol	32,03	32,81	58405434337,46	38089437912,85	92,6	93,7
Caryophyllene	37,97	38,32	97593106,20	113716710,44	0,2	0,3
α -Selinene	41,31	41,38	243844043,41	132855199,92	0,4	0,3
β -Bisabolene	42,06	42,09	339624172,38	345097266,93	0,5	0,8
Caryophyllene oxide	45,71		91892899,71		0,1	
Stearic acid	72,53		93532808,88		0,1	
α -Ergostenol	73,67		217446925,46		0,3	

huiles essentielles de *L. multiflora* extraites des feuilles fraîches et sèches. Outre le stearic acid, avec les occurrences variables, les molécules o-cymene et thymol sont identifiées dans les huiles essentielles de *L. multiflora* extraites des feuilles fraîches et sèches (Tableau 3).

Teneur en composés chimiques des huiles essentielles extraites des feuilles de *Ocimum gratissimum*: Le tableau 4 consigne l'abondance relative des molécules des huiles essentielles d'*O.gratissimum* extraites des feuilles fraîches et sèches. Sur ces feuilles, le thymol est la molécule plus abondante. Sur cette molécule, la proportion de 92,6% et 93,7% est notée sur l'huile essentielle extraite des feuilles fraîches et sèches. Ces proportions sont inférieures à 3% et 2,4% observées avec la molécule o-cymene. Pour l'*O.gratissimum*, il est noté 10 molécules identifiées communes aux deux huiles essentielles extraites des feuilles fraîches et sèches. La molécule de caryophyllene oxide, stearic acid et α -ergostenol à poids moléculaire élevé n'est présente dans de l'huile essentielle de *O. gratissimum* extradite des feuilles fraîches. Pour ces trois molécules, il est observé une durée de l'injection dans la colonne jusqu'à détecteur au niveau du détecteur de 45,71min, 72,53 min et 73,67 min (Tableau 4).

Teneur en composés chimiques des huiles essentielles extraites des rhizomes de *Zingiber officinale*: Pour *Zingiber officinale*, 20 et 24 molécules sont constitutives des huiles essentielles extraites des rhizomes frais et secs (tableau 5). Avec les rhizomes secs, le thymol est la molécule la plus abondante. Elle représente 71,1% sur les 24 molécules identifiées. Il est noté une proportion de 5,9% de la molécule de zingiberene et 3% pour le α -curcumene. Sur les 20 molécules identifiées, la zingiberene est la plus importante avec 18,7% des huiles essentielles de *Z. officinale* extraites des rhizomes secs. La tert-butyl(2E)-3,7-dimethyl-2,6-octadienyl, β -sesquiphellandrene et α -curcumene sont présentes respectivement à 12,3%, 11,8% et 10,9% sur 20 molécules identifiées. La molécule β -bisabolene et borneol sont représentées à la même proportion de 6,2%. Avec *Z. officinale*, 17 molécules identifiées sont communes aux huiles essentielles extraites des rhizomes frais et secs. Les molécules de α -thujene, β -pinene, γ -terpinen, nerol, maleic acid, myrtenol et linalol oxide ne sont pas présentes des huiles essentielles de *Z. officinale* extraites des rhizomes secs. Pour *Z. officinale*, la tert-Butyl(2E) -3,7-dimethyl-2,6-octadienyl est la molécule plus lourde avec un temps de rétention de 62,66 min et 62,86 min des huiles essentielles extraites des rhizomes frais et secs (Tableau 5).

Composés chimiques identifiées des huiles essentielles des cinq plantes aromatiques: Pour cinq plantes aromatiques, excepté *Cymbopogon citratus*, le thymol et o-cymene sont des molécules identifiées dans toutes les huiles essentielles (Tableau 6). Le thymol est représenté à plus de 90 % dans les huiles essentielles de *O. gratissimum* extraites des feuilles fraîches ou sèches. Les proportions de 71,1 % et 52,6% du thymol sont enregistrées dans l'huile de *Z.officinale* extraite des rhizomes secs et de *C. ambrosioides* extraite des feuilles séchées à l'abris de la lumière. Le o-cymene est représenté à 17,4% dans l'huile essentielle de *C. ambrosioides* extraite des feuilles sèches. Avec une proportion inférieure à 5%, le o-cymene est noté dans toutes les autres huiles testées. Outre *O. gratissimum*, les composés β -citral et α -citral sont identifiés dans les huiles essentielles de quatre autres plantes. Mais, le β -citral est l'absence dans les huiles essentielles de *C. ambrosioides* et *C. citratus* extraites des feuilles sèches. Avec ce composé, l'occurrence de 32,6% observée dans l'huile essentielle de *C. citratus* est plus importante à 24,2 et 26,2 % notée dans les huiles essentielles de *C. ambrosioides* et *L.multiflora*. Par ailleurs, excepté dans l'huile essentielle de *L. multiflora* extraite des feuilles sèches, le α -citral est identifiée dans toutes les huiles essentielles. Avec les feuilles à l'état frais, le α -citral est représenté à une forte proportions de 40,5%, 47,1% et 52,6% dans l'huile essentielle de *C. ambrosioides*, *L. multiflora* et *C. citratus*. Le (2Z)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene) n'est identifié à 44,6% dans l'huile de *C. citratus* extraite des feuilles sèches. Il est même des composés 1-imidazol-1-yl-2,2-dimethylpropan-1-one, D-carvone et 2,4-ditert-butyl-2,4-adamantediol identifiés dans l'huile essentielle de *L. multiflora*. Avec *Z. officinale*, sur les rhizomes à l'état sec et frais, il est identifié zingiberene, β -sesquiphellandrene et tert-butyl (2E)-3,7-dimethyl-2,6-octadienyl. Cependant, le constituant α -curcumene n'est pas identifié dans l'huile essentielle extraite des rhizomes à l'état sec. Toutes ces molécules ne sont pas présentes dans les huiles de *C. ambrosioides*, *C. citratus*, *L. multiflora* et *O. gratissimum* (Tableau 6)

DISCUSSION

Cette étude a permis d'identifier les constituants chimiques des huiles essentielles extraites de *Chenopodium ambrosioides*, *Cymbopogon citratus*, *Lippia multiflora*, *Ocimum gratissimum* et *Zingiber officinale*.

Tableau 5. Molécules chimiques constitutives d'huile essentielle de *Zingiber officinale*

Nom de composés	Temps Retention(min)		Aire (mV.s)		Aire (%)	
	Frais	Sec	Frais	Sec	Frais	Sec
Camphene	9,99	12,33	208820279,74	115177930,79	0,9	0,3
α -Thujene		10,93		56569916,39		0,1
o-Cymene	14,72	16,89	183607243,84	1107048402,67	0,8	2,7
β -Pinene		14,82		75304122,95		0,2
Eucalyptol	15,26	17,38	533876455,16	475241185,32	2,3	1,1
γ -Terpinen		19,26		140960018,12		0,3
Nerol		29,04		131044700,22		0,3
β -Citral	27,86	29,45	457976515,30	292936752,76	2,0	0,7
Borneol	28,79	30,34	1412081949,34	721694154,95	6,1	1,7
Linalool	29,13	30,69	430657261,16	302002417,18	1,9	0,7
α -Citral	29,57	31,07	803113980,47	454492143,96	3,5	1,1
Thymol	33,23	34,88	187659666,87	29408057124,14	0,8	71,1
β -Citronellol	33,52		188156709,36		0,8	
1-methyl-1-(4-methyl-3-cyclohexen-1-yl)ethoxy	34,24		515265025,98		2,2	
α -Curcumene	42,34	43,35	2529653630,96	1244399564,21	10,9	3,0
Zingiberene	43,20	44,16	4329791961,80	2445254046,50	18,7	5,9
α -Farnesene	43,55	44,49	1137782164,88	442148331,96	4,9	1,1
β -Bisabolene	43,92	44,86	1425320076,88	772046239,60	6,2	1,9
β -Sesquiphellandrene	44,68	45,57	2721098065,11	1161661369,26	11,8	2,8
Maleic acid		47,02		80791948,42		0,2
β -Eudesmol	50,54	51,26	314719045,08	132233144,76	1,4	0,3
trans, trans-Farnesol	52,57	53,20	740832015,28	283455572,34	3,2	0,7
4 β H,5 α -Eremophil-1(10)-ene	53,59	54,18	579811289,51	279360864,04	2,5	0,7
Farnesol, tert-butyl dimethylsilyl ether	54,40		681877920,40		2,9	
Bicyclo[5.3.0]decan-2-one, 9-methylene	55,26		510170411,59		2,2	
(2E,6E)-3,7,11-Trimethyl-2,6,10-dodecatriene	60,11		392389936,91		1,7	
Myrtenol		54,95		301731941,34		0,7
Linalol oxide		56,14		258235570,19		0,6
tert-Butyl(2E)-3,7-dimethyl-2,6-octadienyl	62,66	62,86	2843400256,00	694614842,97	12,3	1,7

Dans les zones productrices d'haricots et pois cajan, ces plantes aromatiques sont utilisées par les producteurs comme ingrédients pour lutter contre les bruches. Les organes à l'état sec ou frais de ces plantes couramment utilisés sont les feuilles et les rhizomes. Pour l'huile essentielle de *C. ambrosioides* extraite des feuilles fraîches, les constituants chimiques β -citral, thymol et α -citral représentent 92,5 % de 20 identifiés. Le α -citral est le constituant majeur avec 40,4% suivi du thymol (27,8%) et de β -citral (24,2%). La prédominance de α -citral dans cette huile est contraire à celles observées par Tapondjou et al (2002), Singh et al., (2008) et Cheken et al., (2010). Pour ces auteurs, il est noté une forte occurrence de p-cymene. Mais, ce constituant chimique est présent dans l'huile essentielle de *C. ambrosioides* avec une faible proportion de 3,2%. Les composés (Z)-ascaridole, α -terpinene, 4-carene, terpenolene sont dominants dans l'huile essentielle de *C. ambrosioides* extraite des feuilles fraîches par Gupta et al., (2002); Owolabi et al.,(2009); Monzote et al.(2011); Borges et al.(2012); Santiago et al.(2014); Santiago et al. (2016); Monteiro et al.(2017); Langsi et al.(2018); Shameen et al.,(2019). Avec l'huile essentielle de *C. ambrosioides* extraite des feuilles sèches, le thymol (52,6%), o-cymene (17,4%) et 2-bornene (13,9%) sont les composés dominants de 14 identifiés. Cette huile essentielle est marquée par une forte occurrence du thymol. Cette prédominance est contraire à celle de terpinene observée par Cheken et al. (2010), El-Idriss et al. (2016), Bigoga et al. (2013) et Jiao et al. (2020). Aussi, il est révélé une dominance des composés ascaridole (Cavalli et al., 2004; Kobaet al., 2009; Al-Kafet al., 2016), bornylene (Panet et al., 2007) et cis-ascaridole (Dembitsky et al., 2008). Le thymol et le α -citral sont les constituants chimiques présents quel que soit l'état des feuilles de *C. ambrosioides*. L'absence de β -citral identifié dans l'huile essentielle de *C. ambrosioides* extraite de feuilles sèches expliquerait par sa nature volatile. Le 2-bornene serait néoformé sous l'effet du séchage des feuilles à l'abri de la lumière. La forte proportion de ce composé n'est pas observée dans l'huile essentielle de *C. ambrosioides* extraite des feuilles fraîches. Avec *Cymbopogon citratus*, il est signalé une forte proportion de α -citral dans les huiles essentielles extraites des feuilles. Sur les molécules identifiées, α -citral représente 53,7% et 30% dans l'huile de *C. citratus* extraite des feuilles à l'état frais et sec. Il est noté une différence des molécules identifiées des huiles essentielles de *C. citratus* selon l'état des feuilles utilisées à l'extraction. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Dutta et al. (2014). L'huile extraite des feuilles fraîches, le α -citral et β -citral sont les composés majeurs avec une occurrence de 53,7% et 32,6%. Ces deux composés représentent 86,3% de 15 molécules identifiées. Cette prédominance de ces deux composés est obtenue par Matashyoh et al.(2011), Bossou et al. (2013), Pinto et al.(2015), Degnon et al. (2016), Kanko et al. (2017), Pinto et al. (2018), kpadonou et al. (2019) et valkova et al. (2022). Pour ces auteurs, le geranial (ou α -citral) et neral (ou β -citral) sont des constituants chimiques plus importants de l'huile essentielle de *C. citratus* extraite des feuilles fraîches. Avec les feuilles sèches à l'abri de la lumière, les molécules (2Z)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene) ethanol (44,6%) et le α -citral (30%) sont majeurs de 19 composés identifiés dans l'huile essentielle de *C. citratus*. La prédominance de (2Z)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene) ethanol n'est signalée dans l'huile essentielle de *C. citratus* extraite des feuilles sèches. Cette molécule est aussi néoformée sous l'effet du séchage des feuilles à l'abri de la lumière. Cette molécule est inexistante dans l'huile essentielle de *C. citratus* extraite des feuilles fraîches. Elle résulterait de β -citral. Par ailleurs, le composé α -citral est présent dans l'huile essentielle de *C. citratus* quel que soit l'état des feuilles à l'extraction. Sur l'huile extraite des feuilles séchées à l'ombre, l'occurrence de 30% est notée pour l' α -citral. Cette proportion est en deçà de celles obtenues par Andrate et al. (2009), Kobe et al.(2009), Silou et al. (2011), Bossou et al. (2013) et Likibi et al. (2019). Sur les 20 composés chimiques identifiés dans l'huile essentielle de *L. multiflora* extraite des feuilles fraîches, il est noté une proportion de 81% constituée de α -citral (47,1%), β -citral (26,2 %) et thymol (7,7%). Par contre, il est observé l'absence des composés α -citral et β -citral dans l'huile essentielle de *L. multiflora* extraite des feuilles séchées à l'abri de la lumière. A l'abri de la lumière, le séchage des feuilles de *L. multiflora* entraînerait l'absence de α -citral et β -citral, molécules volatiles de cette huile essentielle. Mais, ces composés sont signalés

par Samba et al. (2021). Ces auteurs révèlent une forte proportion de citral, neral et limonene dans l'huile essentielle de *L. multiflora* extraite des feuilles séchées à l'abri de la lumière. De nos résultats, le thymol représente à 21,9 % de 20 molécules identifiées. La prédominance du thymol est mise en exergue par julinia et al. (2008), Gouollaly et al. (2010), Soro et al. (2015) et Kunle and Egharevba (2012). Le composé thymol avec 1-imidazol-1-yl-2,2-dimethylpropan-1-one (16,9%), D-carvone (10,9%) et 2,4-ditert-butyl-2,4-adamantane-1,3-diol (10,9%) constituent plus de 60,6 % des molécules chimiques identifiées de l'huile essentielle de *L. multiflora* extraite des feuilles séchées à l'abri de la lumière. Les composés 1-imidazol-1-yl-2,2-dimethylpropan-1-one (16,9%), D-carvone (10,9%) et 2,4-ditert-butyl-2,4-adamantane-1,3-diol ne sont pas identifiés dans l'huile essentielle de *L. multiflora* extraite des feuilles fraîches. Ces molécules seraient néoformées sous l'effet du séchage à l'abri de la lumière. Par contre, dans cette huile essentielle, les travaux de Kanko et al. (2004); Owolabi et al. (2009) et Diomandé et al. (2014) mentionnent la présence de 1,8 cineole, sabinene, geranial, neral, terpineol, thymyl acetate, cymene, linalol, limonene et carvaerol. Ces composés identifiés sont inexistantes ou représentés en faible quantité de l'huile essentielle de *L. multiflora* extraite des feuilles séchées à l'abri de la lumière.

Pour *Ocimum gratissimum*, le thymol est le constituant majeur avec une proportion de 92,6 % et 93,7 % de l'huile extraite des feuilles fraîches et séchées à l'abri de la lumière. Avec le o-cymene, ils constituent 95,6% et 96,1% de 13 et 10 molécules identifiées dans ces huiles essentielles de *O. gratissimum*. Avec l'huile essentielle de *O. gratissimum* extraite des feuilles fraîches, une occurrence de 92,6 % de thymol est plus importante comparée à celle observée par Kassi et al. (2020). Par ailleurs, la forte occurrence de thymol est contraire à l'eugenol identifiée dans l'huile essentielle de *O. gratissimum* par Matasyoh et al. (2007), Prablu et al. (2009), Saliu et al. (2011), Silva et al. (2016), Elhassan et al. (2016), Soshi et al. (2017) et Barbosa et al. (2021). Cette différence expliquerait par l'origine géographique des plantes de *O. gratissimum*. Dans l'huile essentielle d'*O. gratissimum* extraite des feuilles sèches, la prépondérance de 24,57% et 31,57 % du thymol est montrée par Kobenan et al. (2018) et Chaumont et al. (2001). Ces proportions sont en dessous de 93,7% de thymol observé. Le o-cymene est représenté à moins de 4% des huiles essentielles d'*O. gratissimum* extraites sur les feuilles à l'état frais ou sec. Mais, le p-cymene s'est révélé un constituant chimique majeur dans l'huile essentielle d'*O. gratissimum* extraites sur les feuilles séchées à l'abri de la lumière (Kobenan et al., 2018). Il est signalé l'absence des caryophyllene oxide, stearic acid et α -ergostenol dans l'huile essentielle d'*O. gratissimum* extraite des feuilles séchées à l'abri de la lumière. Ces trois seraient très volatiles. Les constituants chimiques α -curcumene, zingiberene, β -sesquiphellandrene et tert-butyl (2E)-3,7-dimethyl-2,6-octadienoil sont majeurs dans l'huile essentielle de *Zingiber officinale* extraite des rhizomes frais. Ces quatre molécules chimiques représentent 53,7 % de 22 molécules identifiées avec une occurrence de 18,7% pour le zingiberene. La forte proportion de ce composé chimique est prouvée par Onyenekwe et al. (1999), Felipe et al. (2008), Padalia et al. (2011), Sasidharan et al.(2012) et Sharma et al. (2016). Cette forte présence de zingiberene est contraire à celle observée par Gupta et al (2011). Pour cet auteur, le geraniol est le composé majeur. Avec l'huile essentielle de *Z. officinale* extraite des rhizomes séchés à l'abri de la lumière, le zingiberene est représenté à 5,9%. Ce constituant chimique constitue avec le thymol 77% de 24 molécules identifiées. Le thymol reste le composé majeur avec 71,1%. Cette prédominance expliquerait par la transformation des composés pendant le séchage des rhizomes. En effet, le thymol a une proportion de 0,8% dans l'huile essentielle de *Z. officinale* extraite des rhizomes frais. Cette forte occurrence du thymol est contraire à celle enregistrée par Sasidharan et al. (2010) et Ugbabe et al. (2019). Ces auteurs identifient ar-curcumene, verbenol et eucalyptol comme constituants majeurs. Pour *Z. officinale*, il est identifiée 17 composés présents à des proportions différentes dans l'huile essentielle des rhizomes frais et secs dont camphene, o-cymene, β -citral, borneol, linalool, α -citral, α -farnesene, β -bisabolene, β -sesquiphellandrene et β -eudesmol.

CONCLUSION

L'étude révèle une forte variation quantitative et qualité des composés chimiques des huiles essentielles de cinq plantes aromatiques utilisées par les producteurs pour lutter contre les bruches haricots et de pois cajan. Il est identifié au moins 10 constituants chimiques des huiles essentielles extraites des feuilles de *L. multiflora* L., *C. citratus* Steud., *C. ambrosioides* L. et *O. gratissimum* L. ainsi que les rhizomes de *Z. officinale* Rosc. Ces constituants sont les monoterpènes, les diterpènes et sesquiterpènes. Le β -citral, le α -citral, le thymol, le *o*-cymène, le α -curcumène, le zingibérène, le β -sesquiphellandène et le tert-butyl(2E)-3,7-diméthyl-2,6-octadiénoyl sont les plus représentatives des molécules chimiques identifiées. Ces molécules contribuent à l'efficacité de ces huiles extraites dans la lutte contre les bioagresseurs de haricot en champ et en conservation des graines. Pour une plante aromatique, il existe une variabilité des molécules chimiques selon l'état frais ou sec l'organe utilisé à l'extraction de l'huile essentielle.

Remerciements: Les auteurs remercient l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) et le FAO-Congo pour le financement et co-financement de ce projet de recherche.

REFERENCES

- Abegaz B, Yohannes PG 1993. Constituents of essential oil of Ethiopian *Cymbopogon citratus* Stapf. Journal of Nature Products, 46 3: 424- 426
- Abena AA, Diatwa M, Gakosso G, Gbeassor M, Hondi-Assah T, Ouamba JM 2003. Analgesic, antipyretic and anti-inflammatory effects of essential oil, of *Lippia multiflora*. Fitoterapia, 74: 231-236.
- Abena AA, Gbenou JD, Yayi E, Moudachirou M, Ongaka RP, Ouamba JM, Silou T 2007. Comparative Chemical and analgesic properties of essential oils of *Cymbopogon nardus* of Benin and Congo. Afr. J. Trad. Complement. Altern. Med., 48: 267-272
- Abena AA, Ouamba JM, Keita A, Bogodgo F, Yala F 2002. Propriétés chimiques, antibactériennes et antifongiques de l'huile essentielle de *Lippia multiflora* Moldenke. Rev. Méd. Pharm. Afr., 161: 31-37
- Adeogun OO, Maroyi A, Afolayan AJ 2017. Effects of Leaf Extracts of *Ocimum gratissimum* L. on Quality of Fresh Cut Cucumis sativus L. Asian J. Plant Pathol., 11 4: 174-184
- Adjovi YCS, Fossou PJ, Tahirou A, Ahehennou HU 2022. Evaluation de l'utilisation des huiles essentielles de six plantes aromatiques collectées au Bénin dans la lutte alternative contre les aflatoxines. European Scientific Journal, 18 11 :207-221
- Agnaniet H, Makani T, Akagah A, Menut C, Bessière JM 2005. Volatile constituents and antioxidant activity of essential oils from *Lippia multiflora* Moldenke, growing in Gabon. Flav. Fragr. J., 20: 34-38
- Andrade AEH, Zoghbi MDGB, Lima MDP 2009. Chemical composition of the essential oils of *Cymbopogon citratus* DC. Stapf cultivated in North of Brazil. Jeobp, 12 1 :41 – 45
- Avoseh O, Oyediji O, Rungqu P, Nkeh-Chungag B, Oyediji A 2015. *Cymbopogon* species; ethnopharmacology, phytochemistry and the pharmacological importance. Molecules, 205 :7438-7453.
- Barbosa CDOL, Morais SDM, Araújo de Sousa H, Martins VC, Neto JFC, Vieira IGP, Pereira RDCA, Rodrigues ALM, Carioca JOB 2021. Chemical composition and antioxidant potential of essential oils from different *Ocimum* species Basil. Brazilian Journal of Development, Curitiba, 7 3 :24422-24442
- Bigoga JD, Saahkem PA, Ndindeng SA, Ngondi JL, Nyegue M, Oben JE, and Leke RGF 2013. Larvicidal and repellent potential of *Chenopodium ambrosioides* Linn essential oil against *Anopheles gambiae* Giles Diptera: Culicidae. The Open Entomology Journal, 7 :16-22
- Borges AR, Aires JR, Higinio TM, Medeiros MD, Citó AM, Lopes JA, Figueiredo RC 2012. Trypanocidal and cytotoxic activities of essential oils from medicinal plants of Northeast of Brazil. Experimental Parasitology, 132:123-128.
- Bossou AD, Mangelinck S, Yedomonhan H, Boko PM, Akogbeto MC, De Kimpe N, Avlessi F, Sohounhloue CKD 2013. Chemical composition and insecticidal activity of plant essential oils from Benin against *Anopheles gambiae* Giles. Parasites & Vectors, 6:337, 17p
- Cavalli JF, Tomi F, Bernardini AF, Casanova J 2004. Combined analysis of the essential oil *Chenopodium ambrosioides* by GC, GC-MS and ¹³CNMR spectroscopy: quantitative determination of ascaridole, a heat-sensitive compound. Phytochem Anal., 155:275-279.
- Chaumont JP, Mandin D, Sanda K, Koba K, De Souza CA. 2001. Activités antimicrobiennes *in vitro* de cinq huiles essentielles de Lamiacées togolaises vis-à-vis de germes représentatifs de la microflore cutanée. Acta Botanica Gallica, 1482 : 93-101.
- Chekem GMS, Lungu KP, Tamokou JDD, Kuate JR, Tane P, Vilarem G, Cerny M 2010. Antifungal Properties of *Chenopodium ambrosioides* essential oil against *Candida* Species. Pharmaceuticals, 3 :2900-2909
- Degnon GR, Adjou ES, Metome G, Dahouenon AE 2016. Efficacité des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et de *Mentha piperita* dans la stabilisation du lait frais de vache au Sud du Bénin. Int. J. Biol. Chem. Sci., 104: 1894-1902
- Dembitskya V, Shkrobb I, Hanusa LO 2008. Ascaridole and related peroxides from the genus *Chenopodium*. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub., 1522:209–215
- Diomande LB, Kanko C, Tia EV, Kone B et Yao-kouame A 2014. Occurrence et composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Lippia multiflora* M. thé de savane selon le pH, les teneurs en Carbone, en azote et Phosphore du sol en zones de savane guinéenne en Côte d'Ivoire. Afrique SCIENCE, 104 : 93 – 108
- Dutta D, Kumar P, Nath A., Verma N., Gangwar B 2014. Qualities of lemongrass *Cymbopogon citratus* essential oil at different drying conditions. IJAEB, 74: 903-909
- El idrissi M, Elhourri M, Ali, Adrae L, Saadia B, Ghizlane E 2016. Caractérisation chimique des huiles essentielles de *Chenopodium ambrosioides* L. *Chenopodiaceae* de quatre régions du Maroc J. Mater. Environ. Sci., 7 11 : 4087-4095.
- Elhassan IA, Amira AHE, Reem AA 2016. Evaluation of the chemical composition of essential oils from leaves of *sudanese ocimum gratissimum* and *ocimum basilicum*. Int., J. Adv. Res. 410, 5-11.
- Etou OAW, Morabandza CJ, Nsonde NGF, Tsala D, Elion IRDG, Ouamba JM and Abena AA 2006. Anti-oxidative stress potentiality of aqueous extract of the leaves of *Lippia multiflora* Moldenke *Verbenaceae*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2016; 56: 254-258
- Felipe CF, Kamyla SF, André L, José NSB, Manoel AN, Marta MF 2008. Alterations in behavior and memory induced by the essential oil of *Zingiber officinale* Roscoe ginger in mice are cholinergic-dependent. J Medicinal Plants Res., 27:163-70.
- Gouollaly T, Nkounkou LC, Mahmoud Y, Ouamba JM, Abena AA, Chalchat JC, Figueredo G 2010. Variation in the chemical composition of the essential oils of different organs of domesticated *Lippia multiflora* Moldenke. African Journal of Biotechnology, 941 :7009-7013
- Gupta D, Charles R, Mehta VK, Garg SN, Kumar S 2002. Chemical examination of the essential oil of *Chenopodium ambrosioides* L. From the Southern Hills of India. J Essent Oil Res, 14:93-4.
- Gupta S, Pankaj P, Gandhi R, Rajneesh A, Ajai PG, Mohd KH, Yashbir SB, Gopal RM 2011. Composition of a monoterpene-rich essential oil from the rhizome of *Zingiber officinale* from North Western Himalayas. Natural Product Communications 6 1 : 93 – 96
- Hammoudi R, Karima D, Mahfoud HM, Mohammed DO 2015. Composition chimique et activité antioxydante des huiles essentielles de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. *Apiaceae*. *Lebanese Science Journal*, 16 2 : 27-34
- Houngnimassoun HMA, Salifou S, Amidou K, Houetan GD, Salifou S 2020. Enquête parasitologique et effet nématocidique *in vitro* des extraits aqueux des feuilles de *Spondias mombin* L. 1753 *Anacardiaceae* et de *Chenopodium ambrosioides* L. 1753

- Chenopodiaceae sur *Ascaridia galli*, nématode de l'intestin grêle du poulet. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 43 1: 7380-7392.
- Hyldgaard M, Mygind T, Meyer RL, Debabov D 2012. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. Review Article, 3: 1–24.
- Jiao Li, Xiao Y, Jing Y, Zhimin L, Qiuyue D, Yanling C, Xiu C, Hong Z, Yu W 2020. Chemical composition of the volatile oil of *Chenopodium ambrosioides* L. from Mianyang in Sichuan Province of China and its sub-chronic toxicity in mice. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 19 9: 1985-1991
- Joshi RK 2017. GC–MS Analysis of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing desolately in South India. *Acta Chromatographica*, 29 1:111–119
- Juliani HR, Wang M, Moharram H, Asante-Dartey J, Acquaye D, Koroch AR, Simon JE. 2006. Intraspecific variation in quality control parameters, polyphenol profile, and antioxidant activity in wild populations of *Lippia multiflora* from Ghana. In *Herbs: Challenges in Chemistry and Biology* pp 126–142, American Chemical Society Press
- Kanko C, Oussou KR, Akcah J, Boti JB, Seri-Kouassi BP, Casanova J 2017. Structure des composés majoritaires et activité insecticide des huiles essentielles extraites de sept plantes aromatiques de Côte D'ivoire. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 410: 26-34
- Kanko C., G. Koukoua, Y.T. N'Guessan, J. Fournier, J.P Pradère and L. Toupet 2004. Contribution à l'étude phytochimique de *Lippia multiflora* Verbenaceae. *C. R. Chimie* 7, 1029-1032.
- Karollyna do Nascimento SM, De Alencar CVR and Matias EFF 2016. Chemical profile of essential oil of *Ocimum gratissimum* L. and évaluation of antibacterial and drug resistance-modifying activity by gaseous contact method. *Pharmacognosy Journal*, 8 1: 4-9.
- Kassi KFJM, Kouame KG, Kouame K, Bolou BBA et Kone D 2020. Composition chimique de l'huile essentielle extraite des feuilles fraîches de *Ocimum gratissimum* et évaluation de sa fongitoxicité sur 3 isolats de *Fusarium oxysporum* lycopersici, parasite tellurique en culture de tomate. *Afrique SCIENCE*, 161: 226 – 237.
- Khadri A, Serralheiro MLM, Nogueira JMF, Neffati M, Smiti S, Araújo MEM 2008. Antioxydant and antiacetylcholinesterase activities of essential oils from *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. Determination of chemical composition by GC–massspectrometry and ¹³C NMR. *Food Chemistry*. 109: 630–637.
- Koba K, Guyon C, Raynaud C, Chaumont JP, Komla S and Nicod L 2009. Chemical Composition and cytotoxic Activity of *Chenopodium ambrosioides* L. essential oil from Togo. *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.*, 444: 435-440,
- Koba K, Guyon C, Raynaud C, Chaumont JP, Sanda K, Nicod L 2009. Chemical composition and cytotoxic activity of *Chenopodium ambrosioides* L. essential oil from Togo. *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.* 444: 435-440
- Koba K, Sanda K, Guyon C, Raynaud C, Chaumont JP, Nicod L 2009. *In vitro* cytotoxic of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon nardus* L. essential, oil from Togo. *Bangladesh J. pharmacol*, 4: 29-34
- Koba K, Sanda K, Raynaud C, Nenonene YA, Millet J, Chaumont JP 2004. Activités antimicrobiennes d'huiles essentielles de trois *Cymbopogon* sp africains vis à vis des germes pathogènes d'animaux de compagnie. *Ann. Méd. Vét.* 148: 202-206
- Kobenan KC, Brou JK, Kouadio KNB, Malanno K, Dick AE, Ochou Ochou G 2019. Effets des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* L. et de *Cymbopogon citratus* Stapf sur les paramètres de croissance et de production du Cotonnier en Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, 154 1: 21-35
- Kobenan KC, Tia VE, Ochou GEC, Kouakou M, Bini KKN, Dagnogo M, Dick AE, Ochou Ochou G 2018. Comparaison du potentiel insecticide des huiles essentielles de *Ocimum gratissimum* L. et de *Ocimum canum* Sims sur *Pectinophora gossypiella* Saunders Lepidoptera: Gelechiidae, insecte ravageur du cotonnier en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 14 21:286-301
- Kpadonou DFA, Kpadonou-Kpoviessi B, Agbani P, Gbaguidi F, Baba-Moussa L, Gbenou J, Moudachirou M et Kpoviessi S 2019. Relations entre composition chimique, activité antioxydante et toxicité des huiles essentielles de deux espèces de *Cymbopogon* acclimatées au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 132: 1201-1209
- Kpodekon MT, Boko KC, Mainil JG, Farougou S, Sessou P, Yehouenou B, Gbenou J, Duprez JN, Bardiau M 2013. Composition chimique et test d'efficacité *in vitro* des huiles essentielles extraites de feuilles fraîches du basilic commun *Ocimum basilicum* et du basilic tropical *Ocimum gratissimum* sur *Salmonella enterica* sérotype Oakland et *Salmonella enterica* sérotype Legon. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 35: 41–48.
- Kumar R, Kumar MA, Dubey NK, Tripathi YB 2007. Evaluation of *Chenopodium ambrosioides* oil as a potential source of antifungal, anti-aflatoxinigenic and antioxidant activity. *International Journal of Food Microbiology*, 115:159-164.
- Kunle OF, Omoregie EH 2012. Essential oil of *Lippia multiflora* Moldenke: A review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2 1:15-23
- Langsi DJ, Ntungwen FC, Suh C, Agwanande AW, Tsatsop Tsague R, Nchiwan NE 2018. Effectiveness of essential oils from Ngaoundere, against post-harvest insect and fungal pests of maize. 12th International Working Conference on Stored Product Protection IWCSPP in Berlin, Germany, October 7-11, Julius-Kühn-Archiv 463. 839-847
- Lemoufouet J, Tendonkeng F, Miegoue E, Mekuiko H, Matumuini NEF, Fogang ZB, Tchelibou G et Pamo TE 2018. Effets de l'huile essentielle des rhizomes de *Zingiber officinale* sur la digestibilité *in vitro* du foin de *Pennisetum clandestinum*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 124:1887-1896
- Likibi NB, Gouollaly T, Madiélé MAB, Etou OAW, Nsikabaka S, Ouamba JM 2019. Composés carbonylés majeurs et indices physico-chimiques des huiles essentielles de deux espèces du genre *Cymbopogon* Poaceae du Congo-Brazzaville. *IJEAS*, 6 10:26-33
- Majewska E, Kozłowska, M, Gruszczynska-Sekowska E, Kowalska D, Tarnowska K 2019. Lemongrass *Cymbopogon citratus* essential oil: Extraction, composition, bioactivity and uses for food preservation-a review. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 69, 4p.
- Matasyoh JC, Wagara NI, Nakavuma LJ, Kiburai MA 2011. Chemical composition of *Cymbopogon citratus* essential oil and its effect on mycotoxigenic *Aspergillus* species. *African Journal of Food Science*, 53:13
- Matasyoh LG, Matasyoh JC, Wachira NF, Kinyua GM, Muigai TWA, Mukiama KT 2007. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. growing in Eastern Kenya. *African Journal of Biotechnology*, 6 6:760-765
- Melo SR, Azevedo AAM, Gomes PMA, RochaRR, CavalcanteMBR, Matos NCM, Lopes RHP, Gomes GA, Soares RTH, dos SantosHS, PonteIL, CostaAR, Brito SG, CatundaFEAJ, Carneiro AV 2019. Chemical Composition and Antimicrobial Effectiveness of *Ocimum gratissimum* L. essential oil against multidrug-resistant isolates of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Molecules*, 24:3864. 17p
- Mohr FBM, Lermen C, Gazim ZC, Gonçalves JE, Alberton O 2017. Antifungal activity, yield, and composition of *Ocimum gratissimum* essential oil. *Genetics and Molecular Research*, 16 1.10p
- Monteiro NMJ, Archanjo BA, Passos PG, Costa VA, PorfirioCL, Vilhena FIM 2017. *Chenopodium ambrosioides* L. essential oil and ethanol extract on control of canine *Ancylostoma* spp. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 38 4:1947-1954
- Monzote L, Nance MR, Garcia M, Scull R, Setzer WN 2011. Comparative chemical, cytotoxicity and antileishmanial properties of essential oils from *Chenopodium ambrosioides*. *Natural Product Communications*, 6: 281-286.
- Ndomo AF, Tapondjou AL, Tendonkeng F, Tchouanguép MF 2009. Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* Myrtaceae contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* Say Coleoptera; Bruchidae. *Tropicicultura*, 27 3:137-143

- Ngan TTK, Quan PM, Toan TQ 2020. Characterization of *Dysphania ambrosioides* L. Mosyakin & Clemants essential oil from Vietnam. *Nat. Volatiles & Essent. Oils*, 71: 34-40.
- Ntonga AP, Belong P, Tchoumboungang F, Bakwo Fils EM, Fankem H 2012. Composition chimique et effets insecticides des huiles essentielles des feuilles fraîches d'*Ocimum canum* Sims et d'*Ocimum basilicum* L. sur les adultes d'*Anopheles funestus*, vecteur du paludisme au Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 59: 4340-4348
- Onyenekwe PC, Hashimoto S 1999. The composition of the essential oil of dried Nigerian ginger *Zingiber officinale* Roscoe. *Europ Food Res Technol.*, 2096:407-10
- Ouadja B, Katawa G, Toudji AG, Layland L, Gbekley EH, Ritter M, Anani K, Yaovi A, Karou DS 2021. Anti-inflammatory, antibacterial and antioxidant activities of *Chenopodium ambrosioides* L. *Chenopodiaceae* extracts. *Journal of Applied Biosciences*, 162: 16764 – 16794
- Owolabi MS, Ogundajo A, Lajide L, Oladimeji OM, Setzer NW, Palazzo CM 2009. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Lippia multiflora* Moldenke from Nigeria. *Rec. Nat. Prod.*, 3 4 :170-177
- Owolabi, MS, Lajide L, Oladimeji MO, Setzer WN, Palazzo MC, Olowu RA, Ogundajo A 2009. Volatile constituents and antibacterial screening of the essential oil of *Chenopodium ambrosioides* L. growing in Nigeria. *Natural Product Communications*, 47 :989-992.
- Padalia RC, Verma RS, Sah AN, Karki N, Sundaresan V, Sakia D 2011. Leaf and rhizome oil composition of *Zingiber officinale* Roscoe and their antibacterial and antioxidant activities. *J Traditional Med.*, 62:73-82.
- Pamo E, Tedonkeng B, Boukila JA, Ndikum WH, Tendonkeng F 2008. Acaricidal activity of essential oils from leaves of *Chromolaena odorata* L King & Robins, *Eucalyptus saligna* Smith & *Chenopodium ambrosioides* on ticks *Rhipicephalus lumulatus* Neumann, 1907 of West African Dwarf Goats WADG in Cameroon. The XXI International Grassland Congress / VIII International Rangeland Congress took place in Hohhot, China from June 29 through July 5, 2008. Proceedings edited by Organizing Committee of 2008 IGC/IRC Conference.
- Pan X, Liang M, Chen SH. GC-MS analysis of essential oil from *Chenopodium ambrosioides* L. *Chin J Pharm Anal* 2007; 276: 909-911.
- Pino JA, Flor MFF, Pérez JC, Ana SF; Rodríguez JL, Hernández I, Rodeiro I, Fernández MD 2018. Chemical composition and biological activities of essential oil from lemongrass *Cymbopogon citratus* [D.C.] Stapf. leaves grown in Amazonian Ecuador. *Revista CENIC*, 49 1
- Pinto ZT, Sánchez FF, Dos Santos RA, Amara ACF, Ferreira PJL, Escalona-Arranz JC, Queiroz MMC 2015. Chemical composition and insecticidal activity of *Cymbopogon citratus* essential oil from Cuba and Brazil against housefly. *Braz. J. Vet. Parasitol.*, Jaboticabal, 24 1 : 36-44
- Prabhu KS, Lobo R, Shirwaikar AA, Shirwaikar A 2009. *Ocimum gratissimum*: A Review of its chemical, pharmacological and ethnomedicinal properties. *The Open Complementary Medicine Journal*, 1 :1-15
- Saliu BK, Usman LA, Sani A, Muhammad NO, Akolade JO 2011. Chemical composition and anti bacterial oral isolates activity of leaf essential oil of *Ocimum gratissimum* L. grown in North Central Nigeria. *International Journal of Current Research*, 3 3 : 22-28
- Samba N, Aitfella-Lahlou R, Mpazu N, Silva L, Coca R, Rocha P, and Rodilla JML 2021. Chemical Composition and antibacterial activity of *Lippia multiflora* Moldenke essential oil from different regions of Angola. *Molecules*, 26, 155. 28p
- Santiago JDA, Cardoso MDG, Batista LR, Mauro de Castro E, Teixeira ML, Pires MF 2016. Essential oil from *Chenopodium ambrosioides* L.: secretory structures, antibacterial and antioxidant activities. *Acta Scientiarum. Biological Science, Maringá*, 38 2 : 139-147
- Santiago JDA, Cardoso MDG, Figueiredo ACDS, Campos de Moraes J, Aparecida de Assis F, Teixeira ML, Santiago WD, Sales TA, Camargo KC, Nelson DL 2014. Chemical characterization and application of the essential oils from *Chenopodium ambrosioides* and *Philodendron bipinnatifidum* in the Control of *Diabrotica speciosa* Coleoptera: Chrysomelidae. *American Journal of Plant Sciences*, 5 : 3994-4002
- Sasidharan I, Menon N 2010. Comparative chemical composition and antimicrobial activity of Fresh and dry ginger oils *Zingiber officinale* Roscoe. *International J Cur Pharm Res.*, 24:40-3.
- Sasidharan SI, Venugopal VV, Menon AN. 2012. Essential oil composition of two unique ginger *Zingiber officinale* Roscoe cultivars from Sikkim. *Nat Prod Res.*, 2619:1759-64.
- Shameem AS, khaliquz ZK, Ajaz AW, Shah AH, Hafsa Q, Bashir AG 2019. Bioactivities and chemoprofiling comparisons of *Chenopodium ambrosioides* L. and *Chenopodium botrys* L. growing in kashmir, India. *Asian J Pharm Clin Res*, 12 1 : 124-129
- Sharma PK, Singh V, Ali M 2016. Chemical Composition and antimicrobial activity of fresh rhizome essential oil of *Zingiber officinale* Roscoe. *Pharmacognosy Journal*, 8 3 : 185- 189
- Silou T, Nsikabaka S, Baou A, Loubaki L, Figuerédo G, Chalchat JC 2017. Plantes aromatiques du plateau des cataractes Bassin du Congo. I. Caractérisation des huiles essentielles des espèces du genre *Cymbopogon* acclimatées au Congo-Brazzaville. *Sciences*, 51
- Silva KDNM, Carvalho DAVR, Matias FFE. 2016. Chemical profile of essential oil of *Ocimum gratissimum* L. and evaluation of antibacterial and drug resistance-modifying activity by gaseous contact method. *Pharmacognosy Journal*, 8 1.8p.
- Singh HP, Batish DR, Kohli RK, Mittal S, Yadav S 2008. Chemical composition of essential oil from leaves of *Chenopodium ambrosioides* from Chandigarh, India. *Chemistry of Natural Compounds*, New York, 44 3 : 378-379.
- Skaria BP, Joy PP, Mathew G, Mathew S, Joseph A 2012. Lemongrass. In K.V. Peter Ed., *Handbook of Herbs and Spices*, vol. 2, 2nd edition, Woodhead Publ. LTD, Abington Hall Abington, Cambridge CB1 6AH, Cambs, England, 228 : 348-370
- Soro LC, Grosmaire L, Ocho-Anin AAL, Munier S, Menut C, Pelissier Y 2015. Variabilité de la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Lippia multiflora* cultivées en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 88:8180– 8193
- Tapondjou AL, Adler C, Bouda H, Fontem AD 2003. Bioefficacy of powders and essential oil from leaves of *C. ambrosioides* and *E. saligna* to the cowpea bruchid *Collosobruchus maculatus* Fab. Coleoptera. Bruchidae. *Cahiers d'études et de Recherches Francophones/Agricultures* 12 :401-408.
- Tapondjou L, Adler C, Bouda H, Fontem D 2001. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as postharvest grain protectants against six-stored product beetles. *J Stored Prod Res.*, 384: 395-402.
- Tapondjou LA, Alder C, Bouda H, Fontem DA. 2002. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored products beetles. *Journal of Stored Products Research*, 38, 395-402.
- Tendonkeng F, Mekuiko WH, Ngoula F, Miégoúé E, Ahmat MA, Chounna A, Kambale MZ, Pamo TE 2018. Effet de l'huile essentielle de *Zingiber officinale* sur la digestibilité *in vivo* du foin de *Pennisetum clandestinum* chez le mouton Djallonke. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 381: 6074-6085
- Ugbabe GE, Okhale SE, Ashwe JD, Egharevba HO, Ibrahim JA, Kunle OF 2019. Comparative studies of essential oils from *Zingiber officinale* grown in Nigeria. *JOPAT*, 181 :237-252
- Valková V, Hana DU, Cová LG, Borotová P, Vukovic NL, Vukic M, Čáni M K 2022. *Cymbopogon citratus* essential Oil: Its application as an antimicrobial agent in food preservation. *Agronomy* 12, 155.24p.