

European Scientific Journal, *ESJ*

January 2025

European Scientific Institute, ESI

The content is peer reviewed

ESJ Natural/Life/Medical Sciences

January 2025 edition vol. 21, No. 3

The content of this journal do not necessarily reflect the opinion or position of the European Scientific Institute. Neither the European Scientific Institute nor any person acting on its behalf is responsible for the use of the information contained in this publication.

ISSN: 1857-7431 (Online)

ISSN: 1857-7881 (Print)

Generativity is a Core Value of the ESJ: A Decade of Growth

Erik Erikson (1902-1994) was one of the great psychologists of the 20th century¹. He explored the nature of personal human identity. Originally named Erik Homberger after his adoptive father, Dr. Theodore Homberger, he re-imagined his identity and re-named himself Erik Erikson (literally Erik son of Erik). Ironically, he rejected his adoptive father's wish to become a physician, never obtained a college degree, pursued independent studies under Anna Freud, and then taught at Harvard Medical School after emigrating from Germany to the United States. Erickson visualized human psychosocial development as eight successive life-cycle challenges. Each challenge was framed as a struggle between two outcomes, one desirable and one undesirable. The first two early development challenges were 'trust' versus 'mistrust' followed by 'autonomy' versus 'shame.' Importantly, he held that we face the challenge of **generativity** versus **stagnation in middle life**. This challenge concerns the desire to give back to society and leave a mark on the world. It is about the transition from acquiring and accumulating to providing and mentoring.

Founded in 2010, the European Scientific Journal is just reaching young adulthood. Nonetheless, **generativity** is one of our core values. As a Journal, we reject stagnation and continue to evolve to meet the needs of our contributors, our reviewers, and the academic community. We seek to innovate to meet the challenges of open-access academic publishing. For us,

¹ Hopkins, J. R. (1995). Erik Homburger Erikson (1902–1994). *American Psychologist*, 50(9), 796-797. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.50.9.796>

generativity has a special meaning. We acknowledge an obligation to give back to the academic community, which has supported us over the past decade and made our initial growth possible. As part of our commitment to generativity, we are re-doubling our efforts in several key areas. First, we are committed to keeping our article processing fees as low as possible to make the ESJ affordable to scholars from all countries. Second, we remain committed to fair and agile peer review and are making further changes to shorten the time between submission and publication of worthy contributions. Third, we are looking actively at ways to eliminate the article processing charges for scholars coming from low GDP countries through a system of subsidies. Fourth, we are examining ways to create and strengthen partnerships with various academic institutions that will mutually benefit those institutions and the ESJ. Finally, through our commitment to publishing excellence, we reaffirm our membership in an open-access academic publishing community that actively contributes to the vitality of scholarship worldwide.

Sincerely,

Daniel B. Hier, MD

European Scientific Journal (ESJ) Natural/Life/Medical Sciences

Editor in Chief

International Editorial Board

Jose Noronha Rodrigues,
University of the Azores, Portugal

Nino Kemertelidze,
Grigol Robakidze University, Georgia

Jacques de Vos Malan,
University of Melbourne, Australia

Franz-Rudolf Herber,
University of Saarland, Germany

Annalisa Zanola,
University of Brescia, Italy

Robert Szucs,
University of Debrecen, Hungary

Dragica Vujadinovic,
University of Belgrade, Serbia

Pawel Rozga,
Technical University of Lodz, Poland

Mahmoud Sabri Al-Asal,
Jadara University, Irbid-Jordan

Rashmirekha Sahoo,
Melaka-Manipal Medical College, Malaysia

Georgios Vousinas,
University of Athens, Greece

Asif Jamil,
Gomal University DIKhan, KPK, Pakistan

Faranak Seyyedi,
Azad University of Arak, Iran

Majid Said Al Busafi,
Sultan Qaboos University- Sultanate of Oman

Dejan Marolov,
European Scientific Institute, ESI

Noor Alam,
Universiti Sains Malaysia, Malaysia

Rashad A. Al-Jawfi,
Ibb University, Yemen

Muntean Edward Ioan,
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine (USAMV) Cluj-Napoca,
Romania

Hans W. Giessen,
Saarland University, Saarbrucken, Germany

Frank Bezzina,
University of Malta, Malta

Monika Bolek,
University of Lodz, Poland

Robert N. Diotalevi,
Florida Gulf Coast University, USA

Daiva Jureviciene,
Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

Anita Lidaka,
Liepaja University, Latvia

Rania Zayed,
Cairo University, Egypt

Louis Valentin Mballa,
Autonomous University of San Luis Potosi, Mexico

Lydia Ferrara,
University of Naples, Italy

Byron A Brown,
Botswana Accountancy College, Botswana

Grazia Angeloni,
University "G. d'Annunzio" in Chieti, Italy

Chandrasekhar Putcha,
California State University, Fullerton, CA, USA

Cinaria Tarik Albadri,
Trinity College Dublin University, Ireland

Mahammad A. Nurmamedov,
Shamakhy Astrophysical Observatory of the Ministry of Science and Education of the
Republic of Azerbaijan

Henryk J. Barton,
Jagiellonian University, Poland

Saltanat Meiramova,
S.Seifullin AgroTechnical University, Kazakhstan

Rajasekhar Kali Venkata,
University of Hyderabad, India

Ruzica Loncaric,
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Croatia

Stefan Vladutescu,
University of Craiova, Romania

Billy Adamsen,
University of Southern Denmark, Denmark

Marinella Lorinczi,
University of Cagliari, Italy

Giuseppe Cataldi,
University of Naples "L'Orientale", Italy

N. K. Rathee,
Delaware State University, USA

Michael Ba Banutu-Gomez,
Rowan University, USA

Adil Jamil,
Amman University, Jordan

Habib Kazzi,
Lebanese University, Lebanon

Valentina Manoiu,
University of Bucharest, Romania

Henry J. Grubb,
University of Dubuque, USA

Daniela Brevenikova,
University of Economics, Slovakia

Genute Gedviliene,
Vytautas Magnus University, Lithuania

Vasilika Kume,
University of Tirana, Albania

Mohammed Kerbouche,
University of Mascara, Algeria

Adriana Gherbon,
University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania

Pablo Alejandro Olavegogeoascoechea,
National University of Comahue, Argentina

Raul Rocha Romero,
Autonomous National University of Mexico, Mexico

Driss Bouyahya,
University Moulay Ismail, Morocco

William P. Fox,
Naval Postgraduate School, USA

Rania Mohamed Hassan,
University of Montreal, Canada

Tirso Javier Hernandez Gracia,
Autonomous University of Hidalgo State, Mexico

Tilahun Achaw Messaria,
Addis Ababa University, Ethiopia

George Chiladze,
University of Georgia, Georgia

Elisa Rancati,
University of Milano-Bicocca, Italy

Alessandro Merendino,
University of Ferrara, Italy

David L. la Red Martinez,
Northeastern National University, Argentina

Anastassios Gentzoglanis,
University of Sherbrooke, Canada

Awoniyi Samuel Adebayo,
Solusi University, Zimbabwe

Milan Radosevic,
Faculty Of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Berenyi Laszlo,
University of Miskolc, Hungary

Hisham S Ibrahim Al-Shaikhli,
Auckland University of Technology, New Zeland

Omar Arturo Dominguez Ramirez,
Hidalgo State University, Mexico

Bupinder Zutshi,
Jawaharlal Nehru University, India

Pavel Krpalek,
University of Economics in Prague, Czech Republic

Mondira Dutta,
Jawaharlal Nehru University, India

Evelio Velis,
Barry University, USA

Mahbubul Haque,
Daffodil International University, Bangladesh

Diego Enrique Baez Zarabanda,
Autonomous University of Bucaramanga, Colombia

Juan Antonio Lopez Nunez,
University of Granada, Spain

Nouh Ibrahim Saleh Alguzo,
Imam Muhammad Ibn Saud Islamic University, Saudi Arabia

A. Zahoor Khan,
International Islamic University Islamabad, Pakistan

Valentina Manoiu,
University of Bucharest, Romania

Andrzej Palinski,
AGH University of Science and Technology, Poland

Jose Carlos Teixeira,
University of British Columbia Okanagan, Canada

Martin Gomez-Ullate,
University of Extremadura, Spain

Nicholas Samaras,
Technological Educational Institute of Larissa, Greece

Emrah Cengiz,
Istanbul University, Turkey

Francisco Raso Sanchez,
University of Granada, Spain

Simone T. Hashiguti,
Federal University of Uberlandia, Brazil

Tayeb Boutbouqalt,
University, Abdelmalek Essaadi, Morocco

Maurizio Di Paolo Emilio,
University of L'Aquila, Italy

Ismail Ipek,
Istanbul Aydin University, Turkey

Olena Kovalchuk,
National Technical University of Ukraine, Ukraine

Oscar Garcia Gaitero,
University of La Rioja, Spain

Alfonso Conde,
University of Granada, Spain

Jose Antonio Pineda-Alfonso,
University of Sevilla, Spain

Jingshun Zhang,
Florida Gulf Coast University, USA

Olena Ivanova,
Kharkiv National University, Ukraine

Marco Mele,
Unint University, Italy

Okyay Ucan,
Omer Halisdemir University, Turkey

Arun N. Ghosh,
West Texas A&M University, USA

Matti Raudjarv,
University of Tartu, Estonia

Cosimo Magazzino,
Roma Tre University, Italy

Susana Sousa Machado,
Polytechnic Institute of Porto, Portugal

Jelena Zascerinska,
University of Latvia, Latvia

Umman Tugba Simsek Gursoy,
Istanbul University, Turkey

Zoltan Veres,
University of Pannonia, Hungary

Vera Komarova,
Daugavpils University, Latvia

Salloom A. Al-Juboori,
Muta'h University, Jordan

Pierluigi Passaro,
University of Bari Aldo Moro, Italy

Georges Kpazai,
Laurentian University, Canada

Claus W. Turtur,
University of Applied Sciences Ostfalia, Germany

Michele Russo,
University of Catanzaro, Italy

Nikolett Deutsch,
Corvinus University of Budapest, Hungary

Andrea Baranovska,
University of st. Cyrill and Methodius Trnava, Slovakia

Brian Sloboda,
University of Maryland, USA

Natalia Sizochenko
Dartmouth College, USA

Marisa Cecilia Tumino,
Adventista del Plata University, Argentina

Luca Scaini,
Al Akhawayn University, Morocco

Aelita Skarbaliene,
Klaipeda University, Lithuania

Oxana Bayer,
Dnipropetrovsk Oles Honchar University, Ukraine

Onyeka Uche Ofili,
International School of Management, France

Aurela Saliq,
University of Vlora, Albania

Maria Garbelli,
Milano Bicocca University, Italy

Josephus van der Maesen,
Wageningen University, Netherlands

Claudia M. Dellafiore,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Francisco Gonzalez Garcia,
University of Granada, Spain

Mahgoub El-Tigani Mahmoud,
Tennessee State University, USA

Daniel Federico Morla,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Valeria Autran,
National University of Rio Cuarto, Argentina

Muhammad Hasmi Abu Hassan Asaari,
Universiti Sains, Malaysia

Angelo Viglianisi Ferraro,
Mediterranean University of Reggio Calabria, Italy

Roberto Di Maria,
University of Palermo, Italy

Delia Magherescu,
State University of Moldova, Moldova

Paul Waithaka Mahinge,
Kenyatta University, Kenya

Aicha El Alaoui,
Sultan My Slimane University, Morocco

Marija Brajčić,
University of Split, Croatia

Monica Monea,
University of Medicine and Pharmacy of Tirgu Mures, Romania

Belen Martinez-Ferrer,
Univeristy Pablo Olavide, Spain

Rachid Zammar,
University Mohammed 5, Morocco

Fatma Koc,
Gazi University, Turkey

Calina Nicoleta,
University of Craiova, Romania

Shadaan Abid,
UT Southwestern Medical Center, USA

Sadik Madani Alaoui,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Patrizia Gazzola,
University of Insubria, Italy

Krisztina Szegedi,
University of Miskolc, Hungary

Liliana Esther Mayoral,
National University of Cuyo, Argentina

Amarjit Singh,
Kurukshetra University, India

Oscar Casanova Lopez,
University of Zaragoza, Spain

Emina Jerkovic,
University of Josip Juraj Strossmayer, Croatia

Carlos M. Azcoitia,
National Louis University, USA

Rokia Sanogo,
University USTTB, Mali

Bertrand Lemennicier,
University of Paris Sorbonne, France

Lahcen Benaabidate,
University Sidi Mohamed Ben Abdellah, Morocco

Janaka Jayawickrama,
University of York, United Kingdom

Kiluba L. Nkulu,
University of Kentucky, USA

Oscar Armando Esparza Del Villar,
University of Juarez City, Mexico

George C. Katsadoros,
University of the Aegean, Greece

Elena Gavrilova,
Plekhanov University of Economics, Russia

Eyal Lewin,
Ariel University, Israel

Szczepan Figiel,
University of Warmia, Poland

Don Martin,
Youngstown State University, USA

John B. Strait,
Sam Houston State University, USA

Nirmal Kumar Betchoo,
University of Mascareignes, Mauritius

Camilla Buzzacchi,
University Milano Bicocca, Italy

EL Kandoussi Mohamed,
Moulay Ismai University, Morocco

Susana Borrás Pentinat,
Rovira i Virgili University, Spain

Jelena Kasap,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Massimo Mariani,
Libera Università Mediterranea, Italy

Rachid Sani,
University of Niamey, Niger

Luis Aliaga,
University of Granada, Spain

Robert McGee,
Fayetteville State University, USA

Angel Urbina-Garcia,
University of Hull, United Kingdom

Sivanadane Mandjiny,
University of N. Carolina at Pembroke, USA

Marko Andonov,
American College, Republic of Macedonia

Ayub Nabi Khan,
BGMEA University of Fashion & Technology, Bangladesh

Leyla Yilmaz Findik,
Hacettepe University. Turkey

Vlad Monescu,
Transilvania University of Brasov, Romania

Stefano Amelio,
University of Unsubria, Italy

Enida Pulaj,
University of Vlora, Albania

Christian Cave,
University of Paris XI, France

Julius Gathogo,
University of South Africa, South Africa

Claudia Pisoschi,
University of Craiova, Romania

Arianna Di Vittorio,
University of Bari "Aldo Moro", Italy

Joseph Ntale,
Catholic University of Eastern Africa, Kenya

Kate Litondo,
University of Nairobi, Kenya

Maurice Gning,
Gaston Berger University, Senegal

Katarina Marosevic,
J.J. Strossmayer University, Croatia

Sherin Y. Elmahdy,
Florida A&M University, USA

Syed Shadab,
Jazan University, Saudi Arabia

Koffi Yao Blaise,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Mario Adelfo Batista Zaldivar,
Technical University of Manabi, Ecuador

Kalidou Seydou,
Gaston Berger University, Senegal

Patrick Chanda,
The University of Zambia, Zambia

Meryem Ait Ouali,
University IBN Tofail, Morocco

Laid Benderradji,
Mohamed Boudiaf University of Msila, Algeria

Amine Daoudi,
University Moulay Ismail, Morocco

Oruam Cadex Marichal Guevara,
University Maximo Gomes Baez, Cuba

Vanya Katsarska,
Air Force Academy, Bulgaria

Carmen Maria Zavala Arnal,
University of Zaragoza, Spain

Francisco Gavi Reyes,
Postgraduate College, Mexico

Iane Franceschet de Sousa,
Federal University S. Catarina, Brazil

Patricia Randrianavony,
University of Antananarivo, Madagascar

Roque V. Mendez,
Texas State University, USA

Kesbi Abdelaziz,
University Hassan II Mohammedia, Morocco

Whei-Mei Jean Shih,
Chang Gung University of Science and Technology, Taiwan

Ilknur Bayram,
Ankara University, Turkey

Elenica Pjero,
University Ismail Qemali, Albania

Gokhan Ozer,
Fatih Sultan Mehmet Vakif University, Turkey

Veronica Flores Sanchez,
Technological University of Veracruz, Mexico

Camille Habib,
Lebanese University, Lebanon

Larisa Topka,
Irkutsk State University, Russia

Paul M. Lipowski,
Holy Family University, USA

Marie Line Karam,
Lebanese University, Lebanon

Sergio Scicchitano,
Research Center on Labour Economics (INAPP), Italy

Mohamed Berradi,
Ibn Tofail University, Morocco

Visnja Lachner,
Josip J. Strossmayer University, Croatia

Sangne Yao Charles,
University Jean Lorougnon Guede, Ivory Coast

Omar Boubker,
University Ibn Zohr, Morocco

Kouame Atta,
University Felix Houphouet Boigny, Ivory Coast

Patience Mpanzu,
University of Kinshasa, Congo

Devang Upadhyay,
University of North Carolina at Pembroke, USA

Nyamador Wolali Seth,
University of Lome, Togo

Akmele Meless Simeon,
Ouattara University, Ivory Coast

Mohamed Sadiki,
IBN Tofail University, Morocco

Paula E. Faulkner,
North Carolina Agricultural and Technical State University, USA

Gamal Elgezeery,
Suez University, Egypt

Manuel Gonzalez Perez,
Universidad Popular Autonoma del Estado de Puebla, Mexico

Denis Pompidou Folefack,
Centre Africain de Recherche sur Bananiers et Plantains (CARBAP), Cameroon

Seka Yapi Arsene Thierry,
Ecole Normale Supérieure Abidjan (ENS Ivory Coast)

Dastagiri MB,
ICAR-National Academy of Agricultural Research Management, India

Alla Manga,
University Cheikh Anta Diop, Senegal

Lalla Aicha Lrhorfi,
University Ibn Tofail, Morocco

Ruth Adunola Aderanti,
Babcock University, Nigeria

Katica Kulavkova,
University of "Ss. Cyril and Methodius", Republic of Macedonia

Aka Koffi Sosthene,
Research Center for Oceanology, Ivory Coast

Forchap Ngang Justine,
University Institute of Science and Technology of Central Africa, Cameroon

Toure Krouele,
Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Ivory Coast

Sophia Barinova,
University of Haifa, Israel

Leonidas Antonio Cerda Romero,
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

T.M.S.P.K. Thennakoon,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Aderewa Amontcha,
Universite d'Abomey-Calavi, Benin

Khadija Kaid Rassou,
Centre Regional des Metiers de l'Education et de la Formation, Morocco

Rene Mesias Villacres Borja,
Universidad Estatal De Bolivar, Ecuador

Aaron Victor Reyes Rodriguez,
Autonomous University of Hidalgo State, Mexico

Qamil Dika,
Tirana Medical University, Albania

Kouame Konan,
Peleforo Gon Coulibaly University of Korhogo, Ivory Coast

Hariti Hakim,
University Alger 3, Algeria

Emel Ceyhun Sabir,
University of Cukurova, Turkey

Salomon Barrezueta Unda,
Universidad Tecnica de Machala, Ecuador

Belkis Zervent Unal,
Cukurova University, Turkey

Elena Krupa,
Kazakh Agency of Applied Ecology, Kazakhstan

Carlos Angel Mendez Peon,
Universidad de Sonora, Mexico

Antonio Solis Lima,
Apizaco Institute Technological, Mexico

Roxana Matefi,
Transilvania University of Brasov, Romania

Bouharati Saddek,
UFAS Setif1 University, Algeria

Toleba Seidou Mamam,
Universite d'Abomey-Calavi (UAC), Benin

Serigne Modou Sarr,
Universite Alioune DIOP de Bambey, Senegal

Nina Stankous,
National University, USA

Lovergine Saverio,
Tor Vergata University of Rome, Italy

Fekadu Yehualashet Maru,
Jigjiga University, Ethiopia

Karima Laamiri,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Elena Hunt,
Laurentian University, Canada

Sharad K. Soni,
Jawaharlal Nehru University, India

Lucrezia Maria de Cosmo,
University of Bari "Aldo Moro", Italy

Florence Kagendo Muindi,
University of Nairobi, Kenya

Maximo Rossi Malan,
Universidad de la Republica, Uruguay

Haggag Mohamed Haggag,
South Valley University, Egypt

Olugbamila Omotayo Ben,
Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria

Eveligh Cecilania Prado-Carpio,
Technical University of Machala, Ecuador

Maria Clideana Cabral Maia,
Brazilian Company of Agricultural Research - EMBRAPA, Brazil

Fernando Paulo Oliveira Magalhaes,
Polytechnic Institute of Leiria, Portugal

Valeria Alejandra Santa,
Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Stefan Cristian Gherghina,
Bucharest University of Economic Studies, Romania

Goran Ilik,
"St. Kliment Ohridski" University, Republic of Macedonia

Amir Mohammad Sohrabian,
International Information Technology University (IITU), Kazakhstan

Aristide Yemmafouo,
University of Dschang, Cameroon

Gabriel Anibal Monzón,
University of Moron, Argentina

Robert Cobb Jr,
North Carolina Agricultural and Technical State University, USA

Arburim Iseni,
State University of Tetovo, Republic of Macedonia

Raoufou Pierre Radji,
University of Lome, Togo

Juan Carlos Rodriguez Rodriguez,
Universidad de Almeria, Spain

Satoru Suzuki,
Panasonic Corporation, Japan

Iulia-Cristina Muresan,
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Romania

Russell Kabir,
Anglia Ruskin University, UK

Nasreen Khan,
SZABIST, Dubai

Luisa Morales Maure,
University of Panama, Panama

Lipeng Xin,
Xi'an Jiaotong University, China

Harja Maria,
Gheorghe Asachi Technical University of Iasi, Romania

Adou Paul Venance,
University Alassane Ouattara, Cote d'Ivoire

Nkwenka Geoffroy,
Ecole Superieure des Sciences et Techniques (ESSET), Cameroon

Benie Aloh J. M. H.,
Felix Houphouet-Boigny University of Abidjan, Cote d'Ivoire

Bertin Desire Soh Fotsing,
University of Dschang, Cameroon

N'guessan Tenguel Sosthene,
Nangui Abrogoua University, Cote d'Ivoire

Ackoundoun-Nguessan Kouame Sharll,
Ecole Normale Superieure (ENS), Cote d'Ivoire

Abdelfettah Maouni,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Alina Stela Resceanu,
University of Craiova, Romania

Alilouch Redouan,
Chouaib Doukkali University, Morocco

Gnamien Konan Bah Modeste,
Jean Lorougnon Guede University, Cote d'Ivoire

Sufi Amin,
International Islamic University, Islambad Pakistan

Sanja Milosevic Govedarovic,
University of Belgrade, Serbia

Elham Mohammadi,
Curtin University, Australia

Andrianarizaka Marc Tiana,
University of Antananarivo, Madagascar

Ngakan Ketut Acwin Dwijendra,
Udayana University, Indonesia

Yue Cao,
Southeast University, China

Audrey Tolouian,
University of Texas, USA

Asli Cazorla Milla,
Universidad Internacional de Valencia, Spain

Valentin Marian Antohi,
University Dunarea de Jos of Galati, Romania

Tabou Talahatou,
University of Abomey-Calavi, Benin

N. K. B. Raju,
Sri Venkateswara Veterinary University, India

Hamidreza Izadi,
Chabahar Maritime University, Iran

Hanaa Ouda Khadri Ahmed Ouda,
Ain Shams University, Egypt

Rachid Ismaili,
Hassan 1 University, Morocco

Tamar Ghutidze,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Emine Koca,
Ankara Haci Bayram Veli University, Turkey

David Perez Jorge,
University of La Laguna, Spain

Irma Guga,
European University of Tirana, Albania

Jesus Gerardo Martínez del Castillo,
University of Almeria, Spain

Mohammed Mouradi,
Sultan Moulay Slimane University, Morocco

Marco Tulio Ceron Lopez,
Institute of University Studies, Mexico

Mangambu Mokoso Jean De Dieu,
University of Bukavu, Congo

Hadi Sutopo,
Topazart, Indonesia

Priyantha W. Mudalige,
University of Kelaniya, Sri Lanka

Emmanouil N. Choustoulakis,
University of Peloponnese, Greece

Yasangi Anuradha Iddagoda,
Chartered Institute of Personal Management, Sri Lanka

Pinnawala Sangasumana,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Abdelali Kaaouachi,
Mohammed I University, Morocco

Kahi Oulai Honore,
University of Bouake, Cote d'Ivoire

Ma'moun Ahmad Habiballah,
Al Hussein Bin Talal University, Jordan

Amaya Epelde Larranaga,
University of Granada, Spain

Franca Daniele,
"G. d'Annunzio" University, Chieti-Pescara, Italy

Saly Sambou,
Cheikh Anta Diop University, Senegal

Daniela Di Berardino,
University of Chieti-Pescara, Italy

Dorjana Klosi,
University of Vlore "Ismail Qemali, Albania

Abu Hamja,
Aalborg University, Denmark

Stankovska Gordana,
University of Tetova, Republic of Macedonia

Kazimierz Albin Klosinski,
John Paul II Catholic University of Lublin, Poland

Maria Leticia Bautista Diaz,
National Autonomous University, Mexico

Bruno Augusto Sampaio Fuga,
North Parana University, Brazil

Anouar Alami,
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

Vincenzo Riso,
University of Ferrara, Italy

Janhavi Nagwekar,
St. Michael's Hospital, Canada

Jose Grillo Evangelista,
Egas Moniz Higher Institute of Health Science, Portugal

Xi Chen,
University of Kentucky, USA

Fateh Mebarek-Oudina,
Skikda University, Algeria

Nadia Mansour,
University of Sousse, Tunisia

Jestoni Dulva Maniago,
Majmaah University, Saudi Arabia

Daniel B. Hier,
Missouri University of Science and Technology, USA

S. Sendil Velan,
Dr. M.G.R. Educational and Research Institute, India

Enriko Ceko,
Wisdom University, Albania

Laura Fischer,
National Autonomous University of Mexico, Mexico

Mauro Berumen,
Caribbean University, Mexico

Sara I. Abdelsalam,
The British University in Egypt, Egypt

Maria Carlota,
Autonomous University of Queretaro, Mexico

H.A. Nishantha Hettiarachchi,
University of Sri Jayewardenepura, Sri Lanka

Bhupendra Karki,
University of Louisville, Louisville, USA

Evens Emmanuel,
University of Quisqueya, Haiti

Iresha Madhavi Lakshman,
University of Colombo, Sri Lanka

Francesco Scotognella,
Polytechnic University of Milan, Italy

Kamal Niaz,
Cholistan University of Veterinary & Animal Sciences, Pakistan

Rawaa Qasha,
University of Mosul, Iraq

Amal Talib Al-Sa'ady,
Babylon University, Iraq

Hani Nasser Abdelhamid,
Assiut University, Egypt

Mihnea-Alexandru Gaman,
University of Medicine and Pharmacy, Romania

Daniela-Maria Cretu,
Lucian Blaga University of Sibiu, Romania

Ilenia Farina,
University of Naples "Parthenope, Italy

Luisa Zanolla,
Azienda Ospedaliera Universitaria Verona, Italy

Jonas Kwabla Fiadzawoo,
University for Development Studies (UDS), Ghana

Adriana Burlea-Schiopoiu,
University of Craiova, Romania

Fernando Espinoza Lopez,
Hofstra University, USA

Ammar B. Altemimi,
University of Basrah, Iraq

Monica Butnariu,
University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine "King Michael I, Romania

Davide Calandra,
University of Turin, Italy

Nicola Varrone,
University of Campania Luigi Vanvitelli, Italy

Luis Angel Medina Juarez,
University of Sonora, Mexico

Francesco D. d'Ovidio,
University of Bari "Aldo Moro", Italy

Sameer Algburi,
Al-Kitab University, Iraq

Braione Pietro,
University of Milano-Bicocca, Italy

Mounia Bendari,
Mohammed VI University, Morocco

Stamatios Papadakis,
University of Crete, Greece

Aleksey Khlopytskyi,
Ukrainian State University of Chemical Technology, Ukraine

Sung-Kun Kim,
Northeastern State University, USA

Nemanja Berber,
University of Novi Sad, Serbia

Krejsa Martin,
Technical University of Ostrava, Czech Republic

Magdalena Vaverkova,
Mendel University in Brno, Czech Republic

Jeewaka Kumara,
University of Peradeniya, Sri Lanka

Antonella Giacosa,
University of Torino, Italy

Paola Clara Leotta,
University of Catania, Italy

Francesco G. Patania,
University of Catania, Italy

Rajko Odobasa,
University of Osijek, Faculty of Law, Croatia

Jesusa Villanueva-Gutierrez,
University of Tabuk, Tabuk, KSA

Leonardo Jose Mataruna-Dos-Santos,
Canadian University of Dubai, UAE

Usama Konbr,
Tanta University, Egypt

Branislav Radeljic,
Necmettin Erbakan University, Turkey

Anita Mandaric Vukusic,
University of Split, Croatia

Barbara Cappuzzo,
University of Palermo, Italy

Roman Jimenez Vera,
Juarez Autonomous University of Tabasco, Mexico

Lucia P. Romero Mariscal,
University of Almeria, Spain

Pedro Antonio Martin-Cervantes,
University of Almeria, Spain

Hasan Abd Ali Khudhair,
Southern Technical University, Iraq

Qanqom Amira,
Ibn Zohr University, Morocco

Farid Samir Benavides Vanegas,
Catholic University of Colombia, Colombia

Nedret Kuran Burcoglu,
Emeritus of Bogazici University, Turkey

Julio Costa Pinto,
University of Santiago de Compostela, Spain

Satish Kumar,
Dire Dawa University, Ethiopia

Favio Farinella,
National University of Mar del Plata, Argentina

Jorge Tenorio Fernando,
Paula Souza State Center for Technological Education - FATEC, Brazil

Salwa Alinat,
Open University, Israel

Hamzo Khan Tagar,
College Education Department Government of Sindh, Pakistan

Rasool Bukhsh Mirjat,
Senior Civil Judge, Islamabad, Pakistan

Samantha Goncalves Mancini Ramos,
Londrina State University, Brazil

Mykola Nesprava,
Dnoproptetrovsk State University of Internal Affairs, Ukraine

Awwad Othman Abdelaziz Ahmed,
Taif University, Kingdom of Saudi Arabia

Giacomo Buoncompagni,
University of Florence, Italy

Elza Nikoleishvili,
University of Georgia, Georgia

Mohammed Mahmood Mohammed,
University of Baghdad, Iraq

Oudgou Mohamed,
University Sultan Moulay Slimane, Morocco

Arlinda Ymeraj,
European University of Tirana, Albania

Luisa Maria Arvide Cambra,
University of Almeria, Spain

Charahabil Mohamed Mahamoud,
University Assane Seck of Ziguinchor, Senegal

Ehsaneh Nejad Mohammad Nameghi,
Islamic Azad University, Iran

Mohamed Elsayed Elnaggar,
The National Egyptian E-Learning University , Egypt

Said Kammas,
Business & Management High School, Tangier, Morocco

Harouna Issa Amadou,
Abdou Moumouni University of Niger

Achille Magloire Ngah,
Yaounde University II, Cameroun

Gnagne Agness Essoh Jean Eudes Yves,
Universite Nangui Abrogoua, Cote d'Ivoire

Badoussi Marius Eric,
Université Nationale des sciences, Technologies,
Ingénierie et Mathématiques (UNSTIM) , Benin

Carlos Alberto Batista Dos Santos,
Universidade Do Estado Da Bahia, Brazil

Oumar Bah,
Sup' Management, Mali

Angelica Selene Sterling Zozoaga,
Universidad del Caribe, Mexico

Josephine W. Gitome,
Kenyatta University, Kenya

Keumean Keiba Noel,
Felix Houphouet Boigny University Abidjan, Ivory Coast

Tape Bi Sehi Antoine,
University Peleforo Gon Coulibaly, Ivory Coast

Atsé Calvin Yapi,
Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Desara Dushi,
Vrije Universiteit Brussel, Belgium

Mary Ann Hollingsworth,
University of West Alabama, Liberty University, USA

Aziz Dieng,
University of Portsmouth, UK

Ruth Magdalena Gallegos Torres,
Universidad Autonoma de Queretaro, Mexico

Alami Hasnaa,
Universite Chouaid Doukkali, Maroc

Emmanuel Acquah-Sam,
Wisconsin International University College, Ghana

Fabio Pizzutilo,
University of Bari "Aldo Moro", Italy

Hicham Chairi,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Noureddine El Aouad,
University Abdelmalek Essaady, Morocco

Samir Diouny,
Hassan II University, Casablanca, Morocco

Gibet Tani Hicham,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Anoua Adou Serge Judicael,
Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Abderrahim Ayad,
Abdelmalek Essaadi University, Morocco

Sara Teidj,
Moulay Ismail University Meknes, Morocco

Gbadamassi Fousséni,
Université de Parakou, Benin

Bouyahya Adil,
Centre Régional des Métiers d'Education et de Formation, Maroc

Haounati Redouane,
Ibn Zohr Agadir, Morocco

Hicham Es-soufi,
Moulay Ismail University, Morocco

Imad Ait Lhassan,
Abdelmalek Essaâdi University, Morocco

Givi Makalatia,
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Adil Brouri,
Moulay Ismail University, Morocco

Noureddine El Baraka,
Ibn Zohr University, Morocco

Ahmed Aberqi,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Oussama Mahboub,
Queens University, Kingston, Canada

Markela Muca,
University of Tirana, Albania

Tessougue Moussa Dit Martin,
Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali

Kledi Xhaxhiu,
University of Tirana, Albania

Saleem Iqbal,
University of Balochistan Quetta, Pakistan

Dritan Topi,
University of Tirana, Albania

Dakouri Guissa Desmos Francis,
Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

Adil Youssef Sayeh,
Chouaib Doukkali University, Morocco

Zineb Tribak,
Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco

Ngwengeh Brendaline Belo,
University of Biea, Cameroon

El Agy Fatima,
Sidi Mohamed Ben Abdelah University, Morocco

Julian Kraja,
University of Shkodra "Luigj Gurakuqi", Albania

Nato Durglishvili,
University of Georgia, Georgia

Abdelkrim Salim,
Hassiba Benbouali University of Chlef, Algeria

Omar Kchit,
Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco

Isaac Ogundu,
Ignatius Ajuru University of Education, Nigeria

Giuseppe Lanza,
University of Catania, Italy

Monssif Najim,
Ibn Zohr University, Morocco

Luan Bekteshi,
"Barleti" University, Albania

Malika Belkacemi,
Djillali Liabes, University of Sidi Bel Abbes, Algeria

Oudani Hassan,
University Ibn Zohr Agadir, Morocco

Merita Rumano,
University of Tirana, Albania

Mohamed Chiban,
Ibn Zohr University, Morocco

Tal Pavel,
The Institute for Cyber Policy Studies, Israel

Jawad Laadraoui,
University Cadi Ayyad of Marrakech, Morocco

El Mourabit Youssef,
Ibn Zohr University, Morocco

Mancer Daya,
University of Science and Technology Houari Boumediene, Algeria

Krzysztof Nesterowicz,
Ludovika-University of Public Service, Hungary

Laamrani El Idrissi Safae,
Ibn Tofail University, Morocco

Suphi Ural,
Cukurova University, Turkey

Emrah Eray Akca,
Istanbul Aydin University, Turkey

Selcuk Poyraz,
Adiyaman University, Turkey

Ocak Gurbuz,
University of Afyon Kocatepe, Turkey

Umut Sener,
Aksaray University, Turkey

Mateen Abbas,
Capital University of Science and Technology, Pakistan

Muhammed Bilgehan Aytac,
Aksaray University, Turkey

Sohail Nadeem,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Salman Akhtar,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Afzal Shah,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Muhammad Tayyab Naseer,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Asif Sajjad,
Quaid-i-Azam University Islamabad, Pakistan

Atif Ali,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Shahzda Adnan,
Pakistan Meteorological Department, Pakistan

Waqar Ahmed,
Johns Hopkins University, USA

Faizan ur Rehman Qaiser,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Choua Ouchemi,
Université de N'Djaména, Tchad

Syed Tallataf Hussain Shah,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Saeed Ahmed,
University of Management and Technology, Pakistan

Hafiz Muhammad Arshad,
COMSATS University Islamabad, Pakistan

Johana Hajdini,
University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara, Italy

Mujeeb Ur Rehman,
York St John University, UK

Noshaba Zulfiqar,
University of Wah, Pakistan

Muhammad Imran Shah,
Government College University Faisalabad, Pakistan

Niaz Bahadur Khan,
National University of Sciences and Technology, Islamabad, Pakistan

Titilayo Olotu,
Kent State University, Ohio, USA

Kouakou Paul-Alfred Kouakou,
Université Peleforo Gon Coulibaly, Côte d'Ivoire

Sajjad Ali,
Karakoram International University, Pakistan

Hiqmet Kamberaj,
International Balkan University, Macedonia

Sanna Ullah,
University of Central Punjab Lahore, Pakistan

Khawaja Fahad Iqbal,
National University of Sciences and Technology (NUST), Pakistan

Heba Mostafa Mohamed,
Beni Suef University, Egypt

Abdul Basit,
Zhejiang University, China

Karim Iddouch,
International University of Casablanca, Morocco

Jay Jesus Molino,
Universidad Especializada de las Américas (UDELAS), Panama

Imtiaz-ud-Din,
Quaid-e-Azam University Islamabad, Pakistan

Dolantina Hyka,
Mediterranean University of Albania

Yaya Dosso,
Alassane Ouattara University, Ivory Coast

Essedaoui Aafaf,
Regional Center for Education and Training Professions, Morocco

Silue Pagadjovongo Adama,
Peleforo GON COULIBALY University, Cote d'Ivoire

Soumaya Outellou,
Higher Institute of Nursing Professions and Health Techniques, Morocco

Rafael Antonio Estevez Ramos,
Universidad Autónoma del Estado de México

Mohamed El Mehdi Saidi,
Cadi Ayyad University, Morocco

Ouattara Amidou,
University of San Pedro, Côte d'Ivoire

Murry Siyasiya,
Blantyre International University, Malawi

Benbrahim Mohamed,
Centre Regional des Métiers de l'Éducation et de la Formation d'Inezgane (CRMEF),
Morocco

Emmanuel Gitonga Gicharu,
Mount Kenya University, Kenya

Er-razine Soufiane,
Regional Centre for Education and Training Professions, Morocco

Foldi Kata,
University of Debrecen, Hungary

Elda Xhumari,
University of Tirana, Albania

Daniel Paredes Zempual,
Universidad Estatal de Sonora, Mexico

Jean Francois Regis Sindayihebura,
University of Burundi, Burundi

Luis Enrique Acosta Gonzlez,
University of Holguin, Cuba

Odoziobodo Severus Ifeanyi,
Enugu State University of Science and Technology, Enugu, Nigeria

Maria Elena Jaime de Pablos,
University of Almeria, Spain

Soro Kolotcholoma Issouf
Peleforo Gon Coulibaly University, Cote d'Ivoire

Compaore Inoussa
Université Nazi BONI, Burkina Faso

Dorothee Fegbawe Badanaro
University of Lome, Togo

Soro Kolotcholoma Issouf
Peleforo GON COULIBALY University, Cote d'Ivoire

Compaore Inoussa

Université Nazi BONI, Burkina Faso

Dorothee Fegbawe Badanaro

University of Lome, Togo

Kouakou N'dri Laurent

Alassane Ouattara University, Ivory Coast

Jalila Achouaq Aazim

University Mohammed V, Morocco

Georgios Farantos

University of West Attica, Greece

Maria Aránzazu Calzadilla Medina

University of La Laguna, Spain

Tiendrebeogo Neboma Romaric

Nazi Boni University, Burkina Faso

Dionysios Vourtsis

University of West Attica, Greece

Zamir Ahmed

Government Dehli Degree Science College, Pakistan

Akinsola Oluwaseun Kayode

Chrisland University, Nigeria

Rosendo Romero Andrade

Autonomous University of Sinaloa, Mexico

Belamalem Souad

University Ibn Tofail, Morocco

Hoummad Chakib

Cadi Ayyad University, Morocco

Jozsef Zoltan Malik

Budapest Metropolitan University, Hungary

Sahar Abboud Alameh

LIU University, Lebanon

Rozeta Shahinaj

Medical University of Tirana, Albania

Rashidat Ayanbanke Busari
Robert Gordon University, UK

Tornike Merebashvili
Grigol Robakidze University, Georgia

Zena Abu Shakra
American University of Dubai, UAE

Table of Contents:

Creencias y conductas sanitarias para la prevención del contagio de COVID-19 adoptadas por usuarios de una Unidad Médica Familiar 15 del Instituto Mexicano del Seguro Social.....1

Mayra Selene Aguilar-León

Paulina Viridiana Becerril-Luna

María del Carmen Castruita-Sánchez

René Rico-Sánchez

Challenges in Cloud Computing Adoption for SMEs in the Middle East.....13

Fatma Abudaqqa

InVEST-based assessment of carbon sequestration potentials and environmental dynamics in the coastal area of Lagos.....30

T.B. Adedoja

S.A. Adegboyega

A.M. Fakpor

**Enquête sur la pratique de la médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire :
profil des praticiens, identification des modes de préparation et de
production des médicaments traditionnels.....51**

Amadou Diabagate

Ehoulé Kroa

Kouamé Barthélemy Yao

Moustapha Kamagate

Kalpy Julien Coulibaly

Bakary Coulibaly

Ibrahim Konate

**Evaluation in vitro de l'activité antiproliférative de la teinture extraite du
bois de cœur de *Pterocarpus soyauxii* Taub (Fabaceae) utilisée par les
populations autochtones en République du Congo.....66**

Aimé Bertrand Madiélé Mabika

Louis Donald Diazitoukoulou Matima

Romarc De Garde Elion Itou

Guy Moussavou

Ouamba Jean-Maurille

**Modalités de consommation, usages alimentaires et thérapeutiques de 15
espèces végétales locales fréquemment utilisées au Niger.....77**

Idé Soumana Sourounda

Sani Maazou Mahamane Sabiou

Aminou Illia M. Nafiou

Saadatou Alkassoum Sangaré

Babouga Garba Sambo

Soumana Karimou

Almoustapha Théodore Yatta

Ameyapoh Yaovi Agbekponou

Haoua Sabo Seini

**Typologie Des Légumes à Feuilles Vertes Couramment Consommés Au
Niger.....106**

Ibrahim Mamane Radjikou

Halima Oumarou Diadié

Balla Abdourahamane

Tri phytochimique et activité antioxydante in vitro des extraits de Bombax brevicuspe (Sprague) Roberty(Malvaceae) une plante médicinale utilisée dans le traitement de la fistule obstétricale en Côte d'Ivoire.....127

Lagou Stéphanie Marianne

Lébri Marius

Tra Bi Fézan Honora

Koné Mamidou Witabouna

Fatiha Chigr

Hafid Abderrafia

Khouili Mostafa

Phénotypage d'un Germoplasme de Variétés Locales et Exotiques de Patate Douce [Ipomoea batatas (L.) Lam] sur la Base des Caractères Quantitatifs: Implications pour l'Amélioration Génétique au Togo.....138

Tighankoumi Gmakouba

Atti Tchabi

P. Napoli

J. K. Bamaze

K. Some

R. E. Traore

M. Hamed Ouedraogo

K. Romaric Nanema

Effects of organic fertilizers and tillage on yield and its components of three varieties of *Corchorus olitorius* L. produced in South Benin.....164

Faton Oscar Euloge Manhognon

Bonou Gbo Zaki

Akotegnon Azonwakin Rodrigue

Montcho Hambada Koffi David

Ogoubiyi Chakour-Ola Tounde

Gustave Djedatin

Cynthia Atindehou

Lucie Fanou

Bernard Christophe Gandonou Gbossegnon

Léopold Gnancadja-Andre Simplicie

Edorh Patrick Aléodjrodo

Enquête ethnomédicale sur *Vernonia djalonensis* A. Chev à Dalaba, Guinée.....185

Aboubacar Kadiatou Camara

Mohamed Kerfalla Camara

Tanou Valdez Bah

Alpha Oumar Baldé

Mory Guilao

Mamadou Saliou Telly Diallo

Amidou Doumbouya

Mohamed Sahar Traoré

Elhadj Saidou Baldé

Creencias y conductas sanitarias para la prevención del contagio de COVID-19 adoptadas por usuarios de una Unidad Médica Familiar 15 del Instituto Mexicano del Seguro Social

Mayra Selene Aguilar-León, Lic.
Paulina Viridiana Becerril-Luna, MPS
Dra. María del Carmen Castruita-Sánchez
René Rico-Sánchez, MCE
Universidad Autónoma de Querétaro, México

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p1](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p1)

Submitted: 09 August 2024
Accepted: 15 January 2025
Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Aguilar-León M.S., Becerril-Luna P.V., Castruita-Sánchez M.C. & Rico-Sánchez R. (2025). *Creencias y conductas sanitarias para la prevención del contagio de COVID-19 adoptadas por usuarios de una Unidad Médica Familiar 15 del Instituto Mexicano del Seguro Social*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p1>

Resumen

A finales de diciembre de 2019, se reportaron varios casos de neumonía atípica de origen desconocido en Wuhan, China. Poco después, se identificó al agente etiológico como un nuevo coronavirus, al cual se le dio el nombre de SARS-CoV-2. Se han desarrollado e implementado varios comportamientos protectores de salud para prevenir y reducir la propagación de la enfermedad, tal como se describe en la Jornada Nacional de Sana Distancia propuesta por la Secretaría de Salud en México. Objetivo: examinar las creencias y conductas protectoras de salud contra el COVID-19 adoptados por los usuarios de la Unidad Médica Familiar 15 del Instituto Mexicano del Seguro Social. Materiales y métodos: este estudio observacional, transversal y descriptivo incluyó a adultos que son usuarios de la Unidad Médica Familiar 15. Los datos se recolectaron utilizando una encuesta administrada a 162 personas con una edad promedio de 41.2 ± 16.9 años; el 41.4% (67) eran hombres, y el 58.6% (97) mujeres. Los resultados indicaron que el 61.7% (100) consideró importante saber cómo prevenir el COVID-19, el 53.7% (87) creyó que las personas vacunadas podrían contraer COVID-19, y el mismo porcentaje consideró que es una enfermedad potencialmente grave. Además, el 29% (47) seguía frecuentemente las medidas preventivas recomendadas por

el gobierno, el 53.7% (87) se lavaba las manos regularmente, el 58% (94) siempre cubría su boca al toser o estornudar, el 37.7% (61) a veces mantenía el distanciamiento social en lugares públicos, y el 26.5% (43) rara vez saludaba con un beso o un apretón de manos. Conclusiones: los usuarios demuestran responsabilidad social y creen que el COVID-19 es una enfermedad potencialmente grave y prevenible. Los comportamientos protectores adoptados están alineados con las medidas para prevenir el contagio.

Palabras clave: COVID-19, Creencias, Conductas

Beliefs and health behaviors to prevent the spread of COVID-19 adopted by users of a Family Medical Unit 15 of the Mexican Social Security Institute

Mayra Selene Aguilar-León, Lic.

Paulina Viridiana Becerril-Luna, MPS

Dra. María del Carmen Castruita-Sánchez

René Rico-Sánchez, MCE

Universidad Autónoma de Querétaro, México

Abstract

At the end of December 2019, a number of atypical pneumonia cases of unknown origin were reported in Wuhan, China. Shortly thereafter, the etiological agent was identified as a new coronavirus, which was named SARS-CoV-2. Various protective health behaviors have been developed and implemented to prevent and reduce the spread of the disease, as described in the Jornada Nacional de Sana Distancia proposed by the Secretaría de Salud in Mexico. Objective: to examine the protective health beliefs and behaviors against COVID-19 adopted by users of Unidad Médica Familiar 15 of the Instituto Mexicano del Seguro Social. Materials and methods: this observational, cross-sectional, descriptive study included adults who are users of Unidad Médica Familiar 15. Data was collected using a survey that was administered to 162 individuals with an average age of 41.2 ± 16.9 years; 41.4% (67) were male, and 58.6% (97) were female. The results indicated that 61.7% (100) believed it is important to know how to prevent COVID-19, 53.7% (87) believed that vaccinated individuals could contract COVID-19, and the same percentage regarded it as a potentially serious disease. Furthermore, 29% (47) frequently followed government-recommended preventive measures, 53.7% (87) regularly washed their hands, 58% (94)

always covered their mouth when coughing or sneezing, 37.7% (61) sometimes maintained social distancing in public places, and 26.5% (43) rarely greeted with a kiss or handshake. Conclusions: the users demonstrate social responsibility and believe that COVID-19 is a potentially serious and preventable disease. The protective behaviors adopted align with measures to prevent contagion.

Keywords: COVID-19, Beliefs; Behaviors

Introduction

En el último mes del año 2019, se dieron a conocer una serie de casos de neumonía atípica de origen desconocido en Wuhan, China. Días más tarde, se identificó al agente etiológico como un nuevo coronavirus, denominado SARS-CoV-2, y a la enfermedad que produce se le llamó COVID-19. Se presume que el origen de este virus es zoonótico, siendo los murciélagos su probable vector. A medida que el número de contagios creció rápidamente, y las muertes ocurrieron primero en China y luego en todo el mundo, la infección pasó de ser un brote aislado en una región de China a convertirse en una emergencia sanitaria global, y posteriormente en una pandemia (Mojica-Crespo y Morales-Crespo, 2020).

En varios países, la respuesta fue desesperada para preparar los sistemas de salud ante esta situación sin precedentes. Desafortunadamente, países como China, Irán e Italia no tuvieron la oportunidad de prepararse y resistir la embestida de personas enfermas que buscaron atención médica, lo que resultó en más de 100,000 infecciones confirmadas y 4,000 muertes por COVID-19 (Ornelas-Aguirre, 2020). Producto de esta emergencia se desarrollaron e implementaron diferentes medidas para evitar y disminuir el contagio de la enfermedad; entre estas medidas se consideran las conductas protectoras de salud, ya que proporcionan seguridad y reducen las pérdidas humanas, Lajús (2020). Algunas de estas acciones traducidas a conductas puntuales para disminuir el riesgo de contagio de COVID-19 están detalladas en la Jornada Nacional de Sana Distancia, propuesta por la Secretaría de Salud en México (Gobierno de México, 2020).

En ese contexto, Rodríguez y Párraga (1991) conceptualizan a las conductas como las acciones observablemente influenciadas por la interacción del individuo con su entorno. Este comportamiento, al estar enfocado en preservar la salud, se define como conducta sanitaria. Las mismas engloban decisiones tanto voluntarias como involuntarias, con repercusiones que pueden ser biopsicosociales (Corona y Peralta 2011).

Estas conductas no emergen al azar, sino que son el resultado de un conjunto de creencias personales, tal como plantea el Modelo de Creencias en Salud de Becker (1974). Dichas creencias están profundamente enraizadas en

el tejido social y se ven influenciadas por el contexto en el que las personas se desenvuelven, marcando lo que es aceptable y lo que no (Azjen y Fishbein, 1980). Es en la intersección de estas creencias y la realidad social donde se moldean las conductas sanitarias, que a su vez determinan las respuestas individuales y colectivas ante una emergencia de salud pública como la que enfrentamos.

En el presente artículo se realiza una evaluación de la interacción entre las creencias personales y las prácticas de salud a de los usuarios de la Unidad Médica Familiar 15 (UMF15) del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y su repercusión en el manejo de la crisis sanitaria en el contexto de la pandemia de COVID-19 con el fin de alcanzar una comprensión más detallada y matices más profundos.

Ante la evolución constante de la enfermedad causada por el SARS-CoV-2, emerge una pregunta de investigación clave que guió este estudio: ¿Cuáles son las creencias y conductas para la prevención del contagio de COVID-19 adoptadas por los usuarios de la UMF 15 del IMSS? Al responder esta pregunta no solo se pretende realizar una valoración indirecta de la efectividad de las políticas de prevención en vigor, sino también para entender la responsabilidad social individual en el contexto de la pandemia.

Métodos

En el estudio realizado, se adoptó un diseño metodológico cuantitativo de alcance descriptivo y de corte transversal, observando las variables creencias y conductas sanitarias. La recolección de datos se efectuó en un único punto temporal, utilizando una herramienta de recolección de datos validada por panel de expertos.

El universo de estudio consistió en 119924 derechohabientes de la UMF 15 del IMSS, pudiendo ser: el asegurado, el pensionado o los beneficiarios de ambos, que en los términos de la Ley tengan vigente su derecho a recibir las prestaciones del Instituto (Ley del Seguro Social, 1995). Se determinó el tamaño de la muestra mediante una fórmula estadística para poblaciones conocidas, optando por un muestreo no probabilístico por conveniencia, con una muestra final de 162 sujetos. Los criterios de inclusión especificaron usuarios adultos de la UMF 15 del IMSS, con la exclusión de menores de edad y personas dependientes para el autocuidado, y aquellos que no consintieran participar. Los participantes podían retirarse en cualquier momento del estudio.

La herramienta de recolección de datos se basó en instrumentos previamente validados “Factores Asociados a Respuestas Psicológicas ante COVID-19 en una Muestra Mexicana”(Carrillo Valdéz, *et al.*, 2022) “Evaluación del nivel de conocimiento sobre covid-19 durante la pesquisa en la población de un consultorio” (Gómez Tejada, *et al.*, 2020) y Actitudes,

ansiedad y prácticas conductuales con respecto a covid-19 entre estudiantes universitarios en Jordania: un estudio transversal (Amin, *et al.*, 2020) y se sometió a una revisión por un panel de expertos. Este instrumento incorporó tres dimensiones principales: datos sociodemográficos y clínicos, creencias acerca de la transmisión de COVID-19, y conductas protectoras o de riesgo asociadas a la enfermedad. La medición se efectuó mediante una escala tipo Likert, que permitió una evaluación cuantitativa de las respuestas variando de "Totalmente en desacuerdo" a "Totalmente de acuerdo" para las creencias, en donde a mayor puntaje (35 puntos) se considerarán como creencias protectoras y a menor puntaje (7 puntos) una creencia de riesgo al contagio de Covid-19; y de "Nunca" a "Siempre" para las conductas considerando que a mayor puntaje (65 puntos), el usuario presenta conductas de protección, y a menor puntaje (13 puntos) se presenta conductas de riesgo al contagio de covid-19. La suma de las puntuaciones en cada dimensión proporciona una indicación del nivel de riesgo o protección del participante frente al contagio de COVID-19.

Para el análisis de los datos, se creó una base en Excel y se procesaron con el paquete estadístico SPSS versión 21. Se empleó estadística descriptiva para calcular frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central, presentados en tablas.

El protocolo de investigación recibió aprobación ética por el comité de bioética de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro, y se aseguró la voluntariedad de los participantes y la confidencialidad de la información recopilada, respetando la legislación vigente en materia de investigación en seres humanos.

Resultados

Se aplicó la herramienta "Creencias y conductas sanitarias para la prevención del contagio del covid-19" a 162 sujetos $\bar{x}= 41.2 \pm 16.9$ años, de los cuales 41.4% (67) son hombres y 58.6% (97) mujeres.

En relación con la ocupación, la mayoría de los participantes 23.5% (38), son obreros, seguidos de aquellos que se dedican a las actividades del hogar, 21.6% (35), los empleados administrativos y los estudiantes, 16.7% (27) y 11.7% (19), respectivamente, el resto de la muestra lo ocupan comerciantes, pensionados o jubilados y otras ocupaciones

El último grado escolar cursado con mayor frecuencia es la preparatoria, con un 37% (60), La secundaria y licenciatura tienen una diferencia mínima con 24.1% (39) y 19.1% (31) de respuestas respectivamente, solo un 2.5% (4) cuentan con estudios de posgrado y 3.7% (6) de los participantes no cuentan con ningún estudio.

Por otro lado, del total de la muestra, 62.3% (101) reportaron que no padecen ninguna enfermedad crónica, sin embargo, del 37.7% (61) que

contestaron de forma afirmativa a algún padecimiento de este tipo, 17.3% (28) mencionaron padecer diabetes. La siguiente respuesta más frecuente es la correspondiente a las enfermedades cardiovasculares teniendo un 11.7% (19). En adelante, los siguientes grupos de enfermedades que cuentan con menor número de respuestas confirmatorias son la obesidad, la enfermedad renal crónica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica con 3.7% (6), 1.9% (3) y 0.6% (1) respectivamente, 2.5% (4) de los participantes reportaron alguna otra enfermedad.

El 46.9% (76) de la muestra reporta que no ha padecido covid-19, mientras que 35.8% (58) personas reportaron que sí han padecido dicha enfermedad y 17.3% (28) de los participantes mencionaron que desconocen si alguna vez la han padecido. En el ítem “en caso de haber sido un caso positivo ¿cómo lo diagnosticaron?” de aquellos que contestaron de manera afirmativa acerca de haber padecido Covid-19, el 53.4% (31) mencionaron haber confirmado la enfermedad mediante una prueba PCR, después, se encuentran aquellos que lo confirmaron mediante una prueba rápida 25.8% (15) y finalmente, los síntomas corroborados por un médico 20.6% (12).

El 92.0% (149), de los participantes mencionan que sí se vacunaron contra Covid-19, y solamente un 7.4% (12) nunca se aplicó alguna vacuna. De aquellos que contestaron que sí se vacunaron un 55.6% (90) cuentan con 3 dosis, un 26.5% (43) cuentan con 2 dosis y finalmente, 5.6% (9) y 4.9% (8) cuentan 1 y 4 dosis respectivamente.

En la Tabla 1 y Tabla 2 se muestran las creencias y conductas que tuvieron los usuarios de la UMF 15 del IMSS.

Tabla 1: Creencias relacionadas al contagio de covid-19

Preguntas	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Indiferente		De acuerdo		Totalmente de acuerdo	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
1. Es importante conocer las formas de prevención del Covid-19	4	2.5	1	0.6	7	4.3	50	30.9	100	61.7
2. Las personas aparentemente sanas pueden contagiar a otros de Covid-19	3	1.9	4	2.5	13	8	57	35.2	85	52.5
3. El uso correcto del cubreboca disminuye el riesgo de contagio de Covid-19	5	3.1	8	4.9	12	7.4	57	35.2	80	49.4
4. El lavado de manos disminuye el riesgo de contagio de Covid-19	7	4.3	2	1.2	4	2.5	66	40.7	83	51.2

5. Una persona vacunada se pueda contagiar de Covid-19	3	1.9	4	2.5	12	7.4	56	34.6	87	53.7
6. El uso del tapete sanitizante no es eficaz para prevenir el contagio	33	20.4	21	13	39	24.1	20	12.3	49	30.2
7. El Covid-19 es una enfermedad potencialmente grave.	8	4.9	4	2.5	13	8	50	30.9	87	53.7

Fuente: Herramienta de recolección de datos 2023

Tabla 2: Conductas protectoras y de riesgo relacionadas con el contagio de covid-19

Preguntas	Nunca		Raramente		A veces		Frecuentemente		Siempre	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
	1. Sigo estrictamente las medidas recomendadas por el gobierno para prevenir el contagio de Covid-19	10	6.2	18	11.1	46	28.4	47	29	41
2. Frecuencia con la que lavo mis manos	1	0.6	5	3.1	16	9.9	87	53.7	53	32.7
3. Utilizo alcohol en gel para desinfectar mis manos, cuando no tengo agua y jabón	9	5.6	12	7.4	30	18.5	67	41.4	44	27.2
4. Uso cubre bocas cuándo tengo que salir de casa	13	8	16	9.9	42	25.9	36	22.2	55	34
5. Cubro mi boca al toser o estornudar con el ángulo interno de mi brazo	2	1.2	5	3.1	15	9.3	46	28.4	94	58
6. Cuando salgo de casa, evito tocar mi rostro (ojos, nariz o boca)	16	9.9	21	13	44	27.2	33	20.4	48	29.6
7. Evito el contacto con personas que padecen de alguna enfermedad respiratoria	28	17.3	12	7.4	41	25.3	23	14.2	58	35.8
8. Desinfecto las superficies de mi hogar con frecuencia	11	6.8	20	12.3	36	22.2	39	24.1	56	34.6
9. Limito reunirme con grupos de personas en espacios cerrados o	17	10.5	23	14.2	40	24.7	39	24.1	43	26.5

Preguntas	Nunca		Raramente		A veces		Frecuentemente		Siempre	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
poco ventilados sin sana distancia										
10. Mantengo al menos 1.5 metros de distancia de las personas en lugares públicos	18	11.1	29	17.9	61	37.7	26	16	28	17.3
11. Saludo de mano o de beso	42	25.9	43	26.5	34	21	21	13	22	13.6
12. Mantengo correctamente el cubre boca mientras hablo por teléfono	35	21.6	34	21	43	26.5	17	10.5	33	20.4
13. Mantengo correctamente el cubre boca mientras toso o estornudo	14	8.6	14	8.6	30	18.5	30	18.5	74	45.7

Fuente: Herramienta de recolección de datos 2023

Discusión

La comunicación efectiva y transparente por parte de las autoridades fue crucial para combatir el avance del covid-19 y para orientar y alentar cambios de comportamiento en la población. Comprender los riesgos y adoptar medidas protectoras es esencial para la salud individual y colectiva.

Los datos que arrojó el presente estudio, que indican que la mayoría de los participantes (54.3%) siguen siempre o frecuentemente las recomendaciones gubernamentales para prevenir el contagio del virus. Contrastando con Zegarra-Valdivia *et al.*, (2020), informan en su estudio un escepticismo significativo hacia las autoridades, por otra parte, Cano-Gómez *et al.*, (2022) y Sánchez-Tarragó (2020) sugieren que medios tradicionales como prensa y televisión son las fuentes de información primarias, pese a la proliferación de redes sociales, que a menudo generan mensajes contradictorios.

Se observó en la muestra estudiada una adopción de estilos de vida positivos debido al covid-19, ya que el 86.4% de la muestra reconoció el lavado de manos como una medida preventiva eficaz, sin embargo, son cifras menores a las reportadas por estudios como el de Olum *et al.*, (2020) y Cano-Gómez *et al.*, (2022).

Según la OMS (2023), en México se administraron 225,063,079 dosis de vacunas hasta enero de 2023, alcanzando un 76.1% de cobertura con al menos una dosis y un 62.8% con el esquema completo, que de acuerdo al Manual de Vacunación 2021, (Gobierno de México, 2021), se han aprobado

seis vacunas, con dosis variables según el fabricante. A nivel local en Querétaro, el presente estudio mostró una cobertura de vacunación en la población muestreada de 92.02%, similar a lo reportado en España por Godoy, *et al.*, (2022), aunque un 7.4% no se vacunaron, lo que podría atribuirse a la desconfianza en la seguridad y accesibilidad de las vacunas (Caycho-Rodríguez *et al.*, 2023).

Los resultados encontrados en este estudio indican que la mayoría de los sujetos de estudio (79.2%), que refieren haber padecido la enfermedad les fue confirmada mediante una prueba PCR o de de antígenos, superando a lo reportado por Strain *et al.*, (2022) en la confirmación diagnóstica mediante pruebas PCR o de antígeno.

Conclusiones

En el contexto epidemiológico nacional el presente estudio resalta algunas variables involucradas indirectamente en la medición del éxito de las políticas públicas adoptadas para el control de la propagación del SARS-CoV-2. Se describe que en general existió un patrón de creencias protectoras de los usuarios de la UMF 15, en su mayoría consideró importante conocer las formas de prevención y que es una enfermedad potencialmente grave, que el estar vacunado no exime de contagiarse. Lo que demuestra que de alguna manera la información proporcionada por medios gubernamentales y no gubernamentales, constituyó un bastión importante en el control de la misma.

La mayoría de población del estudio mantuvo congruencia entre sus creencias y las conductas protectoras para la prevención del contagio de COVID-19, ya que refieren seguir las medidas necesarias para evitar el contagio.

Es necesario que esta información se presente de manera que sea científicamente sólida y al mismo tiempo accesible, facilitando su comprensión por parte de todos los sectores de la población, independientemente de su nivel educativo. De esta manera, se fortalecerá su capacidad para adoptar conductas preventivas basadas en la evidencia, contribuyendo de manera efectiva a la mitigación del contagio y a la protección de la salud pública.

Es importante comprender que a medida que se interactuó con la enfermedad los cambios en las creencias y conductas se fueron modificando de acuerdo con la etapa de la emergencia sanitaria en que se encontraba.

Para abordar la influencia de las creencias, es necesario promover una comunicación empática y respetuosa, basada en la evidencia científica, que tenga en cuenta los contextos culturales y las preocupaciones individuales. Al considerar el covid-19 actualmente como una enfermedad endémica no se deberían descartar brotes epidémicos en donde se deban resaltar las formas de prevenir un contagio.

Conflicto de intereses: Los autores no declararon ningún conflicto de intereses.

Disponibilidad de los datos: Todos los datos están incluidos en el contenido del artículo.

Declaración de financiación: Los autores no obtuvieron financiación para esta investigación.

Declaración de participantes humanos: Este estudio ha sido revisado y aprobado por el H. Comité de Bioética de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro y se han respetado los principios de la Declaración de Helsinki.

References:

1. Ajzen I., Fishbein, M.(1980). Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice-Hall.
2. Amin N. Olaimat., Aolymat, I., Elshahoryi, N., Shahbaz, H. M. y Holley R. (2020). Attitudes, Anxiety, and Behavioral Practices Regarding COVID-19 among University Students in Jordan: A Cross-Sectional Study. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 103(3), 1117-1183 doi:10.4269/ajtmh.20-0418
3. Becker, M. H. (1974). The Health Belief Model and Sick Role Behavior. *Health Education Monographs*, 2(4), 409-419. <https://doi.org/10.1177/109019817400200407>
4. Cano-Gómez, L. C., Castillo-Tejada, R. D., & Mena-Ordoñez, S. S. . (2022). Percepción de riesgo, automedicación, mitos y creencias relacionados con COVID-19 entre jefes de hogar peruanos. *Salud UIS*, 54. <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22003>
5. Carrillo Valdez, L., Escamilla Gutiérrez, M. L., & González Baena, V. (2021). Factores Asociados a Respuestas Psicológicas ante COVID-19 en una Muestra Mexicana. *Acta de Investigación Psicológica*, 11(1), 1-15. <https://doi.org/10.22201/fpsi.20074719e.2021.1.369>
6. Caycho-Rodríguez, T., Gallegos, M., & White, M. (2023). COVID-19 vaccination process in Latin America and the Caribbean. *Enfermería clínica (English Edition)*, 33(1), 72–73. <https://doi.org/10.1016/j.enfcl.2022.10.004>
7. Corona H. F., & Peralta V., E. (2011). Prevención de conductas de riesgo. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22(1), 68-75. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(11\)70394-7](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(11)70394-7)

8. Gobierno de México. (2020). Jornada Nacional de Sana Distancia. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/541687/Jornada_Nacional_de_Sana_Distancia.pdf
9. Gobierno de México. (2021). Manual de Vacunación. México: Gobierno de México, 2021 Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/censia/es/articulos/manual-de-vacunacion-2021-295402?idiom=es>
10. Godoy, P., Castilla, J., Astray, J., Godoy, S., Tuells, J., Barrabeig, I., & Domínguez, Á. (2022). Hacia el control de la COVID-19 a través de la vacunación: obstáculos, desafíos y oportunidades. Informe SESPAS 2022. *Gaceta sanitaria*, 36 Suppl 1, S82–S86. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2022.03.002>
11. Gómez Tejeda, J. J., Diéguez Guach, R. A., Pérez Abreu, M. R., Tamayo Velázquez, O., & Iparraguirre Tamayo, A. E. (2020). Evaluación del nivel de conocimiento sobre COVID-19 durante la pesquisa en la población de un consultorio. *Revista 16 de Abril*, 59(277), 1-7.
12. Lajús Barrabeitg, G. (2020) Análisis de algunos comportamientos nocivos de la población cubana frente a la COVID-19. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 19(6), 1-15. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3709>
13. Ley del Seguro Social, 178 (1995). <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/leyes/LSS.pdf>
14. Mojica-Crespo, R. y Morales-Crespo, M.M. (2020) Pandemia COVID-19, la nueva emergencia sanitaria de preocupación internacional: una revisión. *Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria*, 46 (S1),72-84. <https://doi.org/10.1016/j.semerng.2020.05.010>
15. Olum, R., Chekwech, G., Wekha, G., Nassozi, D. R., & Bongomin, F. (2020). Coronavirus Disease-2019: Knowledge, Attitude, and Practices of Health Care Workers at Makerere University Teaching Hospitals, Uganda. *Frontiers in public health*, 8, 181. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00181>
16. Organización Mundial de la Salud. (2023). México Perfil de país para la vacunación contra la COVID-19. https://im-data-paho.github.io/cov19-country-profiles/es/report_MEX.html
17. Ornelas-Aguirre, J.M. (2020). El nuevo coronavirus que llegó de Oriente: análisis de la epidemia inicial en México. *Gaceta Médica de México*, 156 (3), 209-217. <https://doi.org/10.24875/gmm.20000165>
18. Rodríguez Sacristán, J., & Párraga Pérez, J. (1991). *Técnicas de Modificación de Conducta. Aplicaciones a la psicopatología infanto-*

- juvenil y a la educación especial*. (2da edición). Universidad de Sevilla.
19. Sánchez-Tarragó, N. (2020). Desinformación en tiempos de COVID-19: ¿Qué podemos hacer para enfrentarla?. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 31(2). Recuperado de <https://acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/1584>
 20. Strain WD, Sherwood O, Banerjee A, Van der Togt V, Hishmeh L, Rossman J. (abril 21, 2022). The Impact of COVID Vaccination on Symptoms of Long COVID: An International Survey of People with Lived Experience of Long COVID. *Vaccines (Basel)*;10(5):652. doi: 10.3390/vaccines10050652.
 21. Zegarra-Valdivia, J., Chino-Vilca, BN, & Ames-Guerrero, RJ (2020). Conocimientos, percepciones y actitudes frente a la pandemia del COVID-19 en la población peruana. <https://doi.org/10.31234/osf.io/kr9ya>

Challenges in Cloud Computing Adoption for SMEs in the Middle East

Fatma Abudaqqa

Istanbul Okan University, Turkey

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p13](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p13)

Submitted: 11 November 2024

Accepted: 25 December 2024

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Abudaqqa F. (2025). *Challenges in Cloud Computing Adoption for SMEs in the Middle East*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 13. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p13>

Abstract

Technology's growth significantly affects how businesses grow because it offers new ways to do business. Due to a sharp rise in market competition and a rapidly changing business environment, businesses in all industries and sectors utilize information and communication technologies (ICTs) to enhance their company operations and boost their value. This study aims to address the challenges that prevent small and medium-sized businesses in the Middle East from adopting cloud computing, as well as the generally accepted techniques for eliminating these challenges. The study utilized a systematic review of relevant literature. The inclusion and exclusion criteria, as well as the analytic procedure, were documented in the study using the PRISMA protocol. The study also looked for pertinent journal publications that employed mixed, qualitative, and quantitative research methodologies using three pertinent databases: Sustainability, Google Scholar, and Emerald. The included English-language publications had to have been released between the first quarter of 2023 and 2016. More significantly, the evaluation did not include any research that did not concentrate on SMEs in the Middle East. Following an extensive analysis of the literature, it was discovered, among other things that infra needs to be more, budgetary restrictions, and a need for increased understanding of the significance of Industry 4.0. In conclusion, SMEs face challenges in adopting cloud computing, including financial constraints, restrictive policies, security concerns, and fear of losing investments in existing infrastructure, amongst others. Addressing these issues

through policy changes, competition, and tailored solutions can enhance cloud adoption and SME competitiveness.

Keywords: SMEs, Adoption, Cloud Computing, Challenges, Middle East

Introduction

Cloud computing has emerged as a transformative technology for businesses globally, offering scalable, cost-efficient, and flexible IT solutions. Small and Medium-sized Enterprises (SMEs), which are critical contributors to economic growth, particularly in developing regions, have begun to embrace cloud technologies to streamline operations and remain competitive. In the Middle East, SMEs account for more than 90% of all businesses (International Monetary Fund [IMF], 2020), making cloud adoption essential for their growth and innovation. However, despite the potential benefits, SMEs in the region face significant challenges in adopting cloud computing. The challenges include the lack of robust digital infrastructure; limited broadband penetration and inconsistent internet connectivity (Karim & Rampersad, 2017; Alsafi Tariq, 2020); cybersecurity concerns (Shirazi et al., 2017; Almorsy et al., 2016); fear of loss of control of data (Karim & Rampersad, 2017); lack of support from top management (Almubarak, 2017) and/or from government (Al-Ruith et al., 2018; Alsafi Tariq, 2020); limited knowledge of cloud computing (Al-Ruith et al., 2018); as well as high service cost (Basahel et al., 2016; Alsafi & Fan, 2020). Overall, addressing these challenges requires collaborative efforts between governments, cloud service providers, and SMEs to enhance infrastructure, build trust in cloud security, and provide financial incentives to encourage wider adoption of cloud computing in the region.

The present study focuses on the factors that hinder the adoption of cloud computing technologies in SMEs operating in the Middle East region. Due to the practical advances in Industry 4.0, cloud computing helps bring various benefits like efficiency, scalability, and flexibility to business organizations. It allows SMEs to acquire superior and costly IT facilities and services they would otherwise not be able to afford. These are, for example, the storage of information, calculations, and software products provided through the Internet to help businesses work more effectively and productively.

However, despite these advantages, organizations, especially SMEs in the Middle East, face a number of challenges that limit the application of cloud computing technologies. These are complex and fundamental difficulties regarding the regional economy, culture, and technologies. For instance, many SMEs in the Middle East not only need a proper understanding of cloud computing but also an appreciation for the value of cloud computing. A

shortage of IT talent accompanies this ignorance to aid such businesses when choosing the right path to adopt. Furthermore, security issues, as well as incompatibility with currently used IT equipment, become critical limitations that should be considered with great attention.

This research aims to establish and critically evaluate the challenges that affect cloud-computing adoption across SMEs in the Middle East. This research is important; more specifically, it is the kind of study needed to fill the gap in research on cloud computing in a specific geographical region, which is yet to be investigated sufficiently. Previous research on cloud computing adoption has overwhelmingly addressed areas in the developed world, notably in North America and Europe. In contrast, the environment in this part of the world is entirely different regarding technology uptake, market forces, and readiness.

This research will help stakeholders, including policymakers, IT service providers, and heads of business entities, to design appropriate measures to deal with the barriers. For example, support can be provided to the policymakers in formulating appropriate regulatory structures that tackle issues to do with security and privacy in the hope of recommending that the IT service providers can then come up with suites of solutions suitable for the region's SMEs. Therefore, this research is vital for digitalizing SMEs in the Middle East to tap into the advantages of cloud computing, resulting in improved commercial operations and innovation to develop competitiveness in the global market.

Research Questions

The study aims to address two primary research questions: i) Which typical challenges prevent Middle Eastern SMEs from adopting cloud computing? ii) What are the generally accepted techniques for eliminating the challenges that have been found to prevent Middle Eastern SMEs from adopting cloud computing? These questions assist in the systematic review and help organize this study's findings and discussion sections.

Literature Review

Cloud computing is defined by the National Institute of Standards and Technology (NIST) as "a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction" (Vu et al., 2020, p. 101426). Modern companies can only exist or grow with technology (Ajimoko, 2018). Cloud computing offers three primary services. These consist of infrastructure as a service, software as a service, and platform as a service (Čičak et al., 2023; Sultan, 2014). Software as a service

(SaaS) enables customers to access basic desktop applications like spreadsheets and word editing as a web service (Chemjor & Maru, 2017).

However, Chemjor and Maru (2017) defined Infrastructure as a service that provides a resolvable environment where users are authorized to carry out different operations on the server. These responsibilities include starting and stopping the server, defining firewall rules and access rights, connecting virtual disks to the server, installing software packages to customize the server, and so on. Platform as a service cloud service providers enable end users to execute applications they have developed or obtained using libraries, operating systems, tools for programming languages, web servers, and services on cloud infrastructure by providing them with a higher level of abstraction.

Quick flexibility, on-demand self-service, resource pooling, measurable service, and extensive network access are a few of the exceptional features of cloud computing that Dixit et al. (2021, p. 878) highlight. They are explained below:

- i. Applications with quick elasticity, or those that can expand and shrink in response to demand, may be used almost immediately.
- ii. Broad network connectivity includes standard hardware and thick/thin user networks such as laptops, PDAs, mobile phones, and workstations that may be utilized to access and control cloud-computing services via other networks or the internet.
- iii. Measured Services involve distributing users, and providers, and improving, recording, managing, and charging users' facility consumption through specific metering competencies.
- iv. On-demand self-service: Users can interact with cloud service providers in whatever way they see fit using their computing skills.
- v. Resource pooling: A multi-tenant application dynamically transfers and reallocates simulated and actual attributes to accommodate returning users.

However, three obstacles to cloud computing adoption. These issues are worldwide in scope and are not exclusive to any one nation or area (Skafi et al., 2020; Baral & Verma, 2021; Kavitha et al., 2024). According to Dixit et al. (2021, p. 878) and Ajimoko (2018, p. 63), the primary challenge is finding technology adoption criteria and strategies enabling SMEs to make informed decisions about cloud computing adoption. The other major challenges are the lack of resources/expertise and cost management. According to Vu et al. (2020), the majority of businesses that have embraced cloud computing have done so for primary uses like file storage and email hosting.

Contribution of the Article to the Literature

This article contributes to the literature by responding to the following research questions: what factors prevent SMEs in the Middle East from adopting cloud computing? Prior studies on cloud computing adoption are overwhelmingly drawn from developed zones, including North America and Europe, where conditions related to technology and market are entirely different from LDCs. This article is helpful because, unlike many other sources that compare or generalize the experiences of SMEs in various countries, it is dedicated solely to the Middle East and, therefore, gives detailed information on the issues the Middle Eastern SMEs are most likely to confront – cultural perceptions of technology, legislation obstacles, and infrastructural constraints. This regional specification adds more depth to the topic under study by describing the Middle East experience, which may differ from the global trend of cloud computing adoption, thus contributing to knowledge diversification.

Moreover, the article under discussion uses the systematic literature review approach to organize the obtainable knowledge and define issues that present investigations cannot solve. This makes the interpretations more reliable since the outstanding findings are tried and tested with the available facts. The marking of individual barriers and providing concrete suggestions of how they might be overcome means that the article connects existing literature and the realization of ideas. It offers a valuable reference to guide the academic body, government, IT channel partners, and enterprises to establish suitable measures to promote cloud computing initiatives. In conclusion, it helps to develop current knowledge and encourage future studies to delve more into these issues. Therefore, it is a crucial reference in advancing the cloud computing camp in the Middle East.

Research Methodology

Design and Method

To address the research challenges, a systematic review of relevant literature will be used. Tranfield et al. (2003, p. 207) claim that a systematic literature evaluation aids an evidence-based study. The study will utilize a PRISMA flow chart to visually summarize the screening process- noting the inclusive and exclusive criteria.

Search Strategy and Selection Criteria

Using search criteria, a thorough and broad database search was carried out for the purpose of this systematic review to find pertinent and helpful papers. The search criteria utilized by the researcher were cloud computing, Middle East, SME, barriers, hurdles, challenges, and acceptance. To find and choose publications that include specific keywords and phrases,

we used the databases Emerald, Sustainability, and Google Scholar. While accomplishing this, the researchers' argument was settled and put to rest using a pre-established checklist. The examined publications were selected based on inclusion and exclusion criteria, as shown in Table 1 below.

Table 1: Inclusion and Exclusion Criteria

Inclusion	Exclusion
Journal Articles	Conference proceedings and dissertations
Available in full-text	Full text not available
Focus on SME	Focus on enterprises in general
Focus on cloud computing on SMEs in the Middle East	Cloud computing in SMEs outside the Middle East

Quality Assessment

The study restricts the search to publications published between 2016 and the first quarter of 2023 to evaluate the quality of the articles to be included in the systematic review analysis. All articles published before January 2016 must be eliminated for this to work. Furthermore, any papers not published in English and not explicitly focused on cloud computing in Middle Eastern SMEs are excluded. Likewise, the research has to focus on cloud computing usage by small and medium-sized enterprises in one or more Middle Eastern nations. Additionally, following extensive database searches, we exported to an MS Excel spreadsheet the titles, names of journals, abstracts, authors' names, keywords, years of publication, and publisher information. These exported data were then carefully examined by the predetermined sanity, compliance, and cleanliness standards.

Quality Assessment using PRISMA

Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and meta-analyses (PRISMA), is a well-respected set of guidelines intended to increase the reliability and transparency of these studies (Adewale et al., 2022; Moher et al., 2009). Its main goal is to establish a dependable and exacting methodology for carrying out and disclosing these kinds of investigations. Deploying the PRISMA model facilitates the presentation of accurate and unambiguous results. The results model includes four stages: identification, screening, eligibility, and inclusion, which were strictly observed in this study. There are two primary parts to the PRISMA statement: a flow diagram and a 27-item checklist. The checklist acts as a guide for writers, directing them in the reporting of essential data in their systematic reviews (Shamseer et al., 2015). In contrast, the study selection process is illustrated graphically in Figure 1's flow diagram.

The study topic must be well-defined, and precise inclusion and exclusion criteria must be established. Next, using pre-planned search keywords and techniques, the researcher does a thorough literature search

across many databases (Google Scholar, Sustainability, and Emerald). Subsequently, the search results were filtered according to predefined standards, as previously mentioned, in order to find pertinent research that should be included in the review. The quality and potential biases of the chosen study were carefully evaluated. Data extraction was used to collect relevant data from every encompassed study, including sample size, research design, intervention specifics, results, and findings.

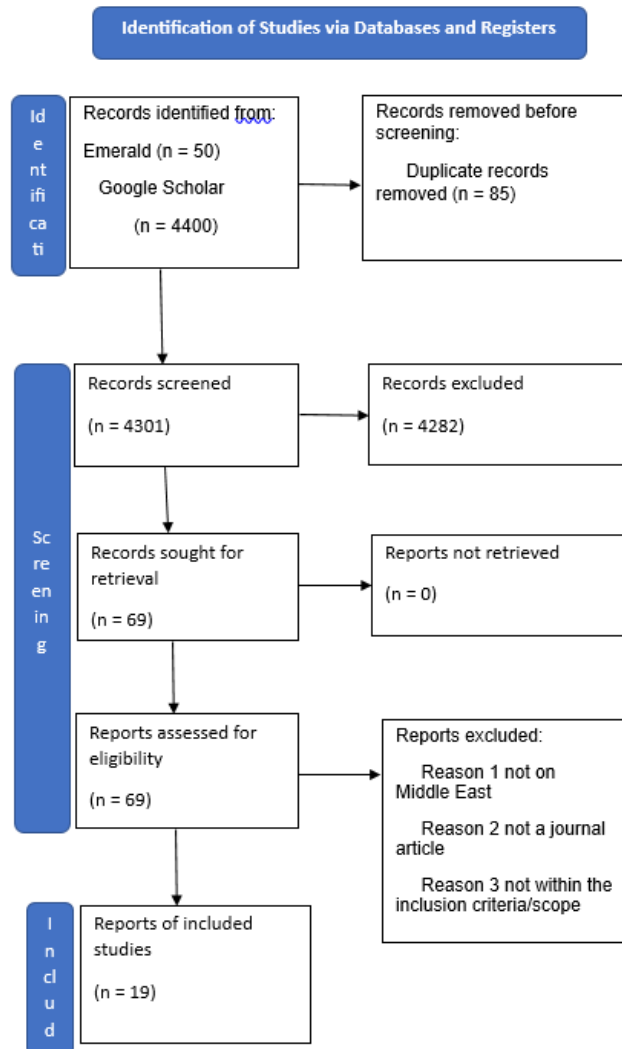


Figure 1: PRISMA Flow Diagram

Research Type

The research conducted is a systematic literature review. This type of research is particularly useful in accomplishing a literature review and in

seeking patterns and missing links in the intended literature. Various studies enabled us to have a research synthesis on the challenges that SMEs in the Middle East face in the adoption of cloud computing.

Data Collection Method

For data collection, a systematic search for relevant literature in academic databases based on terms related to cloud computing and SMEs in the Middle East region was conducted. The selection approach ensured that only perfect articles were included in the review. The first step was initially to review the title and abstract of the potential articles and then, from the filtered list, go through the full text.

Quantitative / Qualitative Analysis

4474 results were found after a comprehensive database search. After document filtering was used to remove duplicates, 85 papers were discarded. Four thousand two hundred eighty-two papers were eliminated using the articles and abstracts screening approach because they needed to fulfill the inclusion criteria out of the 4301 articles the researcher had assessed. Only 19 of the 69 publications evaluated completely satisfied the requirements to be included in this systematic review. This process is described in depth in the PRISMA protocol. Figure 2 presents the approach and results for all 19 studies that satisfied the requirements. The distribution of the included papers in the systematic review according to the research methodology is shown in Figure 2. Only one study employed the systematic review methodology; thirteen used the quantitative method, and five used the qualitative method. This suggests that studies on cloud computing in the Middle East frequently employ quantitative research designs.

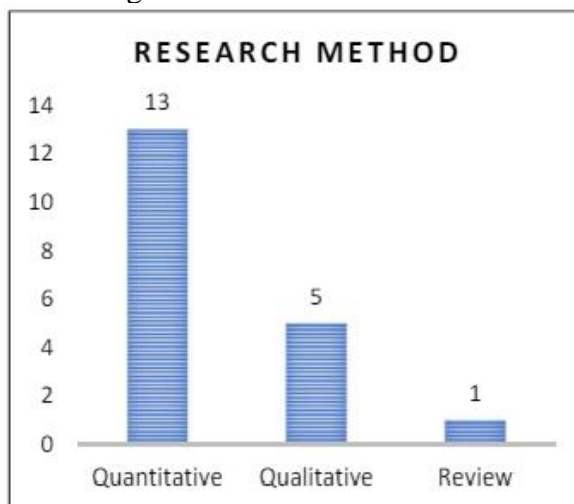


Figure 2: Distribution of Included Studies

Findings and Discussion

Numerous implicational research carried out in Middle Eastern nations has demonstrated that ignorance of Industry 4.0 (Suresh et al., 2018) and its components, including cloud computing (Alsafi & Fan, 2020), is the cornerstone of the hurdles that render cloud computing unappealing to SMEs. Many Middle Eastern countries now understand the importance of IT in growing and maintaining their economies (Shqair & Altarazi, 2022). However, many SMEs still need to learn that cloud computing is a component of the fourth industrial revolution. According to research done in Jordan (Shqair & Altarazi, 2022) and Saudi Arabia (Alsafi & Fan, 2020), the SMES need help to embrace and migrate to the cloud due to their lack of experience and understanding of cloud computing features.

Challenges in Cloud Computing Adoption for SMEs

Financial Resources Obstacles

Finance is essential for SMEs to utilize cloud computing successfully. A study carried out in Saudi Arabia discovered that cloud-computing services are rather expensive (Alsafi & Fan, 2020). Finding funding is a hurdle (Otman, 2021). One barrier that prevents SMEs from readily adopting cloud-computing services is the cost of acquiring cloud-computing infrastructure. In addition, the adoption of cloud computing in most cases entails not just the costs of infrastructure but also expenses related to training employees, upgrading legacy systems, as well as ensuring cybersecurity compliance. These hidden costs exacerbate financial pressures and can discourage SMEs from leveraging cloud solutions, despite their long-term benefits.

Business Compatibility

Research has also shown that one of the biggest obstacles to SMEs' successful adoption of cloud computing is its incompatibility with their diverse company operations. The degree to which new technology is compatible with organizational practices is known as compatibility. As a result, an invention that conflicts with SMEs' values is abandoned (Khayer et al., 2021).

Lack of Competition

Most company owners and upper management firmly believe that most of their rivals need to utilize cloud computing services, which presents another barrier to SMEs' adoption of cloud computing. The business adopts a fire brigade strategy, as there seems to be intense rivalry now (Tawfik et al., 2023). This perception creates competitive pressure for SMEs to adopt cloud solutions, yet many lack the resources, technical expertise, or strategic clarity needed to implement these services effectively, further widening the

technological and operational gap between small enterprises and larger, more cloud-savvy competitors.

Security Concern

Concerns about security and privacy are still another significant challenge preventing Middle Eastern SMEs from adopting cloud computing (Lutfi, 2022). Exploited system vulnerabilities, compromised credentials, APT, hacked interfaces and APIs, DoS attacks, shared technology and shared danger, data breaches, permanent data loss, inadequate diligence, cloud service abuse, and the APT parasite are among the frequently recognized security challenges (Alrababah, 2023). Scholars perceive security and privacy as the primary barriers preventing Small and Medium Enterprises from adopting cloud computing (Hamdi et al., 2021, p. 605).

Top Management Decisions

The effective use of cloud computing by SMEs depends on top management support. In addition to managing resources, they establish goals. It is always challenging to get upper management to agree to provide adequate funding or resources for adoption (Amron et al., 2019, p. 1055). The value cloud computing services bring to the company, particularly in cost savings, data management, and self-service capabilities, needs to be communicated well to management. This is necessary since top management's commitment influences organizational culture and readiness for change, which are critical for overcoming resistance and ensuring smooth cloud adoption.

Government Policies and Laws

Abell et al. (2021) pointed out that while some have restricted operating regulations, government laws and policies also have a part to play in adopting cloud computing services. Several nations worldwide, notably those in the Middle East, lack legal frameworks governing the use of technology. This challenge causes SMEs to doubt implementing cloud computing in their operations. One major barrier to cloud computing adoption by SMEs in the Middle East, particularly in emerging nations, has been the government's indifference to providing venues for user education (Alsharari et al., 2020, p. 299).

Breakdown in the Infrastructure

According to Al-jabri and Alabdulhadi (2016), organizations' concern about losing significant investments in their computing infrastructure has been noted as a barrier that causes them to reconsider embracing cloud computing. One of the main challenges to adopting cloud computing is the high cost of infrastructure and equipment (Lutfi, 2022). This challenge pertains to internet

connectivity in several ways, including price, speed, and stability, so that early-stage startup companies and prospective customers interested in the innovative services these startups offer may connect to the internet. A similar investment in communication infrastructure is needed for cloud computing adoption, which means additional costs. SMEs are so discouraged from adopting cloud computing due to this hurdle.

Lock-ins from Vendors or Providers

Research findings also indicate that SMEs' apprehension about having their data exclusively managed by one supplier may deter their adoption of cloud computing services. The phenomenon of vendor lock-in has been identified as a plausible obstacle to the widespread adoption of cloud computing, as it binds firms to a single provider, even without technological use (Alsafi & Fan, 2020). There is evidence that the incapacity of cloud computing users to maintain total control over their data needs to be revised (Alanezi, 2018). They depend on the outside organization or service provider for data control and management (Alsharari et al., 2020).

The study established that all these barriers are closely linked, which is why SMEs in the Middle East still rarely implement cloud computing. There is a need to enhance the awareness of these barriers and partially embark on security enhancement to support the integration of the systems. The results presented in this paper align with prior studies on the determinants of cloud computing adoption. However, it also states that SMEs in the Middle East have several significant problems that differ from those in other regions. For instance, it is evident that cultural constraints and the state of the economy of a particular region mostly influence the barriers.

Conclusion

The many challenges that stand in the way of Middle Eastern SMEs embracing cloud computing have been identified and documented in this study. The adoption of cloud computing among SMEs faces significant challenges that hinder its widespread implementation and acceptance. Key barriers include a lack of competition among cloud service providers, restrictive government policies and regulations, and financial constraints that limit SMEs' ability to invest in new technologies. Concerns about data security and privacy, coupled with apprehensions surrounding top management decisions, further exacerbate resistance to cloud adoption. Additionally, the incompatibility of cloud solutions with SMEs' diverse operational needs, alongside the fear of losing substantial investments in existing computing infrastructure, causes many SMEs to reconsider transitioning to cloud-based systems. The literature review indicates that the numerous advantages of cloud computing services for Small and Medium Enterprises in the Middle East may

not be fully realized in this fourth industrial revolution era unless specific barriers are removed, including those related to infrastructure, security, finance, government policies, and laws, awareness/knowledge, and top management decision-making.

Addressing these challenges requires a multi-faceted approach, thus, Middle Eastern small and medium-sized businesses must combine their reliance on top management assistance with their access to cutting-edge technologies.

Recommendations

Everything depends on knowledge to succeed. Getting the necessary information is the first step toward a smooth and successful adoption of cloud computing (Yoshino & Taghizadeh Hesary, 2016). The relevant parties in every Middle Eastern small and medium-sized enterprise's IT department must take action that is more significant. According to Alghamdi (2019), for SMEs to operate as they should, their technical or operational team has to become knowledgeable about cloud computing. A lack of ICT proficiency hampers the need to be improved in cloud computing. Furthermore, the government's organization of educational initiatives has the potential to reduce technological obstacles to cloud computing adoption (AL-Shboul, 2019).

Reliability, familiarity, and regular use of the technology can mitigate the effect of perceived complexity on trust (Alsmadi et al., 2022). Adopting cloud computing and employee training, particularly for IT staff, can only happen when upper management is persuaded and prepared to back the move. Alsmadi et al. (2022) reported that cloud-computing organizations may devise strategic plans to enhance service support, accessibility, security, and privacy protocols by using the constraints that have been identified. A robust cloud strategy that addresses legal and regulatory considerations, infrastructure, and the supply side of the cloud economic ecosystem, government cloud use, financial repercussions, and human resources are necessary to implement cloud computing effectively (Skafi et al., 2020).

Policies ought to consider the diversity of cloud consumers, the range of cloud business models and services, and the intricacy of the cloud economy (Skafi et al., 2020, p. 79168). Additionally, [6] suggests that management may alter this circumstance if they can teach staff members about the new technology's advantages, including its relative necessity and the need to accept it. The government should start an intervention program to help SMEs, such as Oman's Riyaadah strategy (Alouffi et al., 2021). Riyaadah is recognized as a consultative body since it offers non-financial support to businesspersons and aids them via feasibility studies, training, consulting, and promoting small and medium-sized company (SME) products at domestic and international exhibitions. The Middle Eastern governments should establish policies that

encourage enterprises to use cloud computing for their operations (AL-Shboul, 2019).

In addition, it is plausible that cloud computing's comparative advantage may only fully realize the organization's economic value with a balance between technology potential and top management support (Tawfik et al., 2022). For this reason, the computer supply firm has to properly inform upper management about the comparative benefits of cloud computing adoption. Convincing Small and Medium Enterprises that cloud computing reduces operating expenses and boosts productivity is one method the provider may use to win over users to their cause (Nassoura & Hassan, 2021). Providers must ensure that data is safe to eliminate or reduce the anxiety of securing cloud computing. According to a survey in Saudi Arabia, more SMEs would use cloud computing services if there is proof of data protection and robust security measures. Furthermore, Alsmadi et al. (2022) suggested implementing a strategy plan to improve security, trust, and service accessibility.

Limitations

There are several limits to this systematic review of research on challenges that SMEs face while using cloud computing. Initially, the examination focused on works released in 2019 and the first quarter of 2023. The results, therefore, are restricted to these particular years. Additionally, specific consideration was paid to the challenges or obstacles that SMEs in the Middle East faced when utilizing the four databases used explicitly for this purpose. According to this, only papers that were written in English were taken into account. The knowledge that all Middle Eastern nations also speak Arabic creates a constraint for research.

The first limitation of this study lies in the point that it analyses data from published sources, meaning that the information may only reflect some of the obstacles that SMEs experience in the Middle East. Moreover, applying the inclusion criteria, certain research with the given topic can have been published in languages other than English or before/after the specified period. Future studies should overcome these limitations by including more studies and conducting survey research to provide evidence of the facts.

Suggestions for Further Studies

Further evaluations may broaden the review's scope in terms of the year covered, databases examined, and number of papers examined, contingent upon the limitations noted in this one. Correspondingly, it is possible to compare the challenges faced by the Middle East and other continents in adopting cloud computing

Conflict of Interest: The author reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The author did not obtain any funding for this research.

References:

1. Abell, T., Husar, A., & May-Ann, L. (2021). Cloud Computing as a Key Enabler for Digital Government Across Asia and the Pacific.
2. Adewale, S., Omodan, B. I., & Awodiji, O. A. (2020). A Systematic Review of Post-COVID-19 Pandemic Strategies to Improve Instruction of Technical and Vocational Education and Training in Nigeria. *Education, 15*(2), 200-210.
3. Ajimoko, O. J. (2018). Considerations for the Adoption of Cloudbased Big Data Analytics in Small Business Enterprises. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation, 21*(2), 63-79.
4. Alanezi, M. A. (2018). Factors influencing cloud computing adoption in Saudi Arabia's private and public organizations: a qualitative evaluation. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 9*(4).
5. Alghamdi, F. A. (2019). *An Enhanced Conceptual Model of Factors Affecting the Adoption of Cloud Computing in SMEs: A Case Study of Saudi Arabia* (Doctoral dissertation, University of Canberra).
6. Al-Jabri, I.M. and Alabdulhadi, M.H., 2016. Factors affecting cloud computing adoption: perspectives of IT professionals. *International Journal of Business Information Systems, 23*(4), pp.389-405.
7. Almorsy, M., Grundy, J., & Müller, I. (2016). An analysis of the cloud computing security problem. arxiv preprint arXiv:1609.01107.
8. Almubarak, S.S. (2017). Factors influencing the adoption of cloud computing by Saudi university hospitals. *International Journal of Advanced Computer Science and application, 8*(1).
9. Alouffi, B., Hasnain, M., Alharbi, A., Alosaimi, W., Alyami, H., & Ayaz, M. (2021). A systematic literature review on cloud computing security: threats and mitigation strategies. *Ieee Access, 9*, 57792-57807.
10. ALRABABAH, Z. (2023). Barriers to Cloud Computing Adoption Among SMEs in The Middle East: A Systematic Review. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 101*(17).
11. Al-Ruithe, M., Benkhelifa, E., & Hameed, K. (2018). Key issues for embracing the Cloud Computing to adopt a digital transformation: A study of Saudi public sector. *Procedia computer science, 130*, 1037-1043.

12. Alsafi T., & Fan, I. (2020a) Cloud computing adoption barriers faced by Saudi manufacturing SMEs. In: 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 24-27 June 2020, Sevilla, Spain. <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140940>
13. Alsafi, T., & Fan, I. S. (2020b). Investigation of cloud computing barriers: a case study in Saudi Arabian SMEs. *Journal of Information Systems Engineering and Management*, 5(4), em0129.
14. Alsharari, N. M., Al-Shboul, M., & Alteneiji, S. (2020). Implementation of cloud ERP in the SME: evidence from UAE. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 27(2), 299-327.
15. AL-Shboul, M. D. A. (2019). Towards better understanding of determinants logistical factors in SMEs for cloud ERP adoption in developing economies. *Business Process Management Journal*, 25(5), 887-907.
16. Alsmadi, D., Halawani, M., Prybutok, V., & Al-Smadi, R. (2022). Intention, trust and risks as core determinants of cloud computing usage behavior. *Journal of Systems and Information Technology*, 24(3), 178-201.
17. Amron, M. T., Ibrahim, R., Bakar, N. A. A., & Chuprat, S. (2019). Determining factors influencing the acceptance of cloud computing implementation. *Procedia Computer Science*, 161, 1055-1063.
18. Baral, M. M., & Verma, A. (2021). Cloud computing adoption for healthcare: An empirical study using SEM approach. *FIIB Business Review*, 10(3), 195–207. <https://doi.org/10.1177/23197145211012345>
19. Basahel, A., Yamin, M., & Drijan, A. (2016). Barriers to cloud computing adoption for SMEs in Saudi Arabia. *BVICAM's International Journal of Information Technology*, 8(2), 1044-1048.
20. Chemjor, E. M., & Maru, L. (2017). Effect of user perception on the relationship between technology context and adoption of cloud computing: Evidence from SMES in Nairobi county, Kenya. *V (11)*, 10-28.
21. Čičak, B., Gaši, N., & Čosić, M. (2023). Main types of cloud services - explained. *Nauka i Tehnologija*, 11(1), 17–26. <https://doi.org/10.58952/nit20231101017>
22. Dixit, A., Sharma, D. P., Sharma, S. K., & Dhaka, M. (2021, December). A brief review of Data Analytics approach for Small and Medium Scale Enterprises over Clouds. In *2021 International Conference on Computational Performance Evaluation (ComPE)* (pp. 878-885). IEEE.
23. Hamdi, M., Olayah, F., Al-Awady, A. A., Shamsan, A. F., & Ghilan, M. M. (2021). Attitude towards adopting cloud computing in the Saudi

- banking sector. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 29(2), 605-617.
24. IMF (2019). Enhancing the Role of SMES in the Arab World—Some Key Considerations. <http://www.imf.org/external/pp/ppindex.aspx>
 25. Kavitha, S., Srinivasan, S., Manasa, N., & Band, G. (2024). Financial analytical usage of cloud and appropriateness of cloud computing for certain small and medium-sized enterprises. *AIP Conference Proceedings*, 2800(1), 123456. <https://doi.org/10.1063/5.0147890>
 26. Karim, F., & Rampersad, G. (2017). Factors Affecting the Adoption of Cloud Computing in Saudi Arabian Universities. *Computer and Information Science*, 10(2), 109-123.
 27. Khayer, A., Jahan, N., Hossain, M. N., & Hossain, M. Y. (2021). The adoption of cloud computing in small and medium enterprises: a developing country perspective. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 51(1), 64-91.
 28. Lutfi, A. (2022). Understanding the intention to adopt cloud-based accounting information system in Jordanian SMEs. *International Journal of Digital Accounting Research*, 22.
 29. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group*, T. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, 151(4), 264-269.
 30. Nassoura, M. B., & Hassan, S. (2021). Impact of intention to adopt cloud-based human resource management on innovation behaviour: the mediating role of leadership support in smes in Jordan. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, 18(09), 1380-1395.
 31. Otman, K. (2021). Small and medium enterprises in the Middle East and North Africa region. *International Journal of Business and Management*, 16(5), 12-21.
 32. Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., ... & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *Bmj*, 349.
 33. Shirazi, F., Seddighi, A., & Iqbal, A. (2017). Cloud computing security and privacy: an empirical study. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 534-549). Springer, Cham.
 34. Shqair, M. I., & Altarazi, S. A. (2022). Evaluating the status of SMEs in Jordan with respect to Industry 4.0: a pilot study. *Logistics*, 6(4), 69.
 35. Skafi, M., Yunis, M. M., & Zekri, A. (2020). Factors influencing SMEs' adoption of cloud computing services in Lebanon: An empirical analysis using TOE and contextual theory. *IEEE Access*, 8, 79169-79181.

36. Sultan, N. (2014). Making use of cloud computing for healthcare provision: Opportunities and challenges. *International Journal of Information Management*, 34(2), 177–184. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2013.12.011>
37. Suresh, N., Hemamala, K., & Ashok, N. (2018). Challenges in implementing industry revolution 4.0 in INDIAN manufacturing SMES: insights from five case studies. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2.4), 136-139.
38. Tawfik, O. I., Durrah, O., Hussainey, K., & Elmaasrawy, H. E. (2023). Factors influencing the implementation of cloud accounting: evidence from small and medium enterprises in Oman. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 14(5), 859-884.
39. Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), 207-222.
40. Vu, K., Hartley, K., & Kankanhalli, A. (2020). Predictors of cloud computing adoption: A cross-country study. *Telematics and Informatics*, 52, 101426.
41. Yoshino, N., & Taghizadeh Hesary, F. (2016). Major challenges facing small and medium-sized enterprises in Asia and solutions for mitigating them.

InVEST-based assessment of carbon sequestration potentials and environmental dynamics in the coastal area of Lagos

T.B. Adedoja
S.A. Adegboyega
A.M. Fakpor

Federal University of Technology (FUTA), Nigeria

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p30](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p30)

Submitted: 01 September 2024

Accepted: 15 December 2024

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Adedoja T.B., Adegboyega S.A. & Fakpor A.M. (2025). *InVEST-based assessment of carbon sequestration potentials and environmental dynamics in the coastal area of Lagos*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 30. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p30>

Abstract

Coastal environments comprise multiple arrays of ecosystems, including forests, mangroves, wetlands, and oceans. These ecosystems possess a unique ability to store Carbon for prolonged periods, acting as natural carbon sinks and contributing to reducing atmospheric greenhouse gas concentrations. However, despite their significance, the potential of coastal land covers and their associated land use in mitigating global warming through carbon absorption is often overlooked. This study employed the InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs) model together with Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Carbon pool data to assess the carbon stock and dynamics of various land use and land cover types in the coastal environment of Lagos for 20 years. The results revealed a substantial reduction in net stored Carbon from 1.33×10^8 metric tons of Carbon in 2003 to 1.21×10^8 metric tons of Carbon in 2013, which accounts for a 6.66% decline in stored Carbon during that period. Furthermore, the total carbon stock decreased by approximately 3.5×10^8 Metric tons, equating to a loss of over 300 million tons between 2013 and 2023. By identifying and measuring the carbon sequestration capacity of these varied coastal land covers, researchers can gain insight into their function in reducing global warming. These natural carbon sinks can be preserved and enhanced by conservation efforts, sustainable management practices, and policy decisions informed by this information, aiding the global fight against climate change.

Keywords: Ecosystems, Coastal region, Carbon sinks, Carbon sequestration, Global warming

Introduction

Carbon sequestration, the process of capturing and storing atmospheric carbon dioxide (CO₂), is a crucial ecosystem service in mitigating climate change and global warming. This process is particularly significant as atmospheric concentrations of greenhouse gases, especially CO₂, substantially influence Earth's climate (Kweku et al., 2018). Over the past century, burning fossil fuels and other human activities have released Carbon into the atmosphere, significantly increasing atmospheric CO₂ concentrations (Soeder & Soeder, 2021; Yoro & Daramola, 2020). This has raised global temperatures by trapping more heat than required. However, recent studies have shown that coastal ecosystems are responsible for 55% of all Carbon captured worldwide (Yang et al., 2024), thereby acting as significant carbon sinks, absorbing and storing Carbon through photosynthesis and other natural processes (Das et al., 2022; Iqbal and Shang, 2020). The global carbon cycle depends critically on this stored Carbon, sometimes known as the carbon stock. The stored Carbon is released back into the atmosphere when these ecosystems are disrupted or destroyed, which raises atmospheric CO₂ levels (Lorenz & Lal, 2018).

Lagos, Nigeria, emerges as a focal point for this study due to its high population density and intense industrial and commercial activities (Fakinle et al., 2020). The megacity is currently undergoing significant developmental projects, which have been linked to increased carbon emissions (Bola-Popoola et al., 2019). Recent studies have examined various aspects of Nigeria's environmental management and carbon emissions, particularly in Lagos, aiming to provide scientific evidence for state-specific restoration initiatives. These studies include assessments of energy consumption and carbon emissions across different sectors (Maduekwe et al., 2020) as well as estimations of forest carbon storage for REDD+ strategy development using the InVEST model (Ibeabuchi, 2023).

Lagos's coastal environment stands out for its exceptional carbon sequestration capacity, driven by its natural carbon sinks (Okeke, 2022). The coastline is characterized by extensive mangrove forests, whose intricate root systems efficiently trap and store organic matter, acting as powerful carbon storage systems. These mangroves work in tandem with wetland systems and seagrass beds, forming an interconnected network of blue carbon repositories, that play a vital role in global carbon cycling. The region's unique hydrological dynamics (Ikuemonisan et al., 2021), further amplify its carbon sequestration potential. Tidal influences, seasonal flooding patterns, and

interactions between groundwater and surface water create specialized conditions for carbon accumulation. These natural processes are closely tied to salinity gradients, which shape vegetation patterns and ultimately determine the efficiency of carbon storage mechanisms across the coastal ecosystem.

However, this coastline is not without its challenges. It faces significant erosion, threats from sea-level rise, and complex sediment transport patterns. These issues, coupled with seasonal climate variations, create a dynamic environment where carbon cycling processes can be observed under constantly shifting conditions. Beyond its local significance, Lagos holds logical importance as the largest coastal city in West Africa (Chang & Ross, 2024). It serves as a model for understanding tropical coastal systems under stress. Its connection to the Gulf of Guinea and its influence on regional climate patterns (Dahunsi et al., 2022), makes it a critical site for studying coastal carbon dynamics across West Africa. This intricate interplay of ecological processes, environmental challenges, and research opportunities makes Lagos's coastal region an invaluable hub for advancing carbon sequestration studies.

Despite growing recognition of coastal ecosystems as crucial carbon sinks (capable of absorbing and storing atmospheric carbon dioxide (CO₂), the potential role of land use and land cover (LULC) dynamics in Lagos's coastal areas as a mechanism for carbon sequestration and global warming mitigation remains unexplored (Bola-Popoola et al., 2019). Therefore, this indicates a substantial knowledge gap about the ability of various LULC types in this region to function as efficient carbon sinks. The region's capacity to naturally absorb carbon dioxide and lessen the consequences of climate change is significantly impacted by these dynamic shifts in the carbon cycle. In addition, the quantification, distribution, and assessment of carbon stocks across various LULC classes in Lagos's coastal areas remain largely unexplored. The study estimated the carbon stock for each land use type, carbon sequestration, and storage across the landscape based on land cover, and it provides spatially explicit estimates of carbon sequestration in the eco-region.

Materials and Methods

Data Acquisition

The multispectral datasets needed for this research were obtained from the USGS Landsat Archive (<https://earthexplorer.usgs.gov>). The study area covers three scenes of the Landsat image catalogue with: Path 191/Row 55, Path 191/Row 56, and Path 190/Row 56. Landsat 7 Images of the selected scenes for 2003 and Landsat 8 Images of the exact location for 2013 and 2023 were downloaded from the online archive. Furthermore, the InVest 3.13.0 workbench version for the Windows operating system was downloaded from

the official website of the Natural Capital Project Group of Stanford University (<https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>). The model requires land use/land cover (LULC) maps representing current and future conditions as primary inputs. Additional necessary inputs include carbon pool data associated with each LULC class. Carbon pool estimates for vegetation classes in this study were derived from guidelines provided by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006) for tropical moist deciduous forests aligned with the study area's climatic zone, as shown in **Figure 1**. In this study, InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs), a tool developed by the Natural Capital Project at Stanford University, was utilized to model and map the delivery, distribution, and economic value of ecosystem services including carbon sequestration (Hamel et al., 2020) was used to estimate the carbon stock for each land use type in the study area. The tool estimates carbon sequestration and storage across a landscape based on land cover and can help inform decisions about natural resource management. InVEST provides spatially explicit estimates of carbon sequestration that account for various sequestration approaches across different land cover types (Tallis and Polasky, 2009). **Figure 2** shows the flow chart of the methods explored.

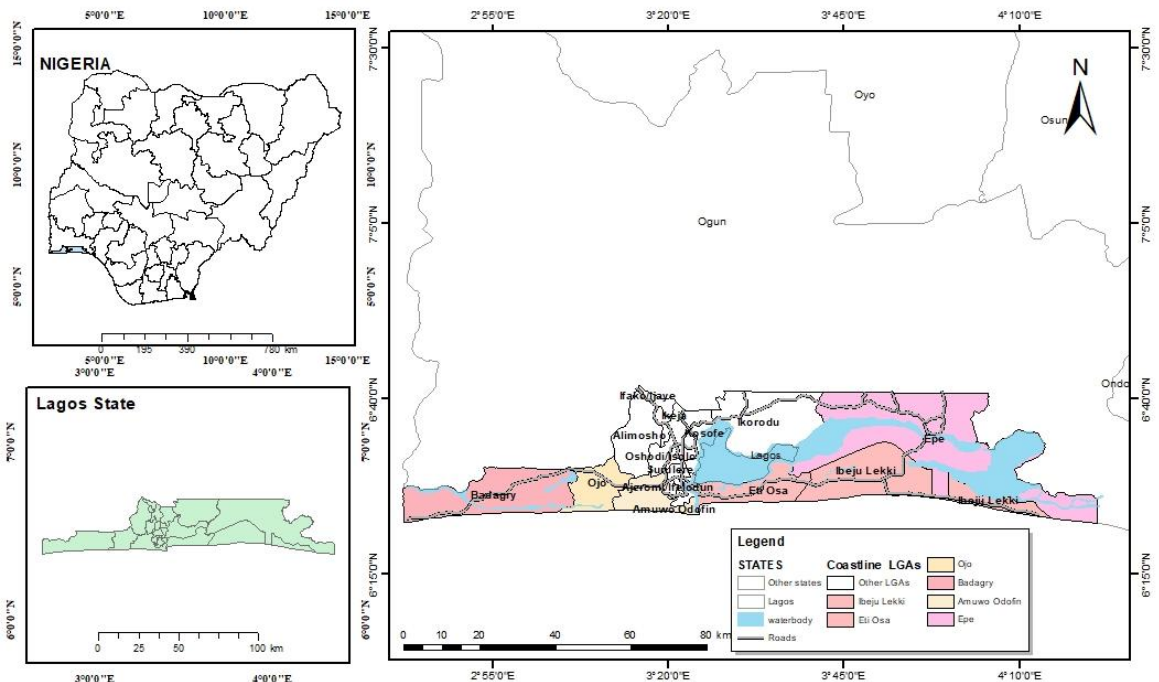


Figure 1: Study area map

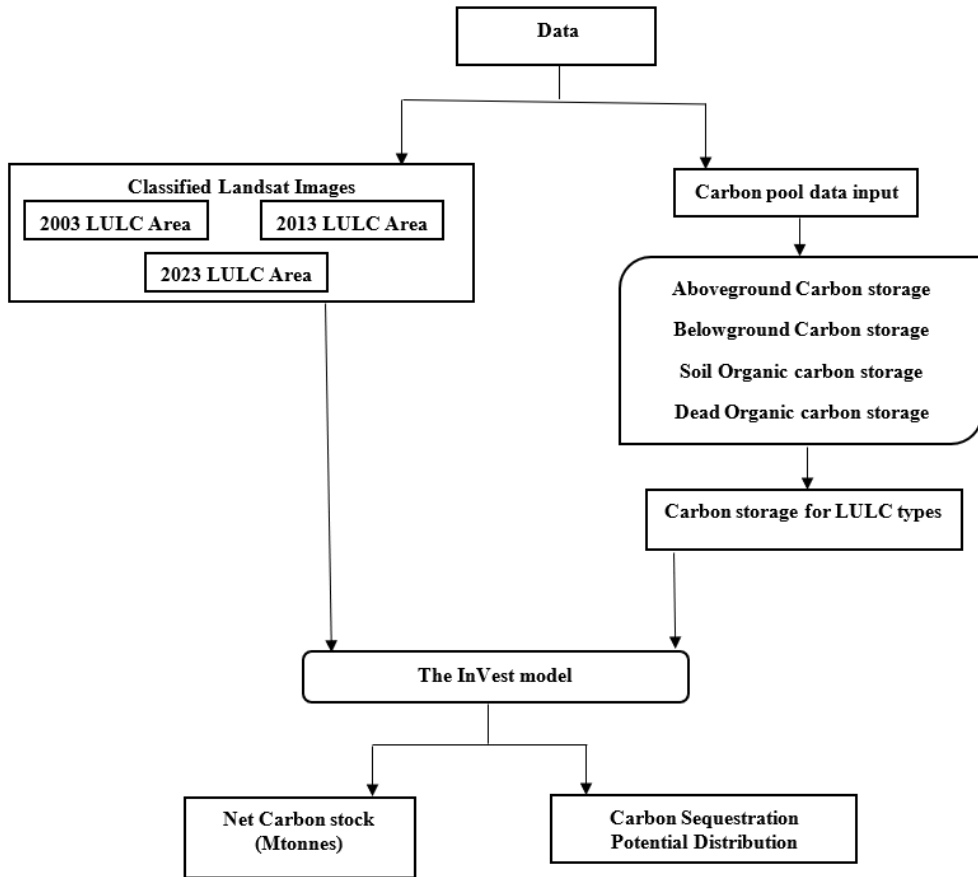


Figure 2: Flow chart of the methodology

Land use Land cover for the years 2003, 2013 and 2023 Image Processing / Classification

The analysis carried out on the data includes band combination, image Mapping, image subsetting, image classification, and accuracy assessment. The combination of bands in Landsat ETM+ and OLI imageries efficiently extracts various LULC features, notably from the coastal area, according to (Kokaly et al., 2017) report on image processing. In this analysis, for the year 2003, the study made use of band 1 (0.45-0.51), band 2 (0.5-0.60), band 3 (0.63-0.69) band 4 (0.76-0.89), and band 5 (1.54-1.75) of the Landsat ETM+ and for the years 2013 and 2023, band 2 (0.45-0.51), band 3 (0.5-0.60), band 4 (0.63-0.67), band 5 (0.85-0.87), and band 6 (1.56-1.65) OLI images are combined into a multispectral image for land feature extraction.

In Erdas Image geoprocessing software, the training sets were derived from polygons drawn on consistent groups of pixels to derive the spectral signature for the different LULC types, as stated above. Spectral signatures for the respective LULC types derived from the satellite imagery were

recorded using the pixels enclosed by these polygons. A false-color composite image was created from these raw datasets in the same software environment by combining the selected stated bands. The three Landsat scenes were mosaicked together in the same software environment. While subsetting into the study area, the maximum likelihood algorithm was used to classify the image into the following classes: built-up, bare surface, Wetland, waterbody, cultivated land mangrove freshwater swamp, and Shrubland.

Accuracy Assessment

Field observation of the study area was used to support the image classification procedure and enhance the accuracy of the classified image. For each land use and LULC dataset, the accuracy assessment was carried out by randomly locating 10 points per each land use and LULC class. Furthermore, the error matrix was then calculated, and the QADI was run to derive the overall classification accuracy for the years of understudy. To facilitate the process, a plugin for QADI was downloaded and added to the toolbox of ArcMap 10.7 to produce a graph that presented the accuracy and confidence level of the classified imageries for the years under study. The QADI calculator plugin typically saves the error matrix (Feizizadeh et al., 2022).

Data analysis using the InVEST Model

The InVEST model consists of a series of sub-modules and algorithms, which can simulate changes in ecosystem service functions in different land use/cover scenarios (Wei et al., 2021). The amount of Carbon stored in a particular area will be calculated in this study using the Carbon Storage and Sequestration module (He et al., 2016). Specifically, the calculation formulas are as follows:

$$C = C_{above} + C_{below} + C_{soil} + C_{dead} \dots \dots \dots 3.1$$

$$C_{total} = \sum_{k=1}^n A_k \times C_k \quad (k = 1, 2, 3, \dots n) \dots \dots \dots 3.2$$

where C is the total carbon storage per unit area of each land cover type, C_{above} is carbon density in aboveground mass, C_{below} is carbon density in belowground mass, C_{soil} is carbon density in soil, C_{dead} is carbon density in dead mass, A_k is the area of each land cover type, and C_{total} is the total carbon density of a cell. The carbon sequestration potential of the time periods was compared arithmetically to understand the transition concerning carbon storage capabilities of the study area (IPCC, 2006). **Table 1** summarizes the resulting carbon stock estimates derived from IPCC guidelines for each LULC class.

Table 1: Total Carbon pool for all the Land use and Land cover Classes expressed in Tons/Hectares/Year

Lu code	LULC_name	C_above	C_below	C_soil	C_dead
1	Built-up	2	0.48	30	1
2	Bare surface	0	0	40	0
3	Cultivated Land	50	12	20	0
4	Shrubland	180	43.2	4	2
5	Mangrove forest	150	36	0	0
6	Freshwater swamp	260	62.4	2	10
7	Wetland	100	24	2	0
8	Waterbody	0	0	0	0

IPCC: 2006

The InVEST model integrates this carbon pool input with the current and future LULC maps to estimate changes in carbon storage and sequestration across the study landscape over time. The use of (IPCC, 2006) guidelines provides standardized, globally accepted estimates for carbon modeling

Results

Land use Land cover analysis for the year 2003

The land use land cover classification result for the year 2003 shows that Freshwater swamps, Shrubland, and water bodies were the dominant land use classes, accounting for 28.22%, 26.62%, and 24.62%, respectively. Additionally, mangrove forests, Barren surfaces, and cultivated land had the least area coverage, with less than 1%. The study also shows that Built-up areas and wetlands recorded about 11.54% and 7.87%, respectively. See **Figure 3 and Table 2**, respectively. The result validation using the QADI reveals a high level of classification accuracy.

Land use Land cover analysis for the year 2013

LULC results for the year 2013 show the same trends as the result of the year 2003, with Freshwater swamps, Shrubland, and Water bodies accounting for 26.44%, 25.58%, and 23.54% of the entire study area, respectively. A similar trend was also observed for mangrove forests, bare surfaces, and cultivated land, which account for less than 1% of the entire land use. Validation using QADI reveals a high level of classification accuracy. **Figure 4 and Table 3** show the LULC map and statistics for the year 2003.

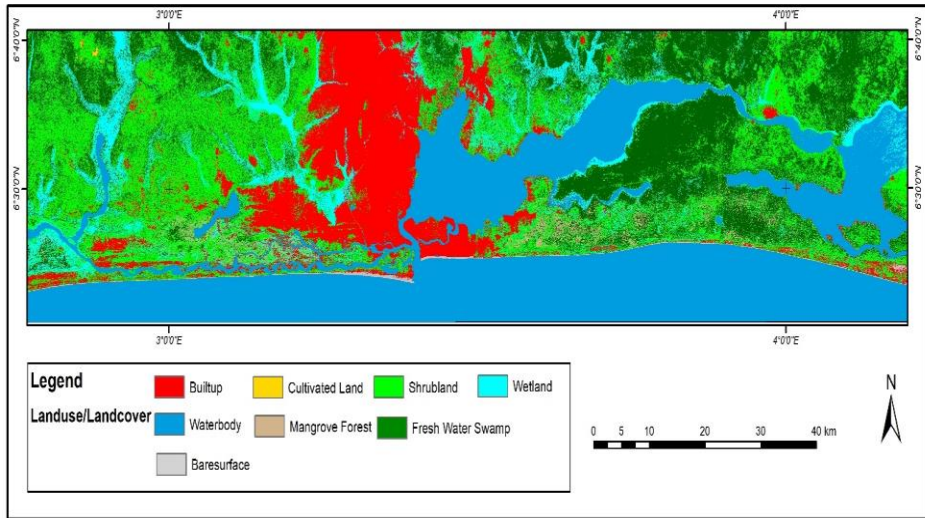


Figure 3: Land use land cover map of the study area in 2003

Table 2: Land use and Land cover Statistics for the year 2003

Class	Pixel count	Area (sq.km)	Percent Cover (%)
Freshwater swamp	2439343	2195.41	28.22
Shrubland	2300971	2070.87	26.62
Waterbody	2128182	1915.36	24.62
Built-up	997059	897.35	11.54
Wetland	680454	612.41	7.87
Mangrove forest	63752	57.38	0.74
Bare surface	32383	29.14	0.37

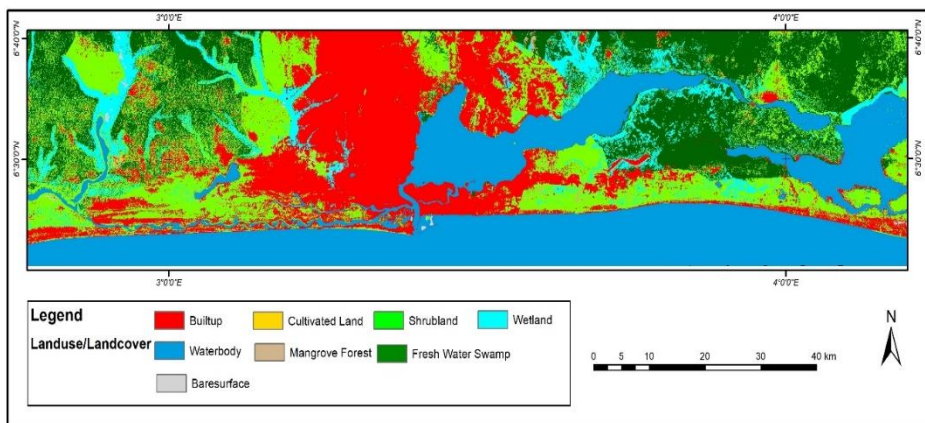


Figure 4: Land use land cover map of the study area in 2013

Table 3: Land use and Land cover Statistics for the year 2013

Class	Pixel Count	Area (sq.km)	Percent Cover (%)
Shrubland	2285743	2057.17	26.44
Freshwater swamp	2211502	1990.35	25.58
Waterbody	2034774	1831.30	23.54
Built-up	1616596	1454.94	18.70
Wetland	425979	383.38	4.93
Mangrove forest	33374	30.04	0.39
Bare surface	31949	28.75	0.37
Cultivated Land	4035	3.63	0.05

Author’s Field Survey, 2024

Land use Land cover analysis for the year 2023

The result of this analysis shows that Shrubland accounted for the largest size, 24.71% of the entire study area. This was followed by Freshwater swamp, Waterbody, and Built-up, recording 23.72%, 23.47%, and 21.12%, respectively. While Wetlands recorded about 6.31% of the entire land use of the study area, Bare surface, Mangrove Forest, and Cultivated land recorded the least with less than 1 % each. See **Figure 5 and Table 4**.

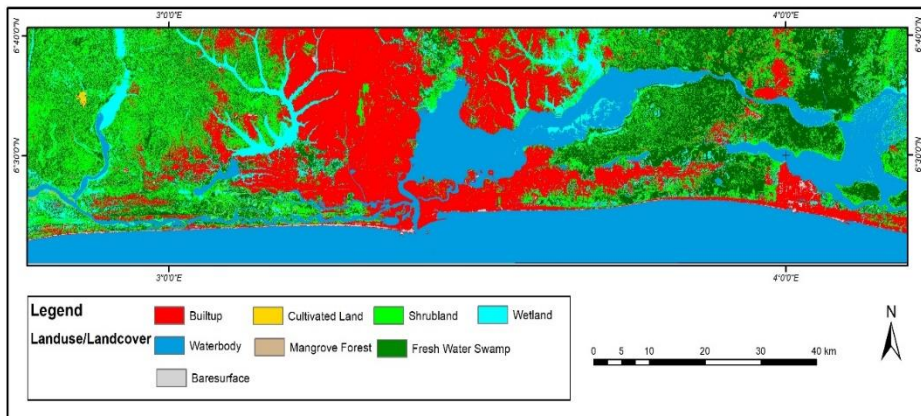


Figure 5: Land use land cover map of the study area in 2023

Table 4: Land use and Land cover Statistics for the year 2023

Class	Pixel count	Area (sq.km)	Percent Cover (%)
Shrubland	2133878	1920.49	24.71
Freshwater swamp	2048590	1843.73	23.72
Waterbody	2026989	1824.29	23.47
Built-up	1823506	1641.16	21.12
Wetland	544482	490.03	6.31
Bare surface	29216	26.29	0.34
Mangrove forest	20399	18.36	0.24
Cultivated Land	8226	7.40	0.10

Author’s Field Survey, 2024

In the study area, an observed transition of land use and land cover classes was attributed to driving some of the environmental degradation mentioned above. The analysis of Land use and Land cover change is expressed in **Table 5**. The built-up and cultivated areas experienced a gain between 2003 and 2013, with a value of 557.59 sq.km (62.14%) and 2.21 sq.km (155.63%), respectively. The remaining land use and land cover classes experienced losses as follows: Wetland: -229.03 (37.4%), bare surface: -0.39 sq.km (1.34%).

Table 5: Land use and Land cover dynamics between 2003 and 2013

Class	2003 Area (sq.km)	2013 Area (sq.km)	Change	Percent Change (%)
Cultivated Land	1.42	3.63	2.21	155.74
Built-up	897.35	1454.94	557.59	62.14
Bare surface	29.14	28.75	-0.39	-1.34
Shrubland	2070.87	2033.23	-37.64	-1.82
Waterbody	1915.36	1831.30	-84.06	-4.39
Wetland	612.41	527.45	-84.96	-13.87
Freshwater swamp	2195.41	1873.97	-321.44	-14.64
Mangrove forest	57.38	26.28	-31.10	-54.20

The table of Land use and Land cover change for (2013-2023) is expressed in **Table 6**. The built-up and cultivated Land similarly experienced a gain between 2013 and 2023 with a value of 186.22 sq.km (12.80% gain) and 3.77 sq.km (103.86% gain), respectively. The remaining land use and land cover classes experiences losses as follows: Wetland: -37.42 (7.09%), bare surface: -2.46 sq.km (8.56% loss), Waterbody: -7.01 sq.km (0.38% loss), Mangrove Forest: -7.92sq.km (30.14% loss), Shrubland: -112.74 sq.km (5.54% loss) and Fresh Water Swamp: -30.24sq.km (1.61% loss).

Table 6: Land use Land cover dynamics between 2013 and 2023

Class	2013 Area (sq.km)	2023 Area (sq.km)	Change	Percent Change (%)
Built-up	1454.94	1641.16	186.22	12.80
Bare surface	28.75	26.29	-2.46	-8.56
Wetland	527.45	490.03	-37.42	-7.09
Waterbody	1831.3	1824.29	-7.01	-0.38
Mangrove forest	26.28	18.36	-7.92	-30.14
Shrubland	2033.23	1920.49	-112.74	-5.54
Freshwater swamp	1873.97	1843.73	-30.24	-1.61
Cultivated Land	3.63	7.40	3.77	103.86

Carbon sequestration dynamics of the ecosystem in the study area

The InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs) model was used to assess the carbon sequestration potential of the various land use and land cover types found in the study area. Additionally, the model was used to estimate carbon sequestration rates by considering

factors such as vegetation type, biomass, land cover change, wave exposure, sea level change, population, and land management practices (Bola-Popoola et al., 2019). To determine the potential for carbon sequestration, the model uses data inputs such as maps of land cover, climate information, and soil details. Using spatially explicit models and algorithms, it estimated carbon stocks and sequestration rates based on ecosystem properties and management scenarios.

Table 7: Net Carbon Stock for the study area between 2003 and 2013

Land use/Land cover	2003 (Mtons of C)	2013 (Mtons of C)	Difference	Percentage Change
Built-up	3004327.80	4871139.12	1866811.32	62.14
Bare surface	116560.00	115000.00	-1560	-1.34
Wetland	7716366.00	6645870.00	-1070496	-13.87
Waterbody	20.63	7.15	-13.48	-65.34
Mangrove forest	1067268.00	488808.00	-578460	-54.20
Shrubland	47464340.40	46601631.60	-862708.80	-1.82
Freshwater swamp	73414510.40	62665556.80	-10748953.6	-14.64
Cultivated Land	11644.00	29766.00	18122	155.63
Total Carbon	132795036.83	121417778.67	-11377258.56	-8.57

Table 8: Net Carbon Stock for the study area between 2013 and 2023

Landuse/Land cover	2013 (Mtons of C)	2023 (Mtons of C)	Difference	Percentage Change
Built-up	4871139.12	5494603.68	623464.56	12.80
Bare surface	115000.00	105160.00	-9840	-8.56
Wetland	6645870.00	6174378.00	-471492	-7.09
Waterbody	7.15	6.03	-1.12	-15.66
Mangrove forest	488808.00	341496.00	-147312	-30.14
Shrubland	46601631.60	44017630.80	-2584000.8	-5.54
Freshwater swamp	62665556.80	61654331.20	-1011225.60	-1.61
Cultivated Land	29766.00	60680.00	30914	103.86
Total Carbon	121417778.67	117848285.71	-3569492.96	-2.94

The spatial distribution of the carbon sequestration potentials in 2003, 2013, and 2023.

The spatial distribution of carbon sequestration potential across the Lagos coastal area for the years 2003, 2013, and 2023 is presented in **Figures 6, 7, and 8**, respectively. A visual analysis of these maps reveals a decreasing trend of carbon sequestration potential over time within the study area. In the 2003 map, large swaths of the region are depicted in darker shades, representing areas with high carbon sequestration capacity. However, the region's carbon sequestration potential will progressively decrease between 2013 and 2023. Hence, low carbon sequestration potential becomes more prevalent.

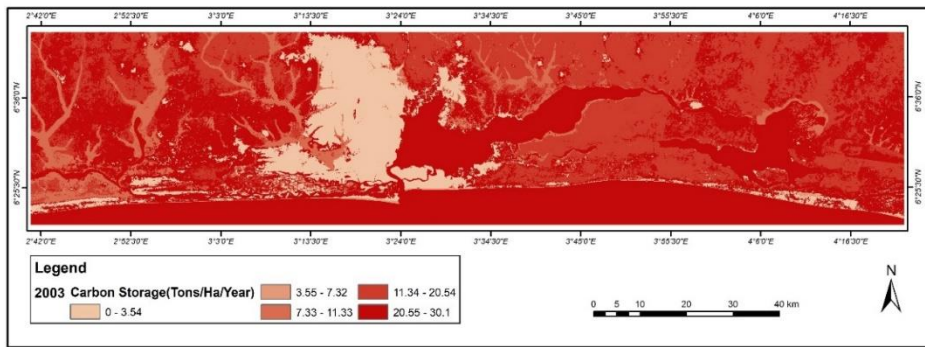


Figure 6: Distribution of Carbon Sequestration Potential in 2003

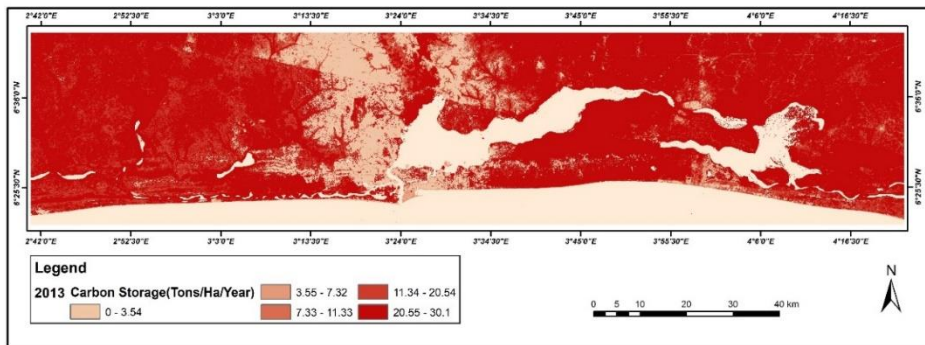


Figure 7: Distribution of Carbon Sequestration Potential in 2013

Figure 8 below shows an alarming trend of reduction of the study area to absorb Carbon. The diminishing carbon sequestration potential over the 20 years can be attributed to various factors, including urbanization, deforestation, unsustainable land-use practices, and the degradation of natural ecosystems. These changes in land cover and land use have likely reduced the overall capacity of the Lagos coastal area to mitigate climate change through carbon sequestration and storage.

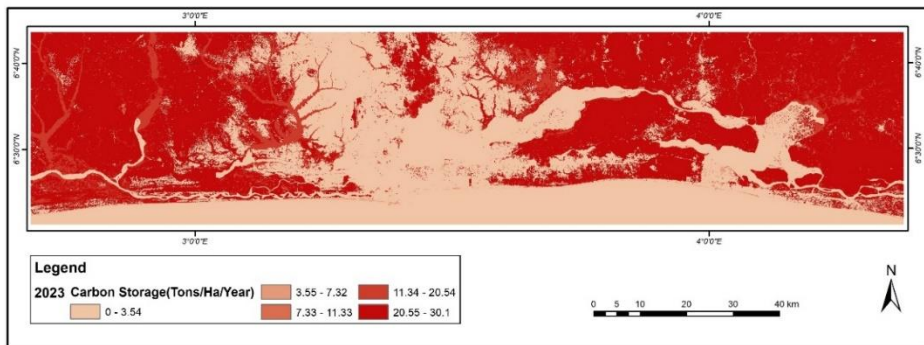


Figure 8: Distribution of Carbon Sequestration Potential in 2023

Discussion

Land use land cover dynamics from 2003-2023

Land use and land cover change are major drivers of environmental degradation globally, significantly impacting biodiversity, climate, biogeochemical cycles, and ecosystem services (Foley et al., 2012; Vitousek et al., 1997) It is estimated that over 75% of the Earth's land surface has been altered by human activities like agriculture, deforestation and urbanization leading to habitat loss, soil degradation, disrupted hydrology, and increased carbon emissions (Ramankutty et al., 2008; Sanderson et al., 2002) Given these substantial impacts, understanding the rates, causes, and consequences of land use and land cover change through methods like remote sensing and modeling is critical for developing strategies towards more sustainable land management (Liping et al., 2018)

Carbon stock dynamics of the Land cover between 2003-2013

The result of the InVEST model executed on the land use and land cover dataset over the study area is presented in **Table 7**. The table presents dynamics and the associated changes in carbon stocks between 2003 and 2013 for different land cover types. The net stored Carbon was substantially reduced from 1.33×10^8 Mtons of Carbon to 1.21×10^8 Mtons of Carbon between 2003 and 2013, respectively. This indicates a net release of Carbon into the atmosphere, potentially contributing to climate change. The 8.57% decline in stored Carbon between the years under study highlights trends of deforestation and loss of natural carbon sinks across the landscape (Le Quéré et al., 2018). It is essentially due to converting one type of LULC to another. The most significant contribution to the decrease in carbon stock was from the freshwater swamp land cover type, which lost 10.7×10^8 Mtons of Carbon (14.64% reduction). This suggests substantial deforestation and forest

degradation occurred during this period, likely due to activities like logging, agricultural expansion, or urbanization. The built-up area experienced a significant increase of 62.14%, indicating rapid urbanization. This land use change typically involves the conversion of vegetated areas (e.g., forests, wetlands) to impervious surfaces, contributing to the loss of carbon sinks. Both Wetland and mangrove forest experienced significant decreases in carbon stocks, with losses of 13.87% and 54.20%, respectively. This observed pattern suggests a gradual degradation or conversion of land cover types that historically served as significant carbon sinks, such as Freshwater swamps, wetlands, and mangrove forests. The expansion of lighter shades of colors across the maps implies that an increasing proportion of the study area has lost its ability to effectively sequester and store atmospheric Carbon, potentially exacerbating the impacts of global warming. Oguntade et al. (2023) highlighted the impact of land-use changes, particularly the conversion of natural ecosystems to urban and agricultural areas, on reducing carbon sequestration potential in Lagos State.

These ecosystems are known for their high carbon sequestration potential, and their degradation or conversion can release substantial amounts of stored Carbon. The conversion of natural ecosystems to cultivated land can lead to soil carbon losses and reduced carbon sequestration potential. The bare surface and water body land cover types experienced relatively minor changes in carbon stocks, likely due to their limited carbon storage and sequestration capacity. This agrees with (Aitali et al., 2022), who claim that bare surfaces and water bodies have limited carbon storage and sequestration capacity due to their low productivity and minimal carbon accumulation. Overall, the results indicate that LULC changes, mainly deforestation, urbanization, and the degradation of wetlands and mangroves, played a significant role in the net release of Carbon into the atmosphere during the study period.

Carbon stock dynamics of the Land cover between 2013-2023

The total carbon stock decreased by 3.5×10^8 Mtons, approximately 2.94%, equating to over 300 million tons loss between 2013 and 2023. This indicates a continued net release of Carbon into the atmosphere, although at a slower rate compared to the previous period (2003-2013). The forest land cover type experienced a decrease of 1.61%, suggesting that deforestation and forest degradation activities persisted during this period, albeit at a slower pace compared to the previous decade. The built-up area continued to increase, with a 12.8% rise in carbon stocks. This trend likely reflects ongoing urbanization and the conversion of vegetated areas to impervious surfaces, contributing to the loss of carbon sinks. (Ding et al., 2022) Both Wetland and mangrove forest cover types experienced further decreases in carbon stocks, with losses of 7.09% and 30.14%, respectively. This ongoing degradation and conversion of

these high-carbon ecosystems remains a significant concern for carbon emissions. The cultivation land cover type increased by 103.86%, indicating a substantial expansion of agricultural activities during this period in which their potential is also limited relative to natural vegetation (Lorenz & Lal, 2018). While the overall contribution to carbon stock change may be relatively small, the conversion of natural ecosystems to croplands can lead to soil carbon losses and reduced carbon sequestration potential.

Furthermore, agroecosystems lack the biodiversity and structural complexity of freshwater swamps, wetlands, and mangroves, enabling high carbon accumulation and retention rates. However, crops are important for food production; they are poor substitutes for producers of ecosystem services and climate regulation. As discussed in the previous period, the bare surface and water body land cover types experienced relatively small changes in carbon stocks, consistent with their limited capacity for carbon storage and sequestration. The Shrubland land cover type experienced a notable decrease of 5.54% in carbon stocks, suggesting potential degradation or conversion of these ecosystems, which can contribute to carbon emissions. The results indicate that land use/land cover changes, mainly deforestation, urbanization, and the degradation of wetlands, mangrove forests, and shrublands, continued to drive carbon emissions, albeit slower than in the previous decade. The expansion of agricultural activities also contributed to the loss of carbon sinks.

Distribution of carbon sequestration potentials from 2003 - 2023

This observed pattern in **Figures 6, 7, and 8** suggests a gradual degradation or conversion of land cover types that historically served as significant carbon sinks, such as Freshwater swamps, wetlands, and mangrove forests. The expansion of lighter shades of colors across the maps implies that an increasing proportion of the study area has lost its ability to effectively sequester and store atmospheric Carbon, potentially exacerbating the impacts of global warming. Oguntade et al.(2023) highlighted the impact of land-use changes, particularly the conversion of natural ecosystems to urban and agricultural areas, on reducing carbon sequestration potential in Lagos State. The reduction in carbon sequestration capacity across Lagos' coastal zone will trigger a complex set of consequences if action is not taken to reverse this trend. This decline will not only impact global carbon markets but also carry significant economic implications, as the diminishing ability of Lagos' coastal ecosystems to store carbon undermines their contribution to climate finance. Locally, the reduced capacity to generate carbon credits will hinder climate mitigation efforts and limit participation in global carbon trading systems as highlighted by (Tanveer et al., 2024). This economic constraint is particularly concerning, as it restricts access to funding coastal restoration projects and curtails the potential for community-based carbon initiatives.

Moreover, the complex relationship between biodiversity and carbon storage highlights serious ecological repercussions. As the carbon sequestration capacity of these coastal ecosystems diminishes, their ability to support diverse marine and coastal species reduces (Rogers et al., 2019). Mangrove-dependent fish species will face heightened risks, while vital breeding habitats for commercially important fish will be jeopardized. This loss of biodiversity will ripple through food webs, altering species distributions and eroding the genetic diversity essential for ecosystem stability.

The effect on ecosystem resilience is arguably the most worrisome. The inherent ability of the shoreline to act as a buffer against environmental difficulties is diminished when carbon sequestration capability weakens, which frequently signals a larger decline in ecosystem health (Liu et al., 2023). Historically, these ecosystems have acted as organic barriers to prevent storm surges and coastal erosion, become less effective in their protective role. Local climatic implications are aggravated by the release of stored carbon (Qu et al., 2023), which increases coastal erosion, and makes extreme weather events become more prevalent. Local communities are subsequently impacted by this environmental deterioration through decreased fishery output, limited tourism potential, and increased costs for coastal protection. The situation can create a particularly challenging scenario for coastal communities whose livelihoods depend directly on these ecosystem services.

Conclusion and Recommendation

The findings of this study reveal significant implications for coastal environment management and climate change mitigation. The observed decrease in coastal carbon stocks presents a critical challenge, as it weakens the ecosystem's natural ability to combat climate change. This diminished capacity affects the environment's resilience to climate impacts such as sea-level rise and extreme weather events. It poses risks to communities that depend on coastal resources for their livelihoods.

Findings also emphasize the urgent need for comprehensive management strategies. Environmental managers and policymakers should prioritize the protection of remaining coastal vegetation while implementing restoration programs for degraded areas. This could be achieved through strict zoning regulations and the establishment of buffer zones between urban developments and sensitive coastal ecosystems. Significant is the restoration of mangrove forests and wetlands, which serve as crucial carbon sinks and provide multiple ecosystem services.

This research suggests the need for innovative approaches that combine environmental protection with urban development. Local governments should consider implementing incentive programs for

developers who incorporate green spaces in coastal developments and establish carbon offset programs that directly fund ecosystem restoration efforts. These initiatives should be supported by robust environmental impact assessment protocols that specifically address carbon stock evaluations. The success of these interventions largely depends on effective stakeholder engagement. Establishing strong partnerships between local communities, government agencies, and environmental organizations is highly recommended. These partnerships should focus on implementing community-based monitoring systems and capacity-building programs that enhance local understanding of coastal resource management. Such collaborative approaches can ensure more sustainable and effective long-term ecosystem management. Long-term monitoring programs should be established to track changes in carbon stocks over time, supported by standardized assessment methods. Future research should also focus on the economic valuation of coastal carbon services and the potential for blue carbon markets. Investigating the relationship between carbon stocks and coastal resilience will also be crucial for developing effective climate change adaptation strategies.

The assessment of carbon sequestration potential in Lagos's coastal area faces several significant limitations. The primary challenge stems from the city's unprecedented rate of urbanization, which outpaces traditional monitoring capabilities. This rapid transformation makes it exceptionally difficult to establish reliable baseline data, as land use patterns change substantially even during ongoing research periods. The challenge is further compounded by the scarcity of historical carbon stock data, creating a significant gap in understanding long-term carbon sequestration trends in the region.

Moreover, the intensive coastal development and ongoing land reclamation projects present additional complexities. These activities progress more rapidly than typical research timelines, making it challenging for researchers to comprehensively document and analyze their impacts on carbon sequestration patterns. The situation is further complicated by the presence of informal settlements along the coastline, which introduces additional variables in assessing human impacts on carbon stocks. These unplanned developments often lack documentation and standardized land-use patterns, making incorporating their effects into carbon sequestration models difficult.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The authors did not obtain any funding for this research.

References:

1. Aitali, R., Snoussi, M., Kolker, A. S., Oujidi, B., & Mhammdi, N. (2022). Effects of land use/land cover changes on carbon storage in North African Coastal Wetlands. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(3), 364.
2. Bola-Popoola, A. G., Fakinle, B. S., Abosede Odunlami, O., Sonibare, J. A., & Odekanle, E. L. (2019). Investigation and quantification of carbon footprint in Lagos megacity. *Cogent Engineering*, 6(1), 1703470.
3. Chang, H., & Ross, A. R. (2024). Lagos, Nigeria. In *Climate Change, Urbanization, and Water Resources: Towards Resilient Urban Water Resource Management* (pp. 83–95). Springer.
4. Dahunsi, A. M., Bonou, F., Dada, O. A., & Baloitcha, E. (2022). Spatio-temporal trend of past and future extreme wave climates in the Gulf of Guinea driven by climate change. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(11), 1581.
5. Das, S. C., Das, S., & Tah, J. (2022). Mangrove ecosystems and their services. In *Mangroves: Biodiversity, Livelihoods and Conservation* (pp. 139–152). Springer.
6. Ding, Q., Shao, H., Chen, X., & Zhang, C. (2022). Urban land conversion reduces soil organic carbon density under impervious surfaces. *Global Biogeochemical Cycles*, 36(10), e2021GB007293.
7. Fakinle, B. S., Odekanle, E. L., Olalekan, A. P., Ije, H. E., Oke, D. O., & Sonibare, J. A. (2020). Air pollutant emissions by anthropogenic combustion processes in Lagos, Nigeria. *Cogent Engineering*, 7(1), 1808285.
8. Feizizadeh, B., Darabi, S., Blaschke, T., & Lakes, T. (2022). *QADI as a new method and alternative to kappa for accuracy assessment of remote sensing-based image classification*.le. 22, 4506.
9. Foley, R. J., Simon, J. D., Burns, C. R., Gal-Yam, A., Hamuy, M., Kirshner, R. P., Morrell, N. I., Phillips, M. M., Shields, G. A., & Sternberg, A. (2012). Linking Type Ia supernova progenitors and their resulting explosions. *The Astrophysical Journal*, 752(2), 101.
10. Hamel, P., Valencia, J., Schmitt, R., Shrestha, M., Piman, T., Sharp, R. P., Francesconi, W., & Guswa, A. J. (2020). Modeling seasonal water yield for landscape management: Applications in Peru and Myanmar. *Journal of Environmental Management*, 270, 110792.
11. He, J., Chu, J., Liu, H., Gao, Y., & Li, B. (2016). Research advances in biogeotechnologies. *Chinese Journal of Geotechnical Engineering*, 38(4), 643–653.
12. Ibeabuchi, U. (2023). Mapping Carbon Storage and Sequestration in Nigeria: A REDD Policy Initiatives. *Water and Environmental*

- Sustainability*, 3(3), 11–29.
13. Ikuemonisan, F. E., Ozebo, V. C., & Olatinsu, O. B. (2021). Investigating and modelling ground settlement response to groundwater dynamic variation in parts of Lagos using space-based retrievals. *Solid Earth Sciences*, 6(2), 95–110.
 14. IPCC. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. *Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Kanagawa, Japan*.
 15. Iqbal, A., & Shang, Z. (2020). Wetlands as a carbon sink: Insight into the Himalayan Region. In *Carbon management for promoting local livelihood in the Hindu Kush Himalayan (HKH) Region* (pp. 125–144). Springer.
 16. Kokaly, R. F., Clark, R. N., Swayze, G. A., Livo, K. E., Hoefen, T. M., Pearson, N. C., Wise, R. A., Benzel, W. M., Lowers, H. A., & Driscoll, R. L. (2017). Usgs spectral library version 7 data: Us geological survey data release. *United States Geological Survey (USGS): Reston, VA, USA*, 61.
 17. Kweku, D. W., Bismark, O., Maxwell, A., Desmond, K. A., Danso, K. B., Oti-Mensah, E. A., Quachie, A. T., & Adormaa, B. B. (2018). Greenhouse effect: greenhouse gases and their impact on global warming. *Journal of Scientific Research and Reports*, 17(6), 1–9.
 18. Le Quéré, C., Andrew, R. M., Friedlingstein, P., Sitch, S., Hauck, J., Pongratz, J., Pickers, P. A., Korsbakken, J. I., Peters, G. P., & Canadell, J. G. (2018). Global carbon budget 2018. *Earth System Science Data*, 10(4), 2141–2194.
 19. Liping, C., Yujun, S., & Saeed, S. (2018). Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques—A case study of a hilly area, Jiangle, China. *PloS One*, 13(7), e0200493.
 20. Liu, W., Cui, L., Guo, Z., Wang, D., & Zhang, M. (2023). Wetland ecosystem health improvement from ecological conservation and restoration offset the decline from socio-economic development. *Land Degradation & Development*, 34(1), 283–295.
 21. Lorenz, K., & Lal, R. (2018). *Carbon sequestration in agricultural ecosystems*.
 22. Maduekwe, M., Akpan, U., & Isihak, S. (2020). Road transport energy consumption and vehicular emissions in Lagos, Nigeria: An application of the LEAP model. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6, 100172.
 23. Oguntade, S. S., Aborode, A. T., Afinjuomo, O. H., Kayode, V. A., Atanda, T. A., Amupitan, O. D., Ojajune, O. B., Ajagbe, A. B., & Omonitan, M. O. (2023). The Impact of Climate Change on the State

- of Carbon Footprint in Nigeria. In *Climate Change Impacts on Nigeria: Environment and Sustainable Development* (pp. 155–177). Springer.
24. Okeke, G. N. (2022). THE NIGERIAN PERSPECTIVE OF GLOBAL CLIMATE CHANGE: A CASE STUDY OF COASTAL AREAS OF LAGOS. *Open Journal of Environmental Research (ISSN: 2734-2085)*, 3(2), 38–53.
 25. Qu, Q., Xu, H., Ai, Z., Wang, M., Wang, G., Liu, G., Geissen, V., Ritsema, C. J., & Xue, S. (2023). Impacts of extreme weather events on terrestrial carbon and nitrogen cycling: A global meta-analysis. *Environmental Pollution*, 319, 120996.
 26. Ramankutty, N., Evan, A. T., Monfreda, C., & Foley, J. A. (2008). Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(1).
 27. Rogers, K., Macreadie, P. I., Kelleway, J. J., & Saintilan, N. (2019). Blue carbon in coastal landscapes: a spatial framework for assessment of stocks and additionality. *Sustainability Science*, 14, 453–467.
 28. Sanderson, E. W., Jaiteh, M., Levy, M. A., Redford, K. H., Wannebo, A. V., & Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild: the human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not. *BioScience*, 52(10), 891–904.
 29. Soeder, D. J., & Soeder, D. J. (2021). Fossil fuels and climate change. *Fracking and the Environment: A Scientific Assessment of the Environmental Risks from Hydraulic Fracturing and Fossil Fuels*, 155–185.
 30. Tallis, H., & Polasky, S. (2009). Mapping and valuing ecosystem services as an approach for conservation and natural-resource management. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1162(1), 265–283.
 31. Tanveer, U., Ishaq, S., & Hoang, T. G. (2024). Enhancing carbon trading mechanisms through innovative collaboration: Case studies from developing nations. *Journal of Cleaner Production*, 482, 144122.
 32. Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494–499.
 33. Wei, P., Chen, S., Wu, M., Deng, Y., Xu, H., Jia, Y., & Liu, F. (2021). Using the InVEST model to assess the impacts of climate and land use changes on water yield in the upstream regions of the Shule River Basin. *Water*, 13(9), 1250.
 34. Yang, D., Qin, Y., Xu, Y., Xing, K., Chen, Y., Jia, X., Aviso, K. B., Tan, R. R., & Wang, B. (2024). Sequestration of carbon dioxide from

- the atmosphere in coastal ecosystems: Quantification, analysis, and planning. *Sustainable Production and Consumption*, 47, 413–424.
35. Yoro, K. O., & Daramola, M. O. (2020). CO2 emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect. In *Advances in carbon capture* (pp. 3–28). Elsevier.

Enquête sur la pratique de la médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire : profil des praticiens, identification des modes de préparation et de production des médicaments traditionnels

Diabagate Amadou, Doctorant

Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie-Microbiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire. Programme National de Promotion de la Médecine Traditionnelle (PNPMT), Ministère de la Santé, de l'Hygiène Publique et de la Couverture Maladies Universelle de Côte d'Ivoire

Kroa Ehoulé, Chargé de recherche, Médecin

Directeur coordonnateur du Programme National de Promotion de la Médecine Traditionnelle (PNPMT), Ministère de la Santé, de l'Hygiène Publique et de la Couverture Maladies Universelle de Côte d'Ivoire

Yao Kouamé Barthélemy, Doctorant

Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie-Microbiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire, Programme National de Promotion de la Médecine Traditionnelle (PNPMT), Ministère de la Santé de l'Hygiène Publique et de la Couverture Maladies Universelle de Côte d'Ivoire

Kamagate Moustapha, Doctorant

Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie-Microbiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire, Laboratoire de Biotechnologie, Centre National de Floristique (CNF)

Coulibaly Kalpy Julien, Maître de Recherche, Médecin

Laboratoire de Chimie, Microbiologie Environnementale, Département Environnement et Santé, Institut Pasteur de Côte d'Ivoire

Coulibaly Bakary, Maître de Conférences, Enseignant-Chercheur,

Konate Ibrahim, Professeur Titulaire, Enseignant-Chercheur

Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie-Microbiologie, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p51](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p51)

Submitted: 09 September 2024

Accepted: 30 December 2024

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Diabagate A., Kroa E., Yao K.B., Kamagate M., Coulibaly K.J., Coulibaly B. & Konate I. (2025). *Enquête sur la pratique de la médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire : profil des praticiens, identification des modes de préparation et de production des médicaments traditionnels..* European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 51.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p51>

Résumé

Profondément ancrée dans la culture ivoirienne, la médecine traditionnelle revêt une importance capitale au sein du système de santé national. Ainsi, cette étude s'est engagée à identifier les praticiens, les médicaments, les méthodes de production des remèdes et à évaluer leur impact. Pour ce faire, une fiche d'enquête destinée à la collecte d'informations sur les participants (PMT) ainsi que sur les moyens médicaux employés dans les traitements traditionnels des affections a été élaboré. Cette fiche est composée de questionnaire anonyme préétabli et dont la population cible était composée de tous les Praticiens de la Médecine Traditionnelle (PMT) opérant en Côte d'Ivoire. Ce questionnaire comprenait deux sections avec un total de trente-sept (37 questions). Il ressort que 89% des praticiens sont des ivoiriens. Cette population était en majorité des hommes avec un taux de 83,5 %. La plupart avait un âge compris entre 30 et 59 ans (76 %), dotée d'une éducation formelle (84 %) et bénéficiant de connaissances transmises au sein de leur famille (65 %). Cependant, une proportion significative ne maîtrise pas les Bonnes Pratiques de Fabrication et d'Hygiène (40,5 %). Ces praticiens privilégient d'emblée la collecte directe des matières premières et utilisent surtout la décoction pour traiter les affections chroniques et les infections courantes. En somme, ces résultats soulignent l'impérieuse nécessité de formations afin d'améliorer la qualité et la sécurité des pratiques de la médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire.

Mots-clés: Médecine traditionnelle ivoirienne, remèdes traditionnels, Bonnes Pratiques de Fabrication et d'Hygiène, Côte d'Ivoire

Survey on the practice of traditional medicine in Ivory Coast: profile of practitioners, identification of methods of preparation and production of traditional medicines

Diabagate Amadou, Doctorant

Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie-Microbiologie,
UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte
d'Ivoire. Programme National de Promotion de la Médecine Traditionnelle
(PNPMT), Ministère de la Santé, de l'Hygiène Publique et de la Couverture
Maladies Universelle de Côte d'Ivoire

Kroa Ehoulé, Chargé de recherche, Médecin

Directeur coordonnateur du Programme National de Promotion de la
Médecine Traditionnelle (PNPMT), Ministère de la Santé, de l'Hygiène
Publique et de la Couverture Maladies Universelle de Côte d'Ivoire

Yao Kouamé Barthélemy, Doctorant

Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie-Microbiologie,
UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte
d'Ivoire, Programme National de Promotion de la Médecine Traditionnelle
(PNPMT), Ministère de la Santé de l'Hygiène Publique et de la Couverture
Maladies Universelle de Côte d'Ivoire

Kamagate Moustapha, Doctorant

Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie-Microbiologie,
UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire,
Laboratoire de Biotechnologie, Centre National de Floristique (CNF)

Coulibaly Kalpy Julien, Maître de Recherche, Médecin

Laboratoire de Chimie, Microbiologie Environnementale, Département
Environnement et Santé, Institut Pasteur de Côte d'Ivoire

Coulibaly Bakary, Maître de Conférences, Enseignant-Chercheur,

Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie-Microbiologie,
UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire

Konate Ibrahim, Professeur Titulaire, Enseignant-Chercheur

Laboratoire d'Agrovalorisation, Département de Biochimie-Microbiologie,
UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire

Abstract

Deeply anchored in Ivorian culture, traditional medicine is of capital importance within the national health system. Thus, this study is committed to identifying practitioners, medications, methods of producing remedies and evaluating their impact. To do this, a survey sheet intended to collect information on the participants (PMT) as well as on the medical means used in traditional treatments of conditions was developed. This sheet is composed

of a pre-established anonymous questionnaire whose target population was composed of all practitioners of Traditional Medicine operating in Côte d'Ivoire. This questionnaire consisted of two sections with a total of thirty-seven (37 questions). It appears that 89% of the practitioners were Ivorian. This population was predominantly men with a rate of 83.5%. Most were aged between 30 and 59 (76%), with formal education (84%) and benefiting from knowledge passed down within their family (65%). However, a significant proportion do not master Good Manufacturing and Hygiene Practices (40.5%). These practitioners immediately favor the direct collection of raw materials and mainly use the decoction to treat chronic conditions and common infections. In short, these results highlight the urgent need for training to improve the quality and safety of traditional medicine practices in Côte d'Ivoire.

Keywords: Traditional Ivorian medicine, traditional remedies, good Manufacturing and Hygiene Practices, Ivory Coast

Introduction

La médecine traditionnelle se distingue par sa prépondérance dans les systèmes de santé de nombreuses nations, notamment en Afrique (OOAS, 2011). En Côte d'Ivoire, le recours aux produits médicaux prescrits par les praticiens de la médecine traditionnelle (PMT) pour prévenir et lutter contre les maladies naturelles ou mystiques est imprimé dans l'âme culturelle des peuples ethniques qui y vivent (Kamanzi, 2002 ; Sidio & N'Guessan, 2019). C'est pourquoi, en Côte d'Ivoire ainsi que dans d'autres pays Africains, elle assume une fonction essentielle dans la dispensation des soins primaires de santé, s'associant aux services conventionnels (MSLS, 2014 ; Serge-Roland, 2020). La pérennité de ce mode de médication à travers les générations malgré le modernisme grandissant ne cesse de susciter la curiosité scientifique et l'intérêt des autorités étatiques (Muthu *et al.*, 2006). Ainsi, d'une part de nombreuses études à l'échelle départementale et nationale dans les domaines sociologiques, ethnobotanique, pharmacologique et toxicologique sont menées pour une nette appréciation des différents aspects inhérents à la pratique de la médecine traditionnelle en vue de sa valorisation (Koné *et al.*, 2002 ; Zirih, 2006 ; Doh, 2015 ; Béné *et al.*, 2016). D'autre part, les gouvernements, dans leur quête du bien-être de la population, accordent une priorité à la valorisation de la médecine traditionnelle, comme en témoigne la lettre présidentielle N°3967 du 27 août 1997, autorisant la collaboration entre les médecines traditionnelles et conventionnelles, ainsi que la création du Programme National de Promotion de la Médecine Traditionnelle (PNPMT) par l'arrêté ministériel N°409 du 28 décembre 2001 (Serge-Roland, 2020).

C'est dans ce contexte que les praticiens de la médecine traditionnelle (PMT) et les médicaments traditionnels améliorés (MTA) jouent un rôle crucial dans ce dispositif, proposant une palette variée de traitements destinés à une multitude de pathologies et de troubles (OOAS, 2011). Néanmoins, leur reconnaissance, leur régulation et leur promotion demeurent souvent lacunaire. Le déficit en données précises quant à l'identification des praticiens, aux processus de production des remèdes, ainsi qu'à la sécurité des pratiques, constitue un obstacle de taille à l'intégration efficace de la médecine traditionnelle dans les systèmes de santé formels (Julie, 2006 ; MSLS, 2014 ; Serge-Roland, 2020).

C'est dans cette perspective que la présente étude ambitionne d'identifier et de dresser le profil des praticiens de la médecine traditionnelle, d'inventorier les modes de production et de présentation des remèdes ou médicaments traditionnels et de lister les pathologies traitées en Côte d'Ivoire.

Materiel et Methodes

Zone d'étude

L'étude a été réalisée en Côte d'Ivoire, principalement dans treize (13) régions sanitaires contre vingt et un (21). Quatorze (14) villes à savoir Abidjan, San Pedro, Agboville, Abengourou, Yamoussoukro, Gagnoa, Daloa, Man, Bouaké, Katiola, Bondoukou, Bouna, Korhogo et Odienné ont été visitées.



Figure 1 : Régions sanitaires visitées

Matériel

La conduite de cette étude a exigé l'utilisation d'un équipement technique varié. Celui-ci comprend principalement une fiche d'enquête destinée à la collecte d'informations sur les participants (PMT) ainsi que sur les moyens médicaux employés dans les traitements traditionnels des affections. Un dispositif téléphonique multifonctionnel a également été

mobilisé pour l'enregistrement des coordonnées géographiques. Un appareil photographique numérique a été utilisé pour la documentation visuelle.

Méthodes

Cette étude a été réalisée conformément à la méthode adoptée par Serge-Roland (2020).

Technique d'échantillonnage

Une analyse documentaire des zones d'étude a été entreprise afin de sélectionner les différentes régions sanitaires. Les trois principaux critères pris en considération ont été : la densité de la population, la pratique de la médecine traditionnelle et la localisation géographique des régions sanitaires choisies.

Cette démarche a permis d'obtenir une vue d'ensemble de la répartition des praticiens de médecine traditionnelle dans l'ensemble des treize (13) régions sanitaires comprenant quatorze (14) villes visitées. Par ailleurs, une entrevue préliminaire avec les directeurs des régions sanitaires et les présidents d'associations de médecine traditionnelle a été nécessaire afin d'obtenir l'accord pour réaliser l'enquête conformément aux exigences du Programme National de Promotion de la Médecine Traditionnelle (PNPMT).

Etude ethno médicale

Cette étude a été conçue comme descriptive, analytique et rétrospective, menée sur une période de six (6) mois (octobre 2022 à mars 2023). Elle a porté sur les praticiens de la médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire. La population cible était composée de tous les praticiens de la médecine traditionnelle opérant en Côte d'Ivoire, qu'ils soient officiellement reconnus par le PNPMT ou non.

Pour identifier ces praticiens, ainsi que leurs médicaments traditionnels améliorés et leurs modes de production, un questionnaire a été préétabli. Ce questionnaire comprenait deux sections avec un total de trente-sept (37 questions).

La première section visait à recueillir des informations sur les caractéristiques socio-économiques et les attributs personnels des participants, incluant des données telles que le sexe, l'âge, la nationalité, la connaissance des Bonnes Pratiques de Fabrication et d'Hygiène des produits à base de plantes médicinales (BPFH), la connaissance du Programme National de Promotion de la Médecine Traditionnelle (PNPMT), l'année d'exercice de la médecine traditionnelle, le nom du centre de médecine traditionnelle et la situation géographique.

La deuxième section comprenait des questions relatives aux matières premières végétales et aux techniques de production, telles que la provenance

des matières premières, le type d'eau utilisé, la méthode de préparation, le matériel de préparation, et le milieu de préparation.

Analyses statistiques

Les données ont été saisies à l'aide du tableur EXCEL et analysées au moyen du logiciel GraphPad version 9.1. Les variables quantitatives ont été exprimées en pourcentage (%). Cette analyse s'est basée sur les tests d'Anova à deux facteurs selon la distribution des variables quantitatives. Le test de comparaisons multiples de Tukey a été utilisé pour comparer les pourcentages sur les séries. Le seuil de significativité a été fixé à 0,05.

Resultats

Profil des praticiens de la médecine traditionnelle en côte d'Ivoire

Cette étude a permis d'enrôler un total de 200 praticiens de la médecine traditionnelle (PMT) répartis dans les quatorze (14) villes choisies pour cette étude. Parmi ces participants, la majorité (89%) est de nationalité ivoirienne avec une différence statistiquement significative par rapport aux 11% de nationalité étrangère (**Tableau I**).

Sur le plan démographique, le groupe a été majoritairement de sexe masculin, avec une proportion de 83,5% statistiquement significatif par rapport aux femmes qui représentaient 16,5% des praticiens dans toutes les villes visitées (**Tableau I**).

Les résultats ont également révélé que la tranche d'âge prédominante des praticiens de la médecine traditionnelle se situe entre 30 et 59 ans, représentant 76% de l'ensemble des praticiens enrôlés. Le segment démographique restant (24 %) est constitué de personnes âgées de 60 à 80 ans. Concernant le niveau d'étude, la grande majorité des praticiens (84%) ont bénéficié d'une d'éducation. Parmi ceux qui ont reçu une éducation formelle, près de la moitié (47,5%) ont atteint le niveau secondaire, tandis qu'une proportion notable (24%) a atteint le niveau primaire, et un pourcentage plus faible (12,5%) a obtenu un diplôme universitaire. Néanmoins, une minorité (16%) des praticiens a déclaré n'avoir reçu aucune formation académique formelle. Toutefois, cette répartition illustre une diversité de niveaux d'éducation parmi les praticiens de la MT (**Tableau 1**).

En ce qui concerne l'origine des connaissances médicales traditionnelles, une majorité significative (65%) des praticiens a déclaré avoir été initiée à la pratique de la médecine traditionnelle au sein de leur famille. Par ailleurs, 19,5% ont déclaré avoir acquis leurs compétences par le biais de programmes de formations structurées, tandis que 15,5% ont déclaré les avoir obtenues par le biais de révélations ou d'expériences subjectives (**Tableau 1**).

Il est à noter que même parmi ceux qui ont bénéficié d'une éducation formelle (84%), une partie substantielle (65%) a acquis ses compétences par

le biais de l'initiation à la médecine traditionnelle. Ce résultat souligne l'importance de la transmission intergénérationnelle des connaissances médicales traditionnelles, où les compétences et les savoirs sont transmis de génération en génération au sein de la cellule familiale.

Tableau I : Profil des praticiens de la médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire

Critères	Nombre d'observations (fréquence, n=200)	Pourcentage (%)
Identité		
Nationaux	178	89 ^{ns}
Etrangers	22	11 ^{ns}
Total	200	100%
Genre		
Homme	167	83,5 ^{ns}
Femme	33	16,5 ^{ns}
Total	200	100%
Age des praticiens (ans)		
<30	0	0
30-59	152	76 ^{ns}
60-80	48	24 ^{ns}
Total	200	100%
Niveau d'instruction		
Aucun	32	16 ^{ns}
Primaire	48	24 ^{ns}
Secondaire	95	47,5 ^{ns}
Universitaire	25	12,5 ^{ns}
Total	200	100%
Origine des connaissances		
Héritage	130	65 ^{ns}
Révélation	31	15,5 ^{ns}
Formation	39	19,5 ^{ns}
Autres	0	0
Total	200	100%
Bonnes pratiques		
Oui	119	59,5 ^{ns}
Non	81	40,5 ^{ns}
Total	200	100%

Sources d'approvisionnement, modes de préparation, de présentation et pathologies traitées

Concernant l'approvisionnement en matières premières, il est à noter que la majeure partie des PMT, soit 69,2%, se les procurent directement dans leur environnement naturel. En revanche, 24,47% des PMT s'approvisionnent sur le marché. Enfin, les autres (6,33%) les trouvent avec des fournisseurs occasionnels (**Tableau II**).

Relativement aux modes de production et à la phytogalénique des remèdes traditionnels, selon les PMT interrogés, la décoction demeure la méthode la plus utilisée pour la production de remèdes à caractère traditionnel

(49,79%), suivi de la méthode de pulvérisation (45,99%). Une minorité, soit 4,22%, préfère quant à elle utiliser directement les matières premières comme médicaments traditionnels. Pour les formes phytogaléniques des remèdes traditionnels, les données ont révélé que 48,1% des PMT les proposent sous forme de poudre, 46,8% sous forme liquide, tandis que 5,1% optent pour les gélules (**Tableau II**).

Touchant aux pathologies traitées par les PMT à partir de leurs remèdes, les praticiens de la médecine traditionnelle ont majoritairement orienté leur traitement vers les affections chroniques et non transmissibles telles que le diabète, les maladies cardio-vasculaires et l'hypertension artérielle, représentant 60,70% des cas. Egalement, une contribution significative a été observée dans le traitement des infections courantes, à savoir les maladies infectieuses telles que le paludisme, la fièvre typhoïde et l'hépatite B représentant 38,60% des pathologies traitées. En revanche, dans le traitement des maladies génétiques telles que la drépanocytose, l'intervention des MT à ce niveau a été minime avec seulement 0,70% des cas (**Tableau II**).

Tableau II : Sources d'approvisionnement, modes de préparation, de présentation et pathologies traitées

Critères	Fréquences (n=200)	Pourcentage (%)
Sources d'approvisionnement		
-récolte	138,4	69,2 ^{ns}
-marché	49	24,5 ^{ns}
-fournisseurs	12,6	6,3 ^{ns}
-autres	0	0
Mode de préparation des médicaments		
--pulvérisation	91,8	45,9 ^{ns}
-décoction	99,58	49,79 ^{ns}
-utilisation DMP	8,44	4,22 ^{ns}
Mode de présentation des médicaments		
-poudre	96,2	48,1 ^{ns}
-liquide	93,6	46,8 ^{ns}
-gélules	10,2	5,1 ^{ns}
-autre	0	0
Pathologies traitées		
-MNT	121,4	60,7 ^{ns}
-MI	77,2	38,6 ^{ns}
-MG	1,4	0,7 ^{**}
-autres	0	0

Utilisation DMP : Utilisation directe des matières premières

MNT : Maladies non transmissibles

MI : Maladies infectieuses

MG : Maladies génétiques

Discussion

En Côte d'Ivoire, les populations de toutes les régions sont habituées à l'existence et à l'usage des médicaments dits traditionnels qui sont développés majoritairement par des ivoiriens. Il existe donc, sans aucun doute, des praticiens de la médecine traditionnelle dans toutes les villes, villages et hameaux de la Côte d'Ivoire. Les résultats de cette étude le confirment. 89 % des praticiens sont des nationaux contre 11% de non nationaux. C'est une activité qui est quasiment détenue par les hommes contre un faible pourcentage de femmes (16,5%) quelque soit la ville. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par **Gnagne *et al.* (2017)** dans une étude ethnobotanique menée dans le Département de Zouenoula (Région sanitaire de la Marahoué). Ils ont montré que cet art médical est majoritairement dominé par les hommes qui représentent 65 % contre 35 % de femmes. De même, les travaux successifs de **Saraka *et al.* (2018)** et de **Sidio *et al.* (2020)** corroborent nos résultats avec une prédominance respective du sexe masculin à 60 % dans le District de Yamoussoukro (Région sanitaire du Bélier) et 66,67 % dans le Département de Gagnoa (Région sanitaire du Gôh) dans l'exercice de la médecine traditionnelle.

Aussi, l'enquête a montré que la majorité des praticiens de la médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire sont âgés de 30 à 59 ans (76 %), tandis que ceux de 60 à 80 ans représentent 24 %, révélant ainsi une prédominance de la tranche d'âge intermédiaire et une dynamique générationnelle significative dans ce domaine. Ces résultats concordent avec ceux de **Koulibaly *et al.* (2016)** dans leur étude sur les plantes médicinales utilisées pour traiter les affections courantes dans la région agricole de Daloa (Région sanitaire du Haut-Sassandra). Ils ont constaté que la majorité des participants étaient des autochtones (62,59 %), principalement âgés de 35 à 45 ans. En outre, ces résultats mettent en lumière une prise de conscience croissante parmi les jeunes pour la pratique médicale traditionnelle, en contraste avec les résultats de **Sidio *et al.* (2020)**, qui ont montré une faible représentation des jeunes dans ce domaine (6,06 %) dans la Région sanitaire du Gôh.

En plus, les recherches ont montré que la majorité des praticiens de médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire ont bénéficié d'une éducation formelle (84%), tandis qu'une proportion significative (65%) a acquis des connaissances au sein de leur famille, soulignant ainsi l'importance de la transmission intergénérationnelle des savoirs médicaux traditionnels. Ces résultats illustrent la diversité des parcours éducatifs et la complexité de l'interaction entre éducation formelle et tradition familiale dans la médecine traditionnelle ivoirienne. Ces conclusions corroborent les résultats de l'étude menée par **Koulibaly *et al.* (2016)**, où une diversité de formations a été observée parmi les tradipraticiens et les herboristes : 31,77 % ont hérité de

leurs connaissances, 20,56 % ont suivi une formation structurée et 47,66 % ont combiné les deux méthodes d'acquisition de savoirs.

De plus, l'analyse des données a mis en évidence que la majorité des praticiens de la médecine traditionnelle (59,5%) ont une connaissance non significative des Bonnes Pratiques de Fabrication et d'Hygiène (BPFH), suggérant ainsi un potentiel d'amélioration pour la qualité de leurs méthodes de production. En revanche, les 40,5% restants, dépourvus de toute connaissance des BPFH, représentent un risque accru de pratiques de production de moindre qualité et moins hygiéniques. Ces résultats corroborent les constatations de l'Organisation Ouest Africaine de la Santé (**OOAS, 2013**), qui a souligné que la fabrication des médicaments à base de plantes ne respecte pas toujours les directives des BPF établies par l'OMS, rendant ainsi la supervision par les autorités sanitaires plus complexe.

Les résultats ont également mis en lumière la préférence prédominante des PMT pour la collecte directe de leurs matières premières dans la nature, tandis qu'une minorité recourt au marché ou à des fournisseurs spécifiques, ce qui suggère que la qualité des matières premières utilisées par les PMT est fortement influencée par leur mode d'approvisionnement, soulevant ainsi des implications importantes quant à la qualité des ressources utilisées. Cette observation souligne l'impact significatif du mode d'approvisionnement sur la qualité des ressources utilisées par les PMT. Ces résultats corroborent ceux obtenus par **Serge-Roland et al. (2020)** dans le Département de Gagnoa (Région sanitaire du Gôh), où une proportion notable de guérisseurs n'effectue pas eux-mêmes la récolte des plantes médicinales, soit 27,27 %, s'approvisionnant en plantes médicinales auprès de spécialistes dédiés à cette activité spécifique.

Les résultats concernant les modes de production des remèdes traditionnels ont indiqué que la décoction est largement privilégiée (49,79%) pour la préparation des médicaments traditionnels. Les formes galéniques les plus couramment utilisées sont la poudre (48,1%) et le liquide (46,8%), tandis que les gélules sont moins populaires (5,1%). Ces observations rejoignent celles de **Zerbo et al. (2011)** ainsi que de **Béné et al. (2016)**, qui ont également identifié la décoction comme la méthode la plus utilisée avec des taux respectifs de 58% et 36%.

L'analyse des données ont aussi montré que les PMT privilégient principalement le traitement des affections chroniques et non transmissibles (60,70% des cas), telle que le diabète, les maladies cardio-vasculaires ainsi que celui des infections courantes (38,60% des cas) comme le paludisme et la fièvre typhoïde. En revanche, l'utilisation des médicaments traditionnels dans le traitement des maladies génétiques, comme la drépanocytose, est très limitée (0,70% des cas). Cela indique une préférence des PMT pour les affections qui sont plus directement influencées par des facteurs

environnementaux ou infectieux. Ces données reflètent partiellement le profil sanitaire de la Côte d'Ivoire, caractérisé par une prédominance significative des maladies infectieuses et parasitaires. Ces résultats corroborent les études menées par **Tra Bi et al. (2008)**, où 11,56 % des remèdes traditionnels sont utilisés contre l'hypertension artérielle et le diabète, 5,27 % contre l'hypertension artérielle et 38,60% dans le traitement des infections courantes telles que le paludisme, la fièvre typhoïde et l'hépatite B.

Conclusion

Cette étude avait pour objectifs de décrire le profil des praticiens, d'identifier les praticiens de la médecine traditionnelle (PMT), d'évaluer les médicaments traditionnels améliorés (MTA) qu'ils produisent et d'analyser leurs modes de production pour mieux comprendre leur contribution à la santé publique en Côte d'Ivoire. La majorité des praticiens exerçant cette activité sont des ivoiriens avec une prédominance masculine (83,5 %) et une représentation significative de la tranche d'âge de 30-59 ans (76 %). La plupart des praticiens disposent d'une éducation formelle (84 %) et ont également acquis des connaissances transmises au sein de la famille. Cependant, certains des PMT n'ont pas de connaissances des BPFH, révélant un besoin crucial de formation en vue d'améliorer la qualité des méthodes de production. De plus, ces derniers privilégient souvent la collecte directe des matières premières et utilisent principalement la décoction pour la préparation des médicaments. Ils se concentrent essentiellement sur le traitement des affections chroniques et non transmissibles ainsi que des infections courantes. Ces observations soulignent l'importance de renforcer la formation et la sensibilisation aux pratiques hygiéniques et de fabrication pour garantir la sécurité et la qualité optimales des remèdes traditionnels.

Déclaration pour les participants humains: Cette étude a été approuvée par l'Université Jean Lorougnon Guédé-Daloa et le Programme National de Promotion de la Médecine Traditionnelle (PNPMT) du Ministère de la Santé, de l'Hygiène Publique et de la Couverture Maladie Universelle de Cote d'Ivoire et les principes de la déclaration d'Helsinki ont été respectés.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Adjanohoun E. J. & Aké Assi L. (1979). Contribution au recensement des plantes médicinales de Côte-d'Ivoire. Université d'Abidjan, Centre National de Floristique (C.N.F.), 358 pp.
2. Béné K., Camara D., Fofié N. B. Y., Kanga Y., Yapi A.B., Yapo Y.C., Ambe S.A. & Zihiri G. N. (2016). Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le Département de Transua, District du Zanzan (Côte d'Ivoire), *Journal of Animal & Plant Sciences*, 27 (2) : 4230-4250.
3. Doh K. S. (2015). Plantes à potentialité antidiabétique utilisées en médecine traditionnelle dans le district d'Abidjan (Côte d'Ivoire) : étude ethnobotanique, caractérisation tri phytochimique et évaluation de quelques paramètres pharmacodynamiques de certaines espèces. Thèse de Doctorat unique, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 199 p.
4. Gnagne A. S., Camara D., Fofié N.B.Y., Béné K. & Zirihi G.N. (2017). Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète dans le Département de Zouénoula (Côte d'Ivoire), *Journal of Applied Biosciences* 113 : 11257-11266.
5. Guinnin D. F., Sacramento T. I., Sezan A. & Ategbo J. M. (2015). Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel des hépatites virales B et C dans quelques départements du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9 (3) 1354-1366.
6. Julie L. (2006). Médicaments et médecines traditionnelles. Le cas d'interventions en santé internationale auprès des autochtones de l'Amazonie brésilienne, *Éthique publique*, vol. 8, n° 2, 12p.
7. Kamanzi A. (2002). Plantes médicinales de Côte-d'Ivoire : investigations phytochimiques guidées par des essais biologiques, Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Cocody-Abidjan, UFR Biosciences, N° d'ordre : 363/2002, 176 p.
8. Koné M. W., Atindehou K. K., Téré H. & Traoré D. (2002). Quelques plantes médicinales utilisées en pédiatrie traditionnelle dans la région de Ferkessédougou (Côte d'Ivoire). Colloque international, Centre Suisse, 27-29 août 2001, Éditions Universitaires de Côte d'Ivoire, *Bioterre, Revue Internationale Sciences de la Vie et de la Terre*: 30-36, 2002.
9. Koulibaly A., Akedrin T. N., Diomandé M., Konaté I., Traoré D., Ralf B. & Kouadio Y. J. (2016). Conséquences de la culture de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) sur les caractéristiques de la végétation dans la région du Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire),

- International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17 (4) : 1416– 1426.
10. Koulibaly A., Monian M., Ackah J. A. A. B., Kone M. W. & Traore K. (2016). Étude ethnobotanique des plantes médicinales : cas des affections les plus fréquentes d'une région agricole Daloa (Centre Ouest, Côte d'Ivoire), *Journal of Animal & Plant Sciences*, 31 (2) : 5021-5032.
 11. MSLS (2014). Politique nationale de promotion de la médecine traditionnelle, Côte d'Ivoire, 35p.
 12. Muthu C., Ayyanar M., Raja N. & Ignacimuthu S. (2006). Medicinal plants used by traditional healers in Kancheepuram District of Tamil Nadu, India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2 :1746 – 4269.
 13. N'Guessan K. (2008) Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles chez les peuples Abbey et Krobou du Département d'Agboville (Côte d'Ivoire), Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Spécialité Ethnobotanique, Université de Cocody-Abidjan (Côte-d'Ivoire), UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique, N° d'ordre : 561/2008, 335 p.
 14. N'guessan K., Kadja B., Zirihi G. N., Traoré D. & Aké-Assi L. (2009). Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire), *Sciences & Nature*, 6 (1) : 1-15.
 15. OMS (2002). Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. Genève, 78p.
 16. Organisation Ouest Africaine de la Santé (2011). Manuel des maladies courantes d'Afrique de l'Ouest, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 90p.
 17. Ouattara D. (2006) Contribution à l'inventaire des plantes médicinales significatives utilisées dans la région de Divo (sud forestier de la Côte d'Ivoire) et à la diagnose du poivrier de Guinée : *Xylopi aethiopica* (Dunal) A. Rich. (*Annonaceae*), Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan (Côte-d'Ivoire), UFR Biosciences, 184 p.
 18. Salhi S, Fadli M, Zidane L & Douira A. (2010). Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc), *Lazaroo*, 31 : 133-146.
 19. Saraka A. I., Camara D., Béné K. & Zirihi G. N. (2018). Enquête ethnobotanique sur les Euphorbiaceae médicinales utilisées chez les Baoulés du District de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire), *Journal of Applied Biosciences*, 126 : 12734-12748.

20. Serge-Roland S., Koffi N. & Akessé A. S. W. (2020). Médecine traditionnelle et spécificité des tradithérapeutes du Département de Gagnoa, Côte d'Ivoire, *Afrique SCIENCE* 17(2) (2020) 160 – 176.
21. Sidio S. R. & N'Guessan K. (2019). Étude ethnobotanique des plantes médicinales employées pour lutter contre les troubles gastroentérologiques chez les populations du Département de Gagnoa, au Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. *European scientific Journal*, 15(36):320 - 343
22. Sidio S. R., N'Guessan K. & Wangny A. S. (2020). Médecine traditionnelle et spécificité des tradithérapeutes du Département de Gagnoa, Côte d'Ivoire, *Afrique SCIENCE* 17(2), 160 – 176.
23. Tra Bi FH, Irié GM, N'Gaman KCC & Mohou C.H.B. (2008). Études de quelques plantes thérapeutiques utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle et du diabète : deux maladies émergentes en Côte d'Ivoire, *Sciences & Nature*, 5(1) : 39-48.
24. Zerbo P., Millogo R. J., Ouedraogo N. O. G. & Van Damme. P. (2011). Plantes médicinales et pratiques médicales au Burkina Faso : cas des Sanan. *La revue Bois et Forêts des Tropiques*, 307 (1), 37 – 53p.
25. Zirihi G. N. (2006). Études botanique, pharmacologique et phytochimique de quelques plantes médicinales antipaludiques et/ou immunogènes utilisées chez les du Département d'Issia, dans l'Ouest de la Côte-d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Cocody Abidjan, UFR Biosciences .126 p.

Evaluation *in vitro* de l'activité antiproliférative de la teinture extraite du bois de cœur de *Pterocarpus soyauxii* Taub (Fabaceae) utilisée par les populations autochtones en République du Congo

Aimé Bertrand Madiélé Mabika, Docteur, Maître-Assistant

Unité de Chimie du Végétal et de la Vie (UC2V),

Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi

Louis Donald Diazitoukoulou Matima, Docteur, Maître-Assistant

Laboratoire de Microbiologie et de Biochimie des Substances Naturelles,

Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi

Romarc De Garde Elion Itou, Docteur, Maître de Conférences

Laboratoire de Pharmacologie et de Biochimie, Faculté des Sciences de la Santé, Université Marien Ngouabi. Institut National de Recherche en Sciences de la Santé (IRSSA), Cité Scientifique, Brazzaville, Congo

Guy Moussavou, Docteur, Maître de Conférences

Institut National de Recherche et d'Etude en Sciences Humaines (INRESH),
Cité Scientifique, Brazzaville, Congo

Jean-Maurille Ouamba, Professeur Emérite

Unité de Chimie du Végétal et de la Vie (UC2V),

Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p66](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p66)

Submitted: 21 October 2024

Accepted: 10 January 2025

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Madiélé Mabika A.B., Diazitoukoulou Matima L.D., Elion Itou R.G., Moussavou G. & Jean-Maurille O. (2025). *Evaluation in vitro de l'activité antiproliférative de la teinture extraite du bois de cœur de Pterocarpus soyauxii Taub (Fabaceae) utilisée par les populations autochtones en République du Congo.* European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 66. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p66>

Résumé

Les enquêtes ethnobotaniques réalisées auprès des populations autochtones du département de la Lékoumou ont montré une utilisation prépondérante en médecine traditionnelle de *Pterocarpus soyauxii*. Le but de ce travail est d'évaluer les propriétés antiprolifératives de l'extrait aqueux du bois de cœur de *Pterocarpus soyauxii*. L'activité antiproliférative de l'extrait

a été évaluée *in vitro* sur deux lignées cellulaires cancéreuses, la lignées cellulaires CRL11147 (cellules de mélanome) et MCF-7 (cellules tumorales mammaires) en utilisant le test de MTT. Les extraits aqueux du bois de cœur de *Pterocarpus soyauxii* à différentes concentrations ont montré une activité antiproliférative contre les cellules cancéreuses avec des valeurs d'inhibition supérieures à 50% à des concentrations supérieures à 55 µg/ml. Par Contre, les extraits dont les concentrations sont comprises entre 55 µg/ml et 30 µg/ml n'induisent aucune inhibition de la prolifération sur les deux lignées cellulaires. Notre étude a permis d'identifier le *Pterocarpus soyauxii* comme plantes médicinales aux propriétés antiprolifératives.

Mots-clés: Antiprolifératives, bois de cœur de *Pterocarpus soyauxii*, Populations autochtones, Test de MTT

***In vitro* evaluation of the antiproliferative activity of the dye extracted from the heartwood of *Pterocarpus soyauxii* Taub (Fabaceae) used by indigenous populations in the Republic of Congo**

Aimé Bertrand Madiélé Mabika, Docteur, Maitre-Assistant

Unité de Chimie du Végétal et de la Vie (UC2V),

Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi

Louis Donald Diazitoukoulou Matima, Docteur, Maitre-Assistant

Laboratoire de Microbiologie et de Biochimie des Substances Naturelles,

Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi

Romaric De Garde Elion Itou, Docteur, Maitre de Conférences

Laboratoire de Pharmacologie et de Biochimie, Faculté des Sciences de la

Santé, Université Marien Ngouabi. Institut National de Recherche en

Sciences de la Santé (IRSSA), Cité Scientifique, Brazzaville, Congo

Guy Moussavou, Docteur, Maitre de Conférences

Institut National de Recherche et d'Etude en Sciences Humaines (INRESH),

Cité Scientifique, Brazzaville, Congo

Jean-Maurille Ouamba, Professeur Emérite

Unité de Chimie du Végétal et de la Vie (UC2V),

Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngouabi

Abstract

Ethnobotanical surveys of the indigenous populations of the Lékoumou department have shown that *Pterocarpus soyauxii* is widely used in traditional medicine. The aim of this study was to evaluate the

antiproliferative properties of the aqueous extract of *Pterocarpus soyauxii* heartwood. The antiproliferative activity of the extract was assessed in vitro on two cancer cell lines, CRL11147 (melanoma cells) and MCF-7 (breast tumour cells) using the MTT assay. Aqueous extracts of *Pterocarpus soyauxii* heartwood at different concentrations showed antiproliferative activity against cancer cells, with inhibition values of over 50% at concentrations above 55 µg/ml. In contrast, extracts with concentrations between 55 µg/ml and 30 µg/ml did not induce any inhibition of proliferation in the two cell lines. Our study identified *Pterocarpus soyauxii* as a medicinal plant with antiproliferative properties.

Keywords: Antiproliferative, *Pterocarpus soyauxii*, heartwood, Native populations

Introduction

Les teintures contiennent naturellement des composés bioactifs tels que les phénols, les tannins et les quinones qui peuvent inhiber la croissance des micro-organismes (Cardon, 2007). Ces derniers sont susceptibles de se développer sur le textile et capable de provoquer des allergies et des irritations cutanées. En effet, les fibres naturelles sont faites de molécules organiques (cellulose) qui sont un milieu favorable à la croissance bactérienne (Singh, 2005). Il est important de noter que toutes les teintures naturelles ne sont pas biodégradables. Elles peuvent contenir des éléments traces métallique (ETM) ou tout autre forme de toxicité, provoquant ainsi des allergies ou des cancers. Plusieurs résultats de recherche font cas de l'existence d'espèces de plantes possédant des propriétés anticancéreuses (Spjut and Perdue, 1976 ; Graham, 2000). Par ailleurs, plus de 50% d'agents anticancéreux, utilisés en clinique, sont soit issus de produits naturels soit des analogues des molécules naturelles obtenus par hémisynthèse (Newman, 2003). Cependant, les données scientifiques disponibles sur les propriétés anticancéreuses des plantes tinctoriales ou de leurs substances actives sont encore limitées (Huet, 2013). La biodiversité de la flore congolaise constitue source potentielle des molécules bioactives. Plus d'une centaine d'espèces tinctoriales issues de la flore congolaise sont utilisées en médecine traditionnelle au Congo dans les traitements de diverses affections (Bouquet, 1969 ; Adjanohoun, 1988). Les enquêtes ethnobotaniques menées par Madiélé en 2024 et l'étude réalisée par l'Institut National de Recherche et d'Etude en Sciences Humaines (INRESH) auprès des peuples du département de la Lékoumou, ont montré une utilisation prépondérante des espèces tinctoriales en médecine traditionnelle. Cette étude révèle que les peuples autochtones utilisaient ces teintures naturelles comme pommades cosmétiques. L'espèce *Pterocarpus soyauxii* est citée pour sa production de teinture naturelle. Des études antérieures (Burkill,

1995 ; Cardon, 2003) ont permis de rapporter des activités biologiques et pharmacologiques liées à cette espèce. C'est pour vérifier son innocuité que cette étude est menée autour de la teinture extraite de son bois de cœur. Cette partie de la plante est utilisée par les populations autochtones du département de la Lékoumou au sud du Congo.

L'espèce *Pterocarpus soyauxii*, le padouk d'Afrique, autrefois connu sous le nom de bois de santal, bois corail, bois rouge ou bois de teinture rouge, est une espèce d'arbres du genre *Pterocarpus* de la famille des Fabacées. Cette espèce pousse en Afrique tropicale et équatoriale. L'espèce est présente au Nigeria, au Bénin, au Cameroun, en Centrafrique, en Guinée équatoriale, au Gabon, au Congo-Brazzaville, au Congo-Kinshasa et en Angola (Burkill, 1995).

Le bois de cœur est la source de la teinture rouge. En Afrique, cette teinture est utilisée pour teindre en rouge des tissus, des fibres et des vêtements, dont les ornements en fibre de raphia (Cardon, 2003). Les populations autochtones de la région de la Lékoumou en République du Congo, y préparent une teinture de qualité, mélangée à l'huile de palme et utilisée comme pommade cosmétique pour les cérémonies rituelles, liées à la circoncision, à l'initiation, au mariage, à l'accouchement et au veuvage. En effet, pour ces derniers, cette peinture corporelle est chargée de pouvoirs magiques. La littérature renseigne que le bois de cœur de *Pterocarpus soyauxii* contient des biflavonoïdes rouges (cardon, 2003). Dans le Colour Index, le padouk est cité comme source de rouge naturel n°22. Les enquêtes menées par Madiélé (2024) auprès des populations autochtones rapportent que, pour l'extraction de teinture, il est coupé en forêt de préférence des arbres âgés et creux, et le bois de cœur récupéré. Souvent, les arbres sont abattus et laissés sur place en forêt pendant 2 à 3 ans avant de prendre le bois de cœur en vue de la teinture. Par la suite, le bois de cœur est débité en rondins et en copeaux qui sont séchés et ensuite pilés dans des mortiers pour les réduire en poudre. Il est ajouté un peu d'huile à cette poudre de bois, puis moulée en pain pour le stockage.

Matériel et Méthodes

Matériel végétal

Le bois de *P. soyauxii* a été utilisé comme matériel végétal dans cette étude. De façon spécifique, c'est le bois de coeur qui a été utilisé pour produire la poudre ayant servie à l'évaluation de cette activité antiproliférative.

Les tests de l'activité antiproliférative ont été réalisés avec l'extrait aqueux.



Figure 1 : tronc de padouk

Le produit tinctorial est broyé à l'aide d'un broyeur électrique pour obtenir une poudre. Cette dernière est récupérée après tamisage et conservée dans des flacons en verre fermés hermétiquement et stockés à l'abri de la lumière jusqu'à utilisation.

Matériel biologique

L'activité antiproliférative a été évaluée sur les lignées cellulaires CRL11147 (cellule de mélanome) et MCF-7 (cellules tumorales mammaires), utilisées comme matériel biologique.

Production de poudre de *P. soyauxii*

Le bois moulu en forme de pain qui constitue le produit tinctorial a été obtenu auprès des populations autochtones du village Missama situé à 30 km de Sibiti, capitale du département de la Lékoumou.

Le produit tinctorial a été broyé à l'aide d'un broyeur électrique puis tamisé pour obtenir une poudre qui est conditionnée dans des flacons en verre fermés hermétiquement et stockés à l'abri de la lumière jusqu'à utilisation.

Préparation de l'extrait

Une quantité de 50 g de poudre fine a été placée dans 250 ml d'eau distillée. L'ensemble est porté à ébullition pendant 15 minutes puis refroidi et filtré à l'aide d'un papier filtre de type whatman. Le filtrat obtenu a été placé dans une étuve à une température de 40°C pour éliminer l'eau afin d'avoir l'extrait sec ensuite, 5 g de l'extrait sec ont été solubilisés dans du DMSO pour préparer une solution mère de concentration 100µg.mL⁻¹. Enfin, à partir de la solution mère, des solutions filles ont été préparées par dilution à différentes concentrations (tableau 1).

Tableau 1 : concentrations des extraits

Extraits	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃	E ₁₄	E ₁₅
C(µg/mL)	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30

La teneur en DMSO dans les solutions à tester ne doit pas excéder 1 %.

Evaluation de l'activité antiproliférative des extraits

L'activité antiproliférative des extraits est déterminée par l'utilisation du test de MTT. Ce test est basé sur la réduction métabolique de 3-(4,5 dimethylthiazol-2-yl) 2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) en formazan (Mosmann, 1983).

Les cristaux de MTT bleu violet formés ont été dissouts dans 100 µl de DMSO après suppression du milieu de culture. L'absorbance de chaque échantillon a été lue à 550 nm en utilisant un lecteur de microplaques. Les résultats sont exprimés en pourcentage de cellules viables.

Dépôt des cellules

Le test au MTT est réalisé dans des plaques de 96 puits. Le milieu de culture contenant les cellules est déposé en raison de 50 µL dans chacun des puits. Le nombre de cellules par puits est de 4000. On place une lamelle de verre sur la cellule de Malassez pour dénombrer les cellules. On dépose 15 µL de cellules en suspension. Après avoir attendu quelques minutes pour que les cellules se sédimentent, il peut être compté le nombre de cellule dans 10 carrés (quadrillés).

Dépôt des extraits

Pour chaque extrait, 50 µL des différentes dilutions sont déposés dans la plaque 96 puits. Le volume final dans chacun des puits est donc de 100 µL. La plaque est laissée sous incubation pendant 72 h à 37 ° C sous une atmosphère contrôlée à 5% de CO₂ et à 95% d'humidité.

Mise en évidence de la croissance des cellules

Après le temps d'incubation de 72 h, 20 µL de MTT à 5 mg.L⁻¹ préparé dans du tampon PBS (Phosphate Buffered Saline) (pH = 7,4 ; 0,1 M) ont été déposés dans chacun des puits. La plaque est laissée à incuber pendant 5 h à 37°C sous une atmosphère contrôlée à 5% de CO₂ et à 95% d'humidité.

Le milieu de culture est retiré, et les cristaux de formazan sont dissouts dans le DMSO (200 µL dans chacun des puits). L'absorbance dans chaque puits est mesurée à 550 nm à l'aide d'un lecteur de microplaques (Molecular Devices, Versa Max, tunable microplate reader).

Détermination du pourcentage d'inhibition

Le pourcentage d'inhibition est calculé pour 72 h d'incubation des cellules, en phase exponentielle de croissance selon l'équation ci-dessous :

$$\%I = 100 - \frac{DO_{test}(550 \text{ nm}, 72h)}{DO_{témoin}(550 \text{ nm}, 72h)} \times 100$$

Avec :

%I : Pourcentage d'inhibition d'une concentration donnée en extrait.

$DO_{\text{test } 550 \text{ nm}, 72 \text{ h}}$ = Absorbance mesurée à 550 nm après 72 h d'incubation des cellules en présence d'une concentration donnée en extrait.

$DO_{\text{témoin } 550 \text{ nm}, 72 \text{ h}}$ = Absorbance mesurée à 550 nm après 72 h d'incubation des cellules en absence d'extrait (témoin)

Traitement et analyse des données

L'analyse et l'interprétation statistiques des résultats de cette étude ont été réalisées par le test de student. Les données ont été exprimées en moyenne \pm SD.

Résultats et discussion

Les résultats de l'activité antiproliférative des extraits du cœur de bois de *Pterocarpus Soyauxii* sur les lignées cellulaires cancéreuses sont représentés dans le tableau ci-dessous. Ils révèlent une disparité des pourcentages d'inhibition selon les concentrations des extraits. Ces résultats (Tableau II), indiquent des variances significatives et la viabilité cellulaire est diversement affectée par différentes concentrations utilisées.

Tableau II : pourcentage d'inhibition

Extraits (solutions)	Concentration ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	% Inhibition	
		MCF-7	CRL11147
E1	100,00	89,29 \pm 5,15** 55,42 \pm 3,98*	94,31 \pm 4,36**
E2	95,00	87,45 \pm 4,29**	93,67 \pm 3,19**
E3	90,00	66,45 \pm 5,35**	67,50 \pm 5,12**
E4	85,00	60,78 \pm 4,41**	64,38 \pm 5,47**
E5	80,00	56,63 \pm 7,16*	60,85 \pm 4,21**
E6	75,00	52,43 \pm 9,10*	57,38 \pm 4,06*
E7	70,00	50,81 \pm 9,50*	55,21 \pm 5,82*
E8	65,00	44,02 \pm 6,29*	48,95 \pm 2,59*
E9	60,00	42,42 \pm 6,68*	43,69 \pm 9,01*
E10	55,00	37,88 \pm 6,07	35,02 \pm 6,94
E11	50,00	33,78 \pm 7,49	25,30 \pm 8,73
E12	45,00	30,25 \pm 6,34	24,24 \pm 6,00
E13	40,00	28,85 \pm 7,28	20,96 \pm 6,68
E14	35,00	23,40 \pm 5,16	4,68 \pm 6,01

E15	30,00	17,40± 8,16	0,67± 3,54
	*inhibition moyenne	** grande inhibition	

Les valeurs correspondent à la Moyenne de deux répétitions (n=2) ± l'écart type.

L'évaluation de l'activité antiproliférative a porté essentiellement sur les extraits aqueux. En effet, le solvant aqueux est le principal solvant utilisé en médecine traditionnelle congolaise (Bouquet, 1969). Après 72h d'incubation, les résultats indiquent une variation d'inhibition selon la concentration de l'extrait. La présente étude montre que l'extrait aqueux du bois de cœur de *Pterocarpus soyauxii* présenterait une bonne activité antiproliférative sur les deux lignées cancéreuses. Les données indiquent une diminution de la viabilité cellulaire en fonction de la concentration de l'extrait ($\mu\text{g}/\text{mL}$).

L'analyse de ces résultats montre que les extraits colorants E₁, E₂, E₃, E₄ ont une activité significative sur les deux lignées cellulaires cancéreuses. Exceptionnellement, l'extrait E₅ a une activité antiproliférative significative sur la lignée cellulaire cancéreuse CRLII47. Quant aux extraits E₆, E₇, E₈ aussi E₉, ils montrent aussi une activité antiproliférative moyenne sur les lignées testées. Par contre les extraits E₁₀, E₁₁, E₁₂, E₁₃, E₁₄ et E₁₅ induisent une inhibition toutefois faible de la prolifération sur les deux lignées cellulaires. Le pouvoir cytotoxique d'un extrait varie également en fonction de la lignée cellulaire considérée. Par exemple, pour l'extrait E₂ ($95 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$), le pourcentage d'inhibition est plus important (93,67 %) sur la cellule CRL11147 que sur la cellule MCF-7 (87,45 % d'inhibition). En outre, il peut être révélé des pourcentages d'inhibition sensiblement identique pour une concentration donnée sur les deux lignées cellulaire cancéreuse. Il sied de constater que les extraits dont la concentration est supérieure à $55 \mu\text{g}/\text{mL}$ sont plus actifs sur les souches cellulaires cancéreuses. On peut à priori, faire remarquer que la concentration des extraits à un effet sur le potentiel d'inhibition, car il est observé une régression linéaire des valeurs d'inhibition au fur et à mesure que la concentration de l'extrait diminue. Ces résultats pourraient s'expliquer par la composition en éléments phénoliques (Biflavonoïdes, isoflavonoïdes, isoflavanes) de l'espèce *P. soyauxii* (Cardon, 2003). Les petits écarts du pourcentage d'inhibition relevés entre les lignées de cellules cancéreuses (MCF-7 et CRLII47) seraient non seulement liés à la sensibilité différentielle des deux lignées mais surtout aux propriétés intrinsèques des cellules.

Nombreuses études scientifiques ont attribué aux polyphénols les propriétés anti cancérogènes (Bakana, 1984 ; Leven, 1979 ; Marshall, 1994). En outre, des études plus récentes portant essentiellement sur le rôle des composés phénoliques en tant qu'agents thérapeutiques dans le traitement de tumeurs tels que les mélanomes humains corroborent les résultats donnés par

Pterocarpus soyauxii. Aussi, ces composés phénoliques ont-ils prouvé leur activité antimicrobienne (Okoli, 2002), et leur pouvoir cytotoxique (Nkengfack, 2002) permettant de justifier les résultats de la présente étude où les mêmes composés ont été identifiés comme inhibiteurs de la prolifération des cellules cancéreuses.

En résumé, les résultats des tests de cytotoxicité de la teinture du bois de cœur de *Pterocarpus soyauxii* sur les cellules cancéreuses MCF-7 et CRLII47, sont très probants car il a été enregistré des pourcentages d'inhibition de plus de 50%.

Conclusion

Plusieurs travaux scientifiques ont été réalisés sur l'espèce *Pterocarpus soyauxii* et ont montré toute son importance sur le plan socio-économique à travers les multiusages dont elle fait l'objet. Ces travaux ont le mérite d'aborder des sujets ayant trait à l'écologie, la biologie de l'espèce de même que l'anatomie de son bois. Ces dits travaux ont également le mérite de proposer des pistes relatives à la valorisation de l'espèce dans le domaine des teintures naturelles. La présente étude montre l'intérêt de l'espèce *Pterocarpus soyauxii* dans la recherche des substances bioactives à visée anticancéreuse. Elle a permis de montrer que *Pterocarpus soyauxii* présente une activité antiproliférative sur les lignées cancéreuses CRL11147 et MCF-7. Les résultats révèlent aussi que l'extrait aqueux de *Pterocarpus soyauxii* exerce une activité antiproliférative maximale sur les lignées cancéreuses lorsque la concentration est aussi élevée. Au regard du potentiel antiprolifératif démontré, des études complémentaires *in vivo* sur modèle animal et cliniques appropriés devront être menées afin de garantir l'innocuité et l'efficacité des extraits colorants de cette espèce.

Cette étude est encourageante car elle donne de fortes probabilités de purification et d'isolement de molécules actives contre le cancer de la peau.

Remerciement

Les auteurs remercient les autorités locales du département de la Lékoumou, pour avoir facilité le contact avec les peuples autochtones pendant les enquêtes menées dans les différents villages.

Déclaration pour les participants humains : Cette étude a été approuvée par le Comité d'Éthique de l'Institut National de Recherche en Science de la Santé (IRSSA) et les principes de la déclaration d'Helsinki ont été respectés.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Adjanohoun, E.J., Ahyi, M.R.A., Ake Assi, L. (1988). Médecine traditionnelle et pharmacopée : contribution aux études ethnobotaniques et floristiques au Congo. ACCT Ed. Paris, 605p.
2. Bakana, P. (1984). Recherche Systématique de l'Activité Biologique Attribuée à quelques Plantes médicinales Africaines. Thèse de Doctorat, Université Antwerpen (U.I.A), 212 p.
3. Bouquet, A. (1969). Féticheurs et médecine traditionnelle au Congo Brazzaville. Paris, Mémoires ORSTOM., 282p.
4. Burkill, H.M (1995): the useful plants of West Tropical Africa. 2nd Edition. Volume 3. Familles J-L.Royal Botanic Garden, Kew, Richmond, United Kingdom. 857 pp.
5. Cardon, D. (2003). Le monde des teintures naturelles. Belin. Paris, France. 586 pp.
6. Cardon, D. (2007). Natural Dyes: Sources, Tradition, Technology and Science, Archetype publications, London, 576 p.
7. Graham, J.G., Quinn, M.L., Fabricant, D.S., Farnsworth, N.R. (2000). Plants used against cancer an extension of the work of Jonathan Hartwell. *Journal of Ethnopharmacology* 73: 347-377.
8. Huet, M. (2013). Les plantes médicinales chez les malades atteints de cancers : pratiques courantes et éléments de leur évaluation. *Bull. Cancer* 100: 485-94.
9. Leven, M., Vanden Berghe, D. A., Marten, L., Vlietinck, A., Iomweas, E. C. (1979). Screening of higher plants for biological activity. *Planta Medica*, 36, 311 – 312.
10. Madiélé Mabika, A.B., Elouma Ndinga, A.M., Bonazaba Milandou, L.J.C. et al (2024). Ethnobotanical Inventory and Evaluation of the dyeing potential of some species of Congolese flora, sources of natural dyes among the craftsmen of Brazzaville. *International Journal of Development Research* 14 (6): 66045-66048.
11. Marshall, S. J., Russel, P. F., Wright, C. W., Anderson, M. M., Phillipson, J. D., Kirby, G. C., Warhurst, D. C., Schiff, P. L. Jr. (1994). In vitro antiplasmodial, antiamoebic, and cytotoxic activities of a series of benzyloquinoline alkaloids. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 38, 96 – 103.

12. Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: Application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of Immunological. Methods.* 65: 55-63.
13. Nkengfack, A.E., Azebaze, G.A., Vardamides, J.C., Fomum, Z.T., Heerden, F.R.V. (2002). A prenylated xanthone from *Allanblackia floribunda*, *Phytochemistry* 20, 381-384.
14. Okoli, A.S., Okeke, M.I., Iroegbu, C.U. and Ebo, P.U. (2002). Antibacterial activity of *Harungana madagascariensis* leaf extracts. *Phytotherapy Research.* 16, 174-179.
15. Singh, R., Jain, A., Panwan, S, Gupta, D., Khare, S. K. (2005) – Antimicrobial activity of natural dyes. *Dyes Pigm.*, 66, 99 – 102.
16. Spjut, R.W., and Perdue, Jr. (1976). Plant folklore: a tool for predicting sources of antitumor activity? *Cancer Treat. Rep.* 60, 979-985

Modalités de consommation, usages alimentaires et thérapeutiques de 15 espèces végétales locales fréquemment utilisées au Niger

Idé Soumana Sourounda

Sani Maazou Mahamane Sabiou

Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Aminou Illia M. Nafiou

Faculté des Sciences agronomiques et Technologies alimentaires,
Université Boubacar Ba de Tillabéri, Niger

Saadatou Alkassoum Sangaré

Laboratoire LARADES-Université Djibo Hamani de Tahoua/ Cellule
d'analyse des politiques publiques et d'évaluation de l'action
Gouvernementale (CAPEG), Département Etudes et recherches, Niger

Babouga Garba Sambo

ONG Mère Source de vie/MSV-Niger

Soumana Karimou

Laboratoire des plantes,
valeurs-savoir traditionnels et développement durable, Niger

Almoustapha Théodore Yatta

Ministère de l'économie et des finances, Institut National de la Statistique,
Plateforme Nationale d'Information pour la Nutrition Niamey, Niger

Ameypoh Yaovi Agbekponou

Laboratoire de microbiologie et de contrôle de qualité des denrées
alimentaires, Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et alimentaires,
Université de Lomé, Lomé, Togo

Haoua Sabo Seini

Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p77](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p77)

Submitted: 30 October 2024

Accepted: 09 January 2025

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Sourounda I.S., Mahamane Sabiou S.M., M. Nafiou A.I., Sangaré S.A., Sambo B.G., Karimou S., Yatta A.T., Agbekponou A.Y. & Seini H.S. (2025). *Modalités de consommation,*

usages alimentaires et thérapeutiques de 15 espèces végétales locales fréquemment utilisées au Niger. European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 77.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p77>

Résumé

Dans la droite ligne de l’assertion, qui veut que « ton aliment soit ton remède », la présente étude vise à déterminer les modalités de consommation, les usages alimentaires et thérapeutiques de quelques espèces locales dans la lutte contre la malnutrition et des maladies. Ainsi une enquête a été menée avec un échantillonnage par commodité auprès de 200 participants à savoir les tradipraticiens, les revendeurs, les transformateurs, les personnes âgées et des femmes en âge de procréer. L’étude a permis d’identifier une grande diversité d’organes utilisés dans l’alimentation humaine et thérapeutique. Les fruits entiers, les pulpes et les graines sont les plus utilisés respectivement avec 46,30% ,38,02% et 85,99%. La poudre, avec 45,80%, était le principal mode de préparation. Les principaux modes de consommation sont la sauce (19,25%), la bouillie (17,60%), la tisane (13,43%), le jus (12,13%), le lait (3,12%) et autres recettes (35,74%). Les raisons d’utilisation moyennes des espèces étaient le manque d’appétit (3,47%), la prise de poids (14,28%), l’aliment (76,11%), le complément alimentaire (10,00%), pour avoir la force (6,64%) et le sang (6,67%). Il faut noter que (72,68%) des participants ne connaissent pas les usages médicinaux de ces plantes. Les utilisations pour le traitement de maladies concernent : *Adansonia digitata* (11,04%) et *Parkia biglobosa* (25%) pour traiter la diarrhée ; *Adansonia digitata* (49,41%), *Ziziphus mauritiana* (13,51%), *Pennisetum glaucum* (16,17%) et *Sclerocarya birrea* (17,94%) pour le traitement de l’hémorroïde. Quant à *Vigna unguiculata*, elle est utilisée contre l’inflammation à 14,56% et le *Ziziphus mauritiana* pour le traitement de la fièvre (4,50%). Ces résultats confirment que les espèces peuvent être utilisées dans la prise en charge de la malnutrition et de certaines maladies.

Mots-clés: Espèces végétales, Usage alimentaire, Usage médicinal, Niamey, Niger

Consumption methods, food and therapeutic uses of 15 locals plant species frequently used in Niger

Idé Soumana Sourounda

Sani Maazou Mahamane Sabiou

Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Aminou Illia M. Nafiou

Faculté des Sciences agronomiques et Technologies alimentaires,
Université Boubacar Ba de Tillabéri, Niger

Saadatou Alkassoum Sangaré

Laboratoire LARADES-Université Djibo Hamani de Tahoua/ Cellule
d'analyse des politiques publiques et d'évaluation de l'action
Gouvernementale (CAPEG), Département Etudes et recherches, Niger

Babouga Garba Sambo

ONG Mère Source de vie/MSV-Niger

Soumana Karimou

Laboratoire des plantes,
valeurs-savoir traditionnels et développement durable, Niger

Almoustapha Théodore Yatta

Ministère de l'économie et des finances, Institut National de la Statistique,
Plateforme Nationale d'Information pour la Nutrition Niamey, Niger

Ameypoh Yaovi Agbekponou

Laboratoire de microbiologie et de contrôle de qualité des denrées
alimentaires, Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et alimentaires,
Université de Lomé, Lomé, Togo

Haoua Sabo Seini

Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques,
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Abstract

In line with the assertion that “your food is your medicine”, this study aims to determine the consumption methods, food and therapeutic uses of 7 non-wood and 8 Wood local species, out of which 17 feeds were sampled. Thus, a survey was conducted centering on a sample of 200 willing participants, namely traditional practitioners, resellers, processors, elderly people and women of childbearing age. The study made it possible to identify a wide diversity of organs used in human food and therapeutics. Whole fruits, pulps and seeds are the most used at 46.30%, 38.02% and 85.99% respectively. Powder, with 45.80%, was the main method of preparation. The main modes of consumption are sauce (19.25%), porridge (17.60%), herbal tea (13.43%),

juice (12.13%), milk (3.12%) and other feed revenues (35.74%). The average reasons for species use were lack of appetite (3.47%), weight gain (14.28%), food (76.11%), food supplement (10.00%), to have strength (6.64%) and blood (6.67%). It should be noted that (72.68%) of participants do not know the medicinal uses of these plants. Uses for the treatment of diseases include: *Adansonia digitata* (11.04%) and *Parkia biglobosa* (25%) to treat diarrhea; *Adansonia digitata* (49.41%), *Ziziphus mauritiana* (13.51%), *Pennisetum glaucum* (16.17%) and *Sclerocarya birrea* (17.94%) for the treatment of hemorrhoids. As for *Vigna unguiculata*, it is used against inflammation at 14.56% and *Ziziphus mauritiana* for the treatment of fever (4.50%). These results confirm that species can be used in the treatment of malnutrition and certain diseases.

Keywords: Plant species, Food use, Medicinal use, Niamey, Niger

Introduction

Entre les humains et les plantes existent des relations depuis des époques très lointaines (Din et al., 2011). Partout dans le monde, les hommes font recours aux ressources d'origines végétales (Dike et al., 2012; Perumal, 2010). Ces dernières sont une composante essentielle en matière de sécurité alimentaire dans de nombreux pays Africains et elles jouent un rôle primordial dans la vie des êtres humains tant sur le plan alimentaire que sanitaire (EHILE et al., 2019). La plupart des pays tropicaux sont dotés d'une grande diversité de ces ressources (EHILE et al., 2019). En Afrique subsaharienne, les espèces ligneuses sont d'une très grande importance pour les populations, particulièrement rurales, en raison de leur utilisation pour la satisfaction des besoins en alimentation humaine et animale, en pharmacopée, en énergie et services aussi bien dans la génération des revenus et autres aspects du bien-être de l'homme (Dan Guimbo et al., 2013; Ousmane et al., 2017). En effet, les céréales et les légumineuses jouent un rôle primordial dans les programmes de sécurité alimentaire et nutritionnelle (Azonkpin et al., 2018). D'où l'intérêt que ces dernières suscitent dans les recherches aux problèmes de déficit alimentaire et thérapeutique en Afrique (Bouchenak & Lamri-Senhadji, 2013). Au Niger, pays sahélien, ces espèces ligneuses locales jouent un rôle important dans la vie socioéconomique des populations à majorité rurales (Samaké et al., 2023). Ainsi, cette ressource végétale revêt une importance capitale dans l'alimentation humaine (surtout en période de soudure) et la pharmacopée traditionnelle (Dan Guimbo et al., 2013; Ibrahim et al., 2020; Saadou et Soumana, 1996). En effet, l'exploitation des ressources végétales ligneuses constituait l'une des stratégies paysannes adoptées pour faire face aux déficits alimentaires surtout pour les ménages vulnérables (Ibrahim et al., 2020). Pendant la période de soudure, les espèces végétales fournissent des feuilles,

des fruits, des fleurs dont le degré d'exploitation est très variable et est en fonction de la situation alimentaire des populations (Douma, 2016). Au sud-ouest du pays, de nombreuses plantes sont utilisées pour la préparation des recettes thérapeutiques en soins mère-enfant (Hama et al., 2023). En plus, une enquête ethnobotanique a relevé, dans quatre communes du Niger, que 110 espèces dont 89 genres et 47 familles sont utilisées dans la pharmacopée traditionnelle (Mounkaila et al., 2017). Par ailleurs, une autre étude avait déjà répertorié 518 recettes alimentaires dont 269 recettes à base de céréales, 36 de tubercules, 33 de légumineuses, 100 recettes de légumes, 26 de légumes feuilles pour les sauces, 31 recettes à base de fruits, 1 à base de noix et graines (Mahamadou et al., 2022). En plus, ces espèces sont utilisées au Niger comme compléments alimentaires ou pour traiter d'autres maladies surtout chez les enfants de moins de 5 ans (Aminou, 2018). Il faut noter que dans la région de Niamey, 64,2% des mères connaissaient l'âge idéal d'introduction des aliments de complément et 76,6% connaissaient au moins l'importance de donner d'autres aliments aux nourrissons en plus du lait maternel (Mounkaila et al., 2022). Malgré leurs rôles dans la vie socio-économique des populations, elles sont peu connues dans la littérature scientifique au Niger (Douma, 2016). Les perceptions et considérations sociales associées à l'alimentation de compléments et les conditions d'existence des populations constituent des goulots d'étranglement au progrès tant souhaités en faveur de l'amélioration des connaissances et des pratiques pour le changement des comportements des populations en matière d'alimentation et de nutrition (PNIN, 2022). Dans la droite ligne de l'assertion, qui veut que « ton aliment soit ton remède », la présente étude vise à déterminer les modalités de consommation, les usages alimentaires et thérapeutiques de quelques espèces locales.

Méthodologie

Site d'étude

La région de Niamey a servi de terrain pour mener cette étude. Elle est située dans la partie Sud-ouest du Niger entre les latitudes 13°35' et 13°24' Sud et les longitudes 2°15' Est (Abdou et al., 2023).

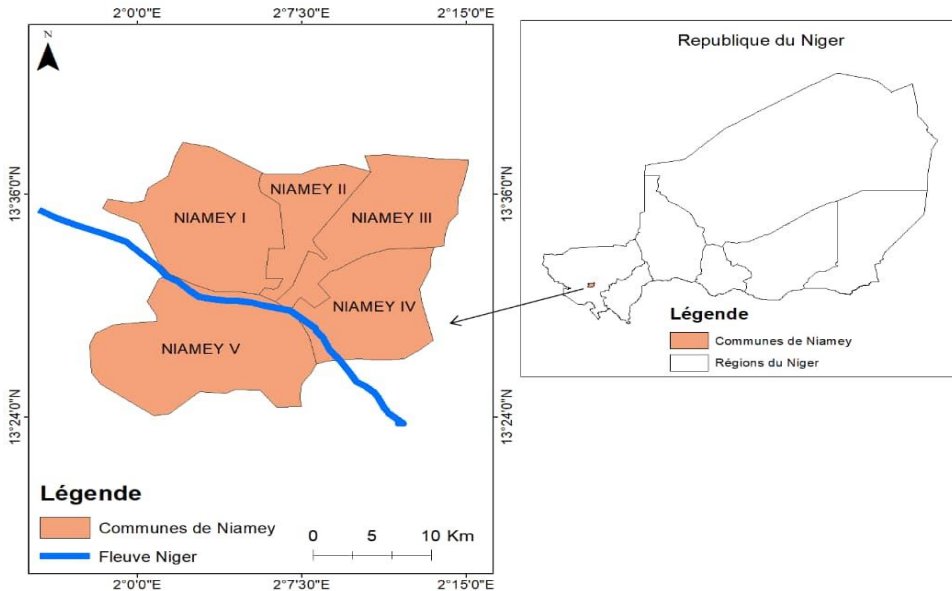


Figure 1 : Présentation de la zone d'étude (Soumana et al., 2024)

Type d'étude

Il s'agit d'une étude par commodité à visée-évaluative-de modalités de consommation, l'usage alimentaire et thérapeutique de 15 espèces végétales locales fréquemment utilisées au Niger.

Population d'étude

La population de l'étude était constituée de tradipraticiens, revendeurs, transformateurs, personnes âgées et femmes en âge de procréer ayant accepté de participer à l'étude.

Période d'étude

La collecte des données a commencé en Avril et a pris fin en Juin 2023.

Echantillonnage

Pour choisir l'échantillon des participants, il a été procédé à un échantillonnage non probabiliste par commodité c'est-à-dire que pendant la période de collecte des données nous avons enquêté, les tradipraticiens, les revendeurs, les transformateurs, les personnes âgées et des femmes en âge de procréer rencontrés et qui ont accepté de participer à l'enquête.

Taille de l'échantillon

L'échantillon était composé de 200 participants.

Outils de collecte des données

Les outils de collecte de données qui ont été utilisés étaient un questionnaire et un appareil photo. Le premier a été élaboré à l'intention des participants à qui il a été administré pour recueillir leurs avis, opinions et perceptions. Quant au second, il a été utilisé pour capter des images qui ont fait l'objet d'observation, d'analyse et d'interprétation.

Traitement et analyses des données

Les données brutes recueillies ont été traitées et analysées à l'aide des logiciels SPSS version 25 et Excel 2013.

Résultats

Description de la population d'étude

La répartition des enquêtés par arrondissement est rapportée dans le tableau ci-dessous. On note une représentativité plus élevée de 32,5% pour la commune I.

Tableau I : Répartition des enquêtés par commune

	Fréquence	Pourcentage
Commune I	65	32,5
Commune II	21	10,5
Commune III	13	6,5
Commune IV	54	27,0
Commune V	47	23,5
Total	200	100,0

Les principales caractéristiques des enquêtés sont résumées dans les tableaux II et III ci-dessous. Au total, ce sont 200 personnes qui ont participé à l'étude dont 68% est de sexe féminin. Les tranches d'âges entre 15 ans et 30 ans et plus de 70 ans sont majoritairement représentées respectivement à 35,5% et 35%. Il ressort également de l'échantillon que les individus ayant fréquenté l'école coranique sont les plus nombreux (29%). Par ordre d'importance, ils sont successivement suivis par ceux qui ont un niveau secondaire (27%), primaire (16,5%) et supérieur (15%). On remarque que jusqu'à 12,5% de la population enquêtée n'a fréquenté ni l'école des blancs (école moderne) ni l'école coranique. L'étude montre également que 26 % (soit le plus important taux) des enquêtés avaient comme activités principales les travaux ménagers et domestiques, 20,5% étaient des commerçants, 18% des transformateurs des aliments locaux, 8% des fonctionnaires, 8% des étudiants/élèves et 7% des tradipraticiens. En outre, selon le statut matrimonial 81,5% des enquêtés sont des mariés.

Tableau II : Répartition des enquêtés selon le sexe, l'âge et le niveau d'instruction

	Fréquence	Pourcentage
Féminin	136	68,0
Masculin	64	32,0
Total	200	100,0
<15 ans	1	0,5
Entre 15 ans et 30 ans	71	35,5
Entre 30 ans et 40 ans	58	29
> ans	70	35
Total	200	100
Aucune	25	12,5
Primaire	33	16,5
Secondaire	54	27,0
Supérieur	30	15,0
Coranique seule	58	29,0
Total	200	100,0

Tableau III : Répartition des enquêtés selon leur principale occupation et le statut matrimonial

	Fréquence	Pourcentage
Aucune	1	0,5
Agriculture	7	3,5
Marabout	1	0,5
Fonctionnaire	16	8,0
Sécurité	7	3,5
Transformateur	36	18,0
Elevage	5	2,5
Commerçant	41	20,5
Artisanat	4	2,0
Tradipraticiens	14	7,0
Etudiant / Elève	16	8,0
Travaux ménagers et domestiques	52	26,0
Total	200	100,0
Marié	163	81,5
Célibataire	21	10,5
Divorcé	9	4,5
Veuve	7	3,5
Total	200	100,0

Le tableau IV présente la répartition des enquêtés selon l'utilisation des produits issus des espèces végétales comme ingrédients dans les préparations des enfants de 6 à 59 mois. En effet, l'utilisation des plantes prend en compte tous les organes ou parties de la plante quels que soient les modes de préparation ou motifs d'utilisation sur le plan alimentaire. Cette étude montre que toutes les espèces sont utilisées chez cette tranche d'âge avec une forte moyenne de 70,04%. Il en ressort que le mil (*Pennisetum glaucum*), le

niebé (*Vigna unguiculata*), le baobab (*Adansonia digitata*) et la courge (*Cucurbita SP.*) sont majoritairement utilisés dans l'alimentation des enfants à bas âge respectivement à 100%, 97,51%, 95,29% et 94,44%.

Tableau IV : Utilisation comme ingrédients dans les préparations des enfants de 6 à 59 mois (%)

Nom scientifique	Utilisation chez les enfants		
	Oui	Non	NSP
<i>Adansonia digitata</i>	95,29	1,77	2,94
<i>Arachis hypogaea</i>	85,00	3,75	11,25
<i>Glycine max</i>	86,11	6,26	7,63
<i>Ziziphus mauritiana</i>	60,33	26,44	13,23
<i>Neocarya macrophylla</i>	45,94	35,15	18,91
<i>Anacardium occidentale</i>	41,81	43,63	14,56
<i>Borassus aethiopum</i>	38,20	40,90	20,90
<i>Cucurbita SP.</i>	94,44	3,18	2,38
<i>Vigna unguiculata</i>	97,51	1,87	0,62
<i>Sesamum indicum</i>	85,15	8,60	6,25
<i>Ipomoea batatas</i>	88,42	7,45	4,13
<i>Pennisetum glaucum</i>	100,00	0,00	0,00
<i>Hyphaene thebaïca</i>	64,03	21,06	14,91
<i>Sclerocarya birrea</i>	30,90	36,38	32,72
<i>Parkia biglobosa</i>	37,50	31,25	31,25
Moyennes	70,04	19,12	12,98

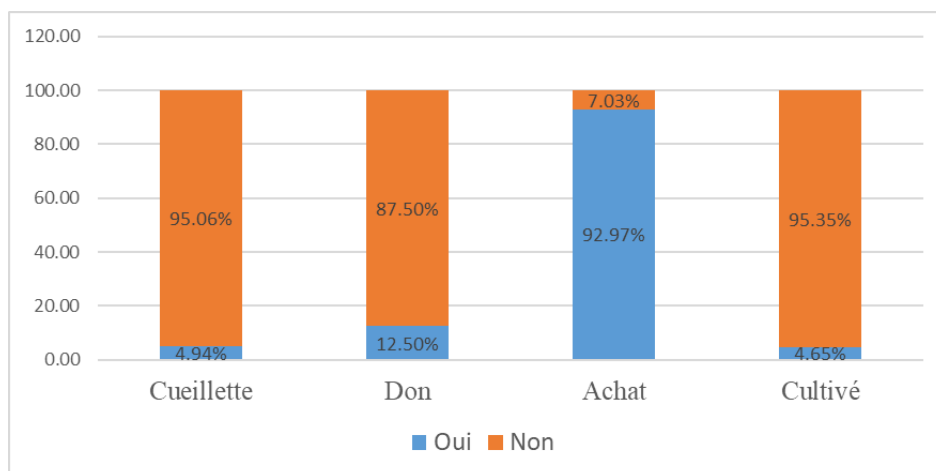


Figure 2 : Sources d'approvisionnement des enquêtés

La figure ci-dessus montre que l'achat, avec une proportion 92, 97% demeure la principale source d'approvisionnement des enquêtés.

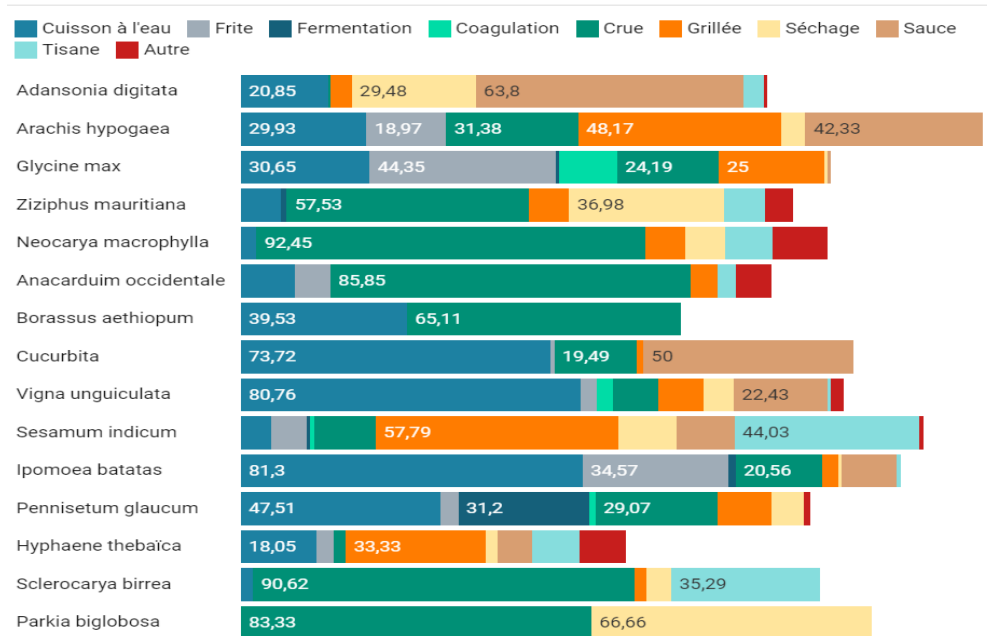


Figure 3 : Formes d'utilisation des espèces végétales

La figure n°3 montre les formes d'utilisation possibles des espèces végétales dans l'alimentation qui sont : la cuisson à l'eau en grande partie l'hypocotyle de *Borassus aethiopicum* (39,53%), le tubercule de *Ipomoea batatas* (81,30%), la pulpe de *Cucurbita SPP.* (73,72%), les graines de *Vigna unguiculata* (80,76%) et de *Pennisetum glaucum* (47,51%). La friture concerne majoritairement les pâtes des graines de *Arachis hypogaea* (18,97%) et de *Glycine max* (44,35%) et le tubercule de *Ipomoea batatas* (34,57%). La forme fermentée a été mentionnée pour les graines de *Pennisetum glaucum* (31,20 %), la forme coagulée pour le fromage de *Glycine max* (13,71%) ; la forme crue essentiellement concerne notamment les fruits de *Neocarya macrophylla* (92,45%), *Sclerocarya birrea* (90,62%), *Anacardium occidentale* (85,85%), *Parkia biglobosa* (83,33%), les graines de *Arachis hypogaea* (31,38%) et *Pennisetum glaucum* (29,07%). La forme grillée a été rapportée essentiellement pour les graines de *Sesamum indicum* (57,79%), *Arachis hypogaea* (48,17%) et la forme séchée des feuilles de *Adansonia digitata* (29,48%) et des gousses de *Parkia biglobosa* (66,66%). La cuisson dans la sauce (feuille de *Adansonia digitata* 63,80%, la graine d'*Arachis hypogaea* 42,33%, la pulpe de *Cucurbita SPP.* 50%, ...) et les tisanes des graines de *Sesamum indicum* (44,03%) et des pulpes de *Ziziphus mauritiana* (9,58%), de *Neocarya macrophylla* (11,32 %) et de *Hyphaene thebaïca* (11,11%).

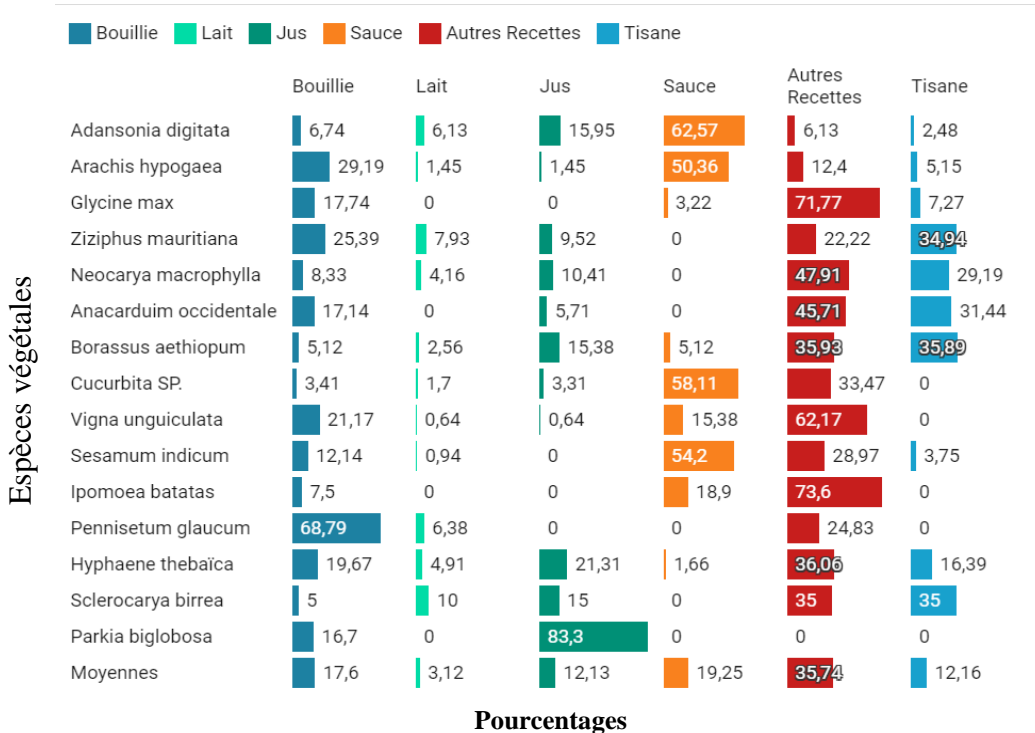


Figure 4 : Mode de consommation des organes des espèces

Il ressort également de la figure 4 ci-dessus que certains produits issus des espèces sont plus consommés en sauce et d'autres le sont plus en jus, en tisane ou en autres. Ainsi, les principaux véhicules d'utilisation ou modes de consommation sont les autres recettes telles que les biscuits de sésame, soupes à base de légumes, viandes séchées avec pâtes d'arachides, couscous de mil ou degué avec une moyenne (35,74%), la sauce de légumes (19,25%), la bouillie (17,60%), la tisane telle que le lipton à base de doum de 13,43%, le jus (12,13%) et le lait (3,12%). Les feuilles de *Adansonia digitata*, la chair ainsi et les graines de *Cucurbita SPP.*, les graines de *Sesamum indicum* et les graines de *Arachis hypogaea* sont plus fréquemment consommées en sauce respectivement à 62,57%, 58,11%, 54,20% et 50,36%, tandis que les graines de *Pennisetum glaucum* (68,79%) et *Arachis hypogaea* (29,19%) en association avec les céréales dans une moindre mesure sont préférées sous forme de bouillie. Les organes des espèces qui sont le plus souvent consommés à partir d'autres recettes expliquées précédemment en donnant des exemples sont les graines de *Glycine max* (71,77%) et de *Vigna unguiculata* (62,17%), les amandes de *Anacardium occidentale* (45,71%), de *Neocarya macrophylla* (47,91%), de *Sclerocarya birrea* (35%) et les pulpes de *Hyphaene thebaïca* (36,06%). L'utilisation de la pulpe de *Parkia biglobosa* dans la préparation de certains jus locaux a été rapportée.

Le tableau V résume les différentes méthodes de conservation des parties utilisées ou organes des espèces végétales selon les enquêtés. En moyenne, le séchage est la méthode la plus pratiquée (61,40%). Cela dit, les valeurs de cette méthode varient de 47,72% à 92,63% selon les organes ou parties utilisées notamment pour certaines espèces telles que *Adansonia digitata*, *Arachis hypogaea*, *Glycine max*, *Ziziphus mauritiana*, *Neocarya macrophylla*, *Vigna unguiculata*, *Sesamum indicum*, *Pennisetum glaucum*, *Hyphaene thebaïca*, *Sclerocarya birrea* et *Parkia biglobosa*.

Tableau V : Méthode de Conservation des organes des espèces

Espèces	Séchage	Salage	Réfrigération	NSP	Total
<i>Adansonia digitata</i>	92,63	1,24	6,13	0,00	100,00
<i>Arachis hypogaea</i>	78,83	6,58	14,59	0,00	100,00
<i>Glycine max</i>	70,52	27,68	1,80	0,00	100,00
<i>Ziziphus mauritiana</i>	82,60	0,00	11,61	5,79	100,00
<i>Neocarya macrophylla</i>	47,72	0,00	43,19	9,09	100,00
<i>Anacardium occidentale</i>	18,75	0,00	40,62	40,63	100,00
<i>Borassus aethiopicum</i>	4,65	0,00	55,82	39,53	100,00
<i>Cucurbita SP.</i>	29,56	13,04	50,45	6,95	100,00
<i>Vigna unguiculata</i>	82,05	0,64	17,31	0,00	100,00
<i>Sesamum indicum</i>	87,15	3,66	9,19	0,00	100,00
<i>Ipomoea batatas</i>	27,45	7,87	50,96	13,72	100,00
<i>Pennisetum glaucum</i>	85,10	1,43	13,47	0,00	100,00
<i>Hyphaene thebaïca</i>	58,36	1,38	38,88	1,38	100,00
<i>Sclerocarya birrea</i>	64,00	0,00	8,00	28,00	100,00
<i>Parkia biglobosa</i>	91,66	8,34	0,00	0,00	100,00
Moyennes	61,40	4,79	24,13	9,67	100,00

Le tableau suivant présente les parties des plantes utilisées en alimentation et pharmacopée. Il faut noter que pour avoir des informations précises et concises, cette étude a jugé utile de savoir la partie de chaque plante la plus utilisée par la population. Il ressort que, les feuilles, les fruits entiers, les pulpes, les amandes, les graines et les écorces sont les plus utilisés. En effet, chez les espèces ligneuses, les fruits entiers sont majoritairement utilisés suivis par les pulpes avec des moyennes respectives de 46,30% et 38,02%. Au contraire chez les espèces non ligneuses et à l'exception de *Parkia biglobosa*, les graines sont les plus utilisées à 85,99%. En outre, de façon détaillée par rapport aux parties de chaque espèce il faut retenir que les feuilles de *Adansonia digitata* et de *Ziziphus mauritiana* sont principalement utilisées avec des taux respectifs de 81,97% et 47,78%. Les fruits de *Hyphaene thebaïca*, *Sclerocarya birrea*, *Neocarya macrophylla* et *Anacardium occidentale* sont les plus utilisés respectivement à 96,11%, 76,31%, 67,85% et 69,87%. Concernant les pulpes celles de *Parkia biglobosa*, *Ziziphus mauritiana* et *Cucurbita* sont les plus utilisées avec des valeurs respectives de 94,11%, 69,02% et 61,98%. Quant aux espèces suivantes : *Arachis hypogaea*,

Glycine max, *Vigna unguiculata*, *Sesamum indicum* et *Pennisetum glaucum*, leurs graines sont les plus utilisées avec respectivement 99,33% ,99,25%, 100%,100% et 100%.

Tableau VI : Parties utilisées des espèces

Espèces	Entière	Feuilles	Fleurs	Fruits	Pulpes	Amandes	Graines	Tubercules	Ecorces
	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Adansonia digitata</i>	4,6	81,97	0	14,53	38,37	2,32	-	0,58	8,13
<i>Arachis hypogaea</i>	0	0,66	0	-	-	-	99,33	0	-
<i>Glycine max</i>	0	0,74	0	-	-	-	99,25	0	-
<i>Ziziphus mauritiana</i>	6,19	47,78	0	7,96	69,02	7,96	-	16,81	12,38
<i>Neocarya macrophylla</i>	2,38	4,76	0	67,85	22,61	36,9	-	0	9,52
<i>Anacardium occidentale</i>	2,4	4,81	0	69,87	8,43	33,73	-	1,2	2,4
<i>Borassus aethiopum</i>	0	0	0	55,12	39,74	1,28	-	7,69	1,28
<i>Cucurbita</i>	0,82	0	0	28,92	61,98	0	17,35	0	-
<i>Vigna unguiculata</i>	3,94	17,1	0	-	-	-	100	0	-
<i>Sesamum indicum</i>	2,6	0	0	-	-	-	100	0	-
<i>Ipomoea batatas</i>	0,87	5,26	0	-	-	-	-	99,12	-
<i>Pennisetum glaucum</i>	0	2,14	0	-	-	-	100	0	-
<i>Hyphaene thebaïca</i>	0	2,91	0	96,11	0	12,62	-	0,97	3,88
<i>Sclerocarya birrea</i>	2,63	25	0	76,31	7,89	9,21	-	7,89	21,05
<i>Parkia biglobosa</i>	5,88	0	0	0	94,11	-	52,94	0	17,64
Moyennes	2,15	12,88	0	46,3	38,02	13	85,99	2,51	9,54

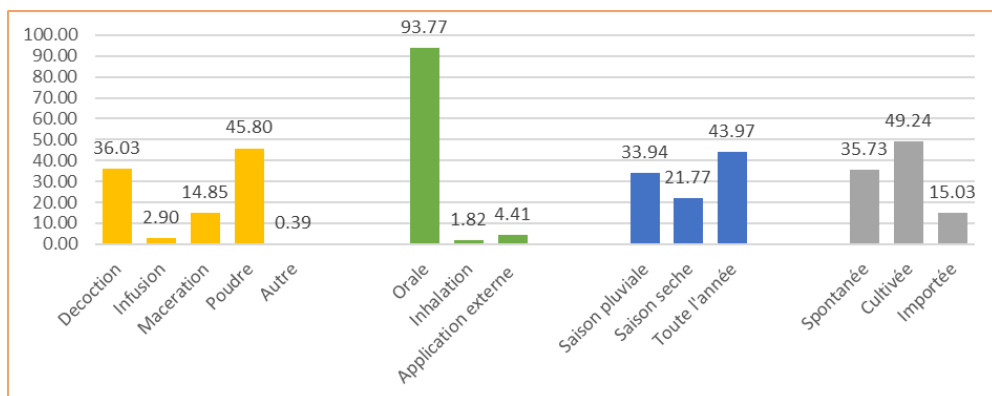


Figure 5 : Mode de préparation, mode d'utilisation, période de collecte et type de plante

La figure n°5 montre que plusieurs modes de préparation sont employés par les utilisateurs à savoir la décoction, l'infusion, la macération, la poudre et autres. Il ressort de cette étude que, la poudre est le mode de préparation le plus dominante avec un taux de 45,80%, ensuite viennent la

décoction et la macération avec respectivement 36,03% et 14,85%. Les utilisateurs en font usage majoritairement par voie orale (93,77%). Il ressort de cette figure également que les organes des espèces végétales peuvent être collectés durant toute l'année qui représente la grande valeur de 43,97%. Enfin, 49,24% des espèces végétales sont des plantes cultivées selon les enquêtés.

Les enquêtés ont été évalués sur les raisons d'utilisation alimentaire des organes regroupées dans le tableau VII. En effet, les graines d'*Arachis hypogaea* et le tubercule d'*Ipomoea batatas* sont les plus utilisés pour avoir l'appétit respectivement à 6,28% et 7,50%. En ce qui concerne la prise de poids les graines de *Glycine max*, *Vigna unguiculata*, *Pennisetum glaucum* ont été plus rapportées par les enquêtés avec des taux respectifs de 37,41%, 43,50% et 39,28%. En plus l'enquête confirme que toutes les espèces possèdent certains organes étaient considérés comme des aliments variant de 48,05% (*Vigna unguiculata*) à 97,50% (*Sclerocarya birrea*). De même, les compléments alimentaires varient de 3,12% (*Anacardium occidentale*) à 19,51% (*Sesamum indicum*). Selon les enquêtés certains organes ou parties des espèces sont consommés pour avoir assez de force dont les plus importants étaient *Vigna unguiculata* (16,23%), *Cucurbita* (14,51%) et *Pennisetum glaucum* (12,85%). Pour avoir assez de sang ce sont les espèces telles que *Vigna unguiculata*, *Adansonia digitata* et *Arachis hypogaea* qui ont été largement mentionnées respectivement à 29,22%, 24,42% et 14,46%.

Tableau VII : Raisons d'utilisation alimentaire des espèces végétales

Espèces	MA	PP	A	CA	AAF	AAS	Autre
	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Adansonia digitata</i>	5,14	16	55,42	19,42	5,71	24,42	5,14
<i>Arachis hypogaea</i>	6,28	20,75	56,6	21,4	10,06	14,46	1,88
<i>Glycine max</i>	0,71	37,41	56,11	5,75	7,91	7,91	1,43
<i>Ziziphus mauritiana</i>	3,53	3,53	83,18	8,84	3,53	0	2,65
<i>Neocarya macrophylla</i>	1,08	5,43	90,21	5,43	4,34	1,08	1,08
<i>Anacardium occidentale</i>	3,12	1,04	93,75	3,12	0	0	1,04
<i>Borassus aethiopum</i>	4,39	2,19	93,4	4,39	2,19	0	0
<i>Cucurbita</i>	2,41	20,96	71,77	16,12	14,51	5,64	0,8
<i>Vigna unguiculata</i>	3,89	43,5	48,05	5,84	16,23	29,22	0,64
<i>Sesamum indicum</i>	4,06	3,25	84,55	19,51	0	0,81	1,62
<i>Ipomoea batatas</i>	7,5	10	73,33	7,5	15	6,66	0
<i>Pennisetum glaucum</i>	1,42	39,28	57,85	10	12,85	8,57	2,14
<i>Hyphaene thebaïca</i>	2,72	1,81	89,09	10	2,72	0	0,9
<i>Sclerocarya birrea</i>	1,25	0	97,5	5	0	1,25	0
<i>Parkia biglobosa</i>	4,54	9,09	90,9	13,63	4,54	0	4,54
Moyennes	3,47	14,28	76,11	10,4	6,64	6,67	1,59

MA : Manque d'Appétit ; PP : Prise de Poids ; A : Aliment ; CA : Complément Alimentaire ; AAF : Avoir Assez de Force ; AAS : Avoir Assez de sang

Les usages médicinaux des espèces végétales sont regroupés dans le tableau VIII. Les résultats montrent que toutes les espèces sont utilisées dans

les traitements des maladies. Néanmoins, il ressort de l'enquête qu'en moyenne 72,68% des participants ne connaissent pas les usages médicinaux de ces plantes. Il ressort également de l'étude que 14,57% des enquêtés ont fait le cas de traitements d'autres maladies que celles mentionnées dans le questionnaire. En effet, les espèces *Adansonia digitata* et *Parkia biglobosa* sont les plus utilisées contre la diarrhée avec des taux respectifs de 11,04% et 25%. Les espèces *Adansonia digitata*, *Ziziphus mauritiana*, *Pennisetum glaucum* et *Sclerocarya birrea* sont les plus utilisées dans le traitement de l'hémorroïde respectivement à 49,41% ,13,51% ,16,17% et 17,94%. La *Vigna unguiculata* est l'espèce la plus utilisée contre l'inflammation avec un taux de 14,56% et *Ziziphus mauritiana* est la plus utilisée dans le traitement de la fièvre à 4,50%.

Tableau VIII : Raisons d'utilisation thérapeutique des espèces végétales

Espèces	Di	Fi	Tx	Vo	Hé	In	NSP	Autres
	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Adansonia digitata</i>	11,04	1,74	0,58	0,58	49,41	1,16	29,06	16,27
<i>Arachis hypogaea</i>	1,93	1,29	1,29	0	3,87	0	77,41	16,12
<i>Glycine max</i>	0,74	0	0	0	0	0,74	97,01	1,49
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0,9	4,5	1,8	0,9	13,51	1,8	40,54	42,34
<i>Neocarya macrophylla</i>	1,15	2,22	1,15	0	4,44	1,15	83,33	10
<i>Anacardium occidentale</i>	0	0	0	0	2,12	1,06	88,29	9,57
<i>Borassus aethiopum</i>	1,12	0	0	0	2,12	0	94,38	3,37
<i>Cucurbita</i>	0	0	0	0	2,45	0,81	90,98	5,73
<i>Vigna unguiculata</i>	1,32	0,66	0	0	0	14,56	63,57	21,85
<i>Sesamum indicum</i>	0	3,3	0	0	0,82	0,82	78,51	17,35
<i>Ipomoea batatas</i>	0	0	0	0	0	0	94,06	5,93
<i>Pennisetum glaucum</i>	2,2	1,47	0	1,47	16,17	0	62,5	16,17
<i>Hyphaene thebaïca</i>	0,94	0	1,88	1,88	7,54	0	64,15	30,18
<i>Sclerocarya birrea</i>	1,28	3,84	1,28	1,28	17,94	0	56,41	29,48
<i>Parkia biglobosa</i>	25	0	5	0	0	0	70	0
Moyennes	3,17	1,27	0,87	0,41	8,03	1,58	72,68	14,57

Di : Diarrhée ; Fi : Fièvre ; Tx : Toux ; Vo : Vomissement ; Hé : Hémorroïde ; In : Inflammation ; NSP : Ne Sait Pas

Le Tableau IX présente le titre d'utilisation thérapeutique des espèces végétales. Ainsi, l'utilisation curative représente la plus dominante et varie de 28,57% à 100% selon les espèces végétales. Par contre, il ressort de l'étude que l'espèce *Parkia biglobosa* est la plus utilisée dans le cas préventif (42,85%) et *Adansonia digitata* est utilisée à 26,77% à titre curatif et préventif.

Tableau IX : Titre d'utilisation thérapeutique des espèces végétales

Espèce	Curatif	Préventif	Les deux	NSP	Total
<i>Adansonia digitata</i>	69,29	3,94	26,77	0	100
<i>Arachis hypogaea</i>	81,25	12,5	0	6,25	100
<i>Glycine max</i>	30	0	10	60	100
<i>Ziziphus mauritiana</i>	89,85	2,89	5,79	1,47	100
<i>Neocarya macrophylla</i>	94,11	0	0	5,89	100
<i>Anacardium occidentale</i>	100	0	0	0	100
<i>Borassus aethiopicum</i>	100	0	0	0	100
<i>Cucurbita SP.</i>	90	0	10	0	100
<i>Vigna unguiculata</i>	90,09	2,64	7,27	0	100
<i>Sesamum indicum</i>	100	0	0	0	100
<i>Ipomoea batatas</i>	83,33	0	16,67	0	100
<i>Pennisetum glaucum</i>	79,16	4,16	10,41	6,27	100
<i>Hyphaene thebaïca</i>	91,42	5,73	2,85	0	100
<i>Sclerocarya birrea</i>	84,37	3,13	12,5	0	100
<i>Parkia biglobosa</i>	28,59	42,85	14,28	14,28	100
Moyennes	80,76	5,19	7,77	6,28	100,00

Discussion

Description des participants :

Cette étude a été effectuée sur 17 produits issus de 15 espèces végétales ligneuses et non ligneuses du territoire Nigérien à travers une enquête notamment sur les modalités de consommation, leur usage alimentaire et médicinal. Elle a concerné 200 participants constitués d'hommes et de femmes dont 68% de sexe féminin et 32% de sexe masculin. Il faut noter que dans une étude antérieure réalisée dans l'espace nigérien, le sexe féminin était légèrement dominant avec 53.23% de la population d'étude (Arohalassi et al., 2022) et bien avant d'autres études avaient trouvé 90% de sexe masculin (Yolidje et al., 2020). La fréquence élevée du sexe féminin dans cette présente étude pourrait s'expliquer par le fait que 35 sur 36 transformateurs enquêtés sont de sexe féminin. De même, en Algérie, des résultats similaires ont été obtenus dans une étude où les femmes représentaient 64,76 % de la population étudiée (Boukezoula et al., 2021). En outre, il ressort de tableau II que 29% des participants ont fréquenté l'école coranique, 27% avaient le niveau secondaire, 15% ont atteint le niveau supérieur et 16,5% avaient le niveau primaire. Des tels niveaux supposent qu'ils pourraient être en mesure de donner des informations fiables. Cela dit notamment avec les progrès scientifiques et techniques qui ont conduit au développement moderne, la médecine traditionnelle ou la pharmacopée fait l'objet de certaines critiques négatives (problèmes de dosage, destruction de certains organes). Cette hostilité est entretenue par l'élite intellectuelle. Conséquences à ces larges campagnes contre l'usage médicinal des plantes, il est supposé que plus le niveau d'instruction d'une population est élevé moins elle fait recours aux

méthodes traditionnelles des traitement des maladies et à la pharmacopée. Pourtant dans une étude réalisée en Algérie le niveau supérieur était le plus élevé (59%) et mieux les auteurs avaient mentionné que les personnes qui ont le niveau universitaire font recourir à l'utilisation de plantes médicinales (Saadani et al., 2023). Concernant la répartition des enquêtés selon leur occupation, 26% pratiquent des travaux ménagers et domestiques, 20,5% sont des commerçants, 8% sont des fonctionnaires, 8% sont des Etudiants/Elèves et 18% sont des transformateurs. Ces résultats présentent des différences par rapport à d'autres précédemment réalisées. En effet, pour certains auteurs les agriculteurs constituent la composante la plus dominante et constitue plus de 90% de la population enquêtée (Arohalassi et al., 2022). Mais les écarts de cette étude d'avec certaines qui l'ont précédée pourraient dus au fait qu'elle a été menée dans la capitale Nigérienne (Niamey) où l'agriculture est moins pratiquée.

Utilisation des organes ou parties dans les préparations des enfants de 6 à 59 mois :

La répartition des enquêtés est faite selon leurs connaissances sur l'utilisation des espèces végétales comme ingrédients dans les préparations des enfants de 6 à 59 mois au Niger en prenant en compte toutes les parties ou organes de la plante quelques soient les modes de préparation (Tableau IV). Cette étude montre que toutes les espèces étudiées sont utilisées dans l'alimentation avec une forte moyenne de 70,04%. A ce niveau il convient de préciser que certaines espèces végétales telles que le mil (*Pennisetum glaucum*), le niebé (*Vigna unguiculata*), le baobab (*Adansonia digitata*) et la courge (*Cucurbita SPP.*) sont majoritairement utilisées dans l'alimentation des enfants à bas âge. D'autres chercheurs avaient également trouvé entre autres les espèces suivantes *Adansonia digitata* (57,18%), *Arachis hypogaea*, *Glycine max* qui avaient un fort potentiel d'usage dans l'alimentation des enfants en bas âge (Assogbadjo et al., 2019; Ayosso et al., 2015). Ces résultats montrent les habitudes alimentaires de la population notamment une forte consommation des céréales, des légumineuses et des légumes à feuilles vertes. En outre , le modèle alimentaire de base et les disparités dans l'utilisation des ressources alimentaires locales pourraient également s'expliquer par la méconnaissance de ces dernières, de leur valeur nutritionnelle et l'insuffisance des programmes d'éducation nutritionnelle qui devraient aider en particulier les femmes ou les mères dans le choix de ces ressources de haute valeur biologique pour l'alimentation de leurs enfants(Ayosso et al., 2015). A titre illustratif , une étude sur la prévalence de la malnutrition au niveau village dans la commune de Bopa au Bénin avait montré que seulement 1% des mères avaient une bonne connaissance de la composition nutritionnelle des aliments de complément (Hessou, 2007). Par ailleurs, il faut noter que les résultats de

la présente étude montrent que certaines espèces ont une faible importance dans les habitudes alimentaires des populations et donc très peu utilisées dans l'alimentation des enfants à bas âge dans la commune urbaine de Niamey. D'ailleurs on retrouve cette même thèse dans une étude antérieure qui avait pu déterminer la composition nutritionnelle de quelques organes de ces espèces locales (Soumana et al., 2024). En effet, les pulpes, les amandes, les légumineuses, la céréale et les tubercules qui avaient fait l'objet d'étude ont montré des fortes teneurs en glucides, lipides, protéines, éléments minéraux et celluloses.

Sources d'approvisionnement, formes d'utilisation des espèces végétales et leurs modes de consommation :

L'achat était la principale source d'approvisionnement de ces ressources locales pour les enquêtés soit à 92,97% (Figure 2). Or l'accès financier aux ressources alimentaires locales est un déterminant non négligeable. Il faut noter que le faible niveau de revenu des ménages et des femmes mères en particulier limite l'utilisation de certaines ressources alimentaires locales dans l'alimentation des enfants, contribuant ainsi à entretenir l'insécurité alimentaire (Ayosso et al., 2015). D'autres chercheurs ont trouvé des résultats différents en plaçant la cueillette (43,84 %) comme principale source d'approvisionnement des ressources locales, c'est après que viennent l'achat (42,12 %) et la production propre (19,77 %) (Ayosso et al., 2015). Cela pourrait être dû d'une part aux conditions environnementales et d'autre part à la zone d'étude car son étude a été menée en milieu rural. La figure n°3 montre les formes d'utilisation possibles des espèces végétales dans l'alimentation qui sont : la cuisson à l'eau en grande partie l'hypocotyle de *Borassus aethiopum* (39,53%), le tubercule de *Ipomoea batatas* (81,30%), la pulpe de *Cucurbita SPP.* (73,72%), les graines de *Vigna unguiculata* (80,76%) et de *Pennisetum glaucum* (47, 51%). La friture concerne majoritairement les pâtes des graines de *Arachis hypogaea* (18,97%) et de *Glycine max* (44,35%) et le tubercule de *Ipomoea batatas* (34,57%). La forme fermentée a été mentionnée pour les graines de *Pennisetum glaucum* (31,20 %), la forme coagulée pour le fromage de *Glycine max* (13,71%); la forme crue essentiellement concerne notamment les fruits de *Neocarya macrophylla* (92,45%), *Sclerocarya birrea* (90,62%), *Anacardium occidentale* (85,85%), *Parkia biglobosa* (83, 33%), les graines de *Arachis hypogaea* (31,38%) et *Pennisetum glaucum* (29,07%). La forme grillée a été rapportée essentiellement pour les graines de *Sesamum indicum* (57,79%), *Arachis hypogaea* (48,17%) et la forme séchée des feuilles de *Adansonia digitata* (29,48%) et des gousses de *Parkia biglobosa* (66,66%). La cuisson dans la sauce (feuille de *Adansonia digitata* 63,80%, la graine d'*Arachis hypogaea* 42,33%, la pulpe de *Cucurbita SPP.* 50%, ...) et les tisanes des graines de

Sesamum indicum (44,03%) et des pulpes de *Ziziphus mauritiana* (9,58%), de *Neocarya macrophylla* (11,32 %) et de *Hyphaene thebaïca* (11,11%). Ces formes sont similaires à celles rapportées pour la plupart des espèces par d'autres chercheurs (Ayosso et al., 2015).

La figure 4 présente la répartition des espèces végétales selon le mode de consommation. Ainsi, les principaux véhicules d'utilisation ou modes de consommation sont les autres recettes telles que les biscuits de sésame, soupes à base de légumes, viandes séchées avec pâtes d'arachides, couscous de mil ou "degués" avec une moyenne (35,74%), la sauce de légumes (19,25%), bouillie (17,60%), la tisane telle que le "lipton" à base de doum de 13,43%, le jus (12,13%) et le lait (3,12%). Une autre étude menée dans 5 régions du Niger avait déjà fait cas de bouillies de céréales et mélanges (27,99%), salades de légumes (15,83%) suivies des boules (5,21%), couscous de céréales (5,01%), sauces (5,01%), purées de légumes (4,82%) et enfin les pâtes de céréales (3,08%) (Mahamadou et al., 2022). Les feuilles de *Adansonia digitata*, la chair ainsi et les graines de *Cucurbita SPP.*, les graines de *Sesamum indicum* et les graines de *Arachis hypogaea* sont plus fréquemment consommées en sauce respectivement à 62,57%, 58,11%, 54,20% et 50,36%, tandis que les graines de *Pennisetum glaucum* (68,79%) et *Arachis hypogaea* (29,19%) en association avec les céréales dans une moindre mesure sont préférées sous forme de bouillie. Les organes des espèces qui sont le plus souvent consommés à partir d'autres recettes expliquées précédemment en donnant des exemples sont les graines de *Glycine max* (71,77%) et de *Vigna unguiculata* (62,17%), les amandes de *Anacardium occidentale* (45,71%), de *Neocarya macrophylla* (47,91%), de *Sclerocarya birrea* (35%) et les pulpes de *Hyphaene thebaïca* (36,06%). L'utilisation de la pulpe de *Parkia biglobosa* dans la préparation de certains jus locaux a été rapportée. Il faut noter que plusieurs chercheurs ont également trouvé des recettes à base de ces espèces dont certaines pour l'usage alimentaire et/ou pharmacologique (Garba et al., 2019; Guimbo et al., 2012; Mahamadou et al., 2022).

Parties utilisées, méthodes de conservation, modes de préparation et modes d'utilisation des espèces végétales :

Le tableau VI présente les parties utilisées des plantes en alimentation et pharmacopée. Ainsi, pour avoir des informations précises et concises cette étude a jugé utile de savoir la partie la plus utilisée de chaque plante par la population. Il y ressort que les feuilles, les fruits entiers, les pulpes, les amandes, les graines et les écorces sont les plus utilisés. Pour le cas des espèces ligneuses, les fruits suivis par les pulpes sont majoritairement utilisés avec des moyennes respectives de 46,30% et 38,02%. Cependant, certaines études ont plutôt rapporté une plus forte utilisation des feuilles et des fruits dans la préparation des recettes alimentaires et médicinales. Mais, les données

relatives aux taux d'utilisation varient d'une étude à une autre. Pour les uns, les feuilles étaient exploitées de 39,2 % e à 43, 5 % et les fruits de 22% à 28,8 % et 25,5% en zones soudanienne et sahélienne(Douma, 2016).Pour d'autres, on observe une utilisation des fruits à 40,91%) et des feuilles à 36,36% (Guimbo et al., 2012). En continuant dans cette logique de nuance ou écart de résultat par rapport à la présente étude. Un autre groupe d'auteurs pour qui les parties les plus utilisées sont les feuilles (35%), les écorces (20%) et les racines (10%) (Imorou et al., 2023) ; les feuilles (61,50%)(Bla et al., 2015). Alors, de façon globale, chez les espèces ligneuses les feuilles et les fruits sont les organes les plus exploités dans les recettes. Cette différence des résultats observée pourrait être liée d'une part à la zone ou le type d'usage alimentaire et/ou médicinal et d'autre part aux types d'espèces étudiées. Contrairement aux espèces ligneuses, chez les espèces non ligneuses et *Parkia biglobosa*, les graines sont les plus utilisées et à 85,99%. Ce résultat reste pertinent car la conclusion d'une étude récente avait déjà souligné une forte utilisation des familles de leguminosae et Poaceae(Imorou et al., 2023).Alors , de façon détaillée par espèce, les feuilles sont principalement utilisées chez *Ziziphus mauritiana* et de *Adansonia digitata* avec des taux respectifs de 47,78% et 81,97% . Elles sont parmi les 5 principales espèces fruitières *Tamarindus indica* , *Adansonia digitata* , *Sclerocarya birrea*, *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana* en Afrique subsaharienne(Ngigi et al., 2023). Celles-ci occupent une place très importante dans la vie alimentaire des populations. Par exemple, l'espèce *Adansonia digitata* (Baobab) est prisée par les femmes pour ses feuilles qui entrent dans la préparation de la sauce accompagnant la pâte du mil, du maïs ou du sorgho(Guimbo et al., 2012). Elles sont utilisées à l'état frais ou sec. Elles sont séchées pour la conservation et sont réduites en poudre avant utilisation. En ce qui concerne les fruits de *Hyphaene thebaïca*, *Sclerocarya birrea*, *Neocarya macrophylla* et *Anacardium occidentale*, elles sont les plus utilisées respectivement de 96,11%, 76,31%, 67,85% et 69,87%. Une étude avait mentionné l'usage alimentaire du fruit *Neocarya macrophylla* notamment sa pulpe et son amande. En effet ,très nutritive , la pulpe peut être utilisée en période de disette comme aliment d'appoint(Balla et al., 2008). Quant aux amandes, elles sont très riches en matières grasses(Soumana et al., 2024). Et, elles sont utilisées soit pour l'extraction traditionnelle d'huile comestible, soit pour la consommation directe (Balla et al., 2008).Il faut noter que les pulpes de *Parkia biglobosa*, *Ziziphus mauritiana* et *Cucurbita* sont les plus utilisées avec des valeurs respectives de 94,11%, 69,02% et 61,98%.Par ailleurs, plusieurs études ont mentionné l'utilisation des différentes parties de l'espèce *Cucurbita* SPP. pour ses vertus médicinales et alimentaires . Ainsi, au Benin, les graines sont consommées sous plusieurs formes et dans les recettes médicamenteuses alors que les produits issus des coques sont utilisés dans le traitement de plusieurs infections (Salifou et al., 2015). Au Niger, les

graines des espèces de Cucurbitacées sont utilisées pour la production de pâte, de tourteaux et d'huiles alimentaires (Sabo et al., 2014). En ce qui concerne les graines, celles des espèces *Arachis hypogaea*, *Glycine max*, *Vigna unguiculata*, *Sesamum indicum* et *Pennisetum glaucum* sont les plus utilisées respectivement à 99,33% ,99,25%, 100%,100% et 100%. Ces taux élevés d'utilisation des graines ne sont pas un simple fait de hasard, ils sont soutenus par des raisons d'ordre sanitaire. En effet, les graines ont été signalées comme la partie dominante de la plante pour la préparation des remèdes contre les maladies de 38,97% (Saadani et al., 2023). Néanmoins, ces résultats ne sont pas ceux que l'on retrouvait dans certaines études précédentes. Par exemple, pour (Ambe et al., 2015), les graines sont les parties les moins utilisées dans les traitements de certaines maladies. La plus grande partie de l'utilisation des graines de ces espèces a été rapportée dans cette présente étude pour l'usage alimentaire.

En tenant compte de la moyenne, le séchage est la méthode de conservation la plus pratiquée des parties utilisées ou organes à 61,40% (Tableau V).La même observation a été faite en Côte d'Ivoire par une étude antérieure en mentionnant que le séchage au soleil constituait la principale méthode de conservation des plantes par les commerçants (Ambe et al., 2015). La voie orale représente 93,77% de modes d'administration des espèces végétales par les utilisateurs. D'autres ont également trouvé que la voie orale était le mode d'administration le plus fréquent de 63% (Soudy et al., 2023). La figure n°3 montre que plusieurs modes de préparation sont employés par les utilisateurs à savoir la décoction, l'infusion, la macération, la poudre et autres. Ainsi, la poudre est la plus dominante avec un taux de 45,80%, ensuite viennent la décoction et la macération avec respectivement de 36,03% et 14,85%. Mais ,ces résultats sont différents de ceux trouvés ailleurs où la macération était le mode de préparation le plus fréquent (45%) ,puis la décoction (22%) et poudre (20%)(Soudy et al., 2023).

Usage alimentaire et pharmacologique des espèces végétales

En Afrique en général et au Niger en particulier, la population utilise diverses espèces végétales dans l'alimentation et dans la lutte contre certaines maladies (Aminou, 2018; Douma, 2016; Guimbo et al., 2012; Hama et al., 2023; Hama et al., 2019).La persistance de ces pratiques relève de leur accoutance avec les traditions mais aussi et surtout de la vulnérabilité des populations. Donc, elles constituent une alternative de résilience, étant donné que la majorité des familles n'ont pas accès au centre de santé et à une alimentation adéquate(Aminou, 2018).Par exemple , de nombreuses plantes sont utilisées en médecine traditionnelle pour la préparation des recettes thérapeutiques utilisées en soin mère-enfant dans le sud-ouest du Niger à vertu fortifiante et galactogène pour améliorer la production ou la qualité du lait

maternel(Hama et al., 2023). La présente étude a évalué à travers une enquête, les raisons d'utilisations alimentaire et thérapeutique des organes ou parties de certaines espèces végétales avec précision par espèce (Tableaux VII et VIII). Il faut noter que certaines espèces étaient mentionnées parmi les dix espèces ligneuses alimentaires prioritaires du Niger : *Ziziphus mauritiana*, *Ziziphus spina-christi*, *Tamarindus indica*, *Hyphaene thebaïca*, *Borassus aethiopum*, *Boscia senegalensis*, *Adansonia digitata*, *Vitex doniana*, *Parkia biglobosa* et *Sclerocarya birrea* (Larwanou, 2002). En effet, les résultats de l'étude montrent que les graines d'*Arachis hypogaea* et le tubercule d'*Ipomoea batatas* sont les plus utilisés pour stimuler l'appétit respectivement à 6,28% et 7,50%. Les répondants justifient ce choix par les vertus que possèdent ces organes de stimuler l'appétit. Mieux, une étude a rapporté que 36,2% des plantes étaient utilisées pour la croissance de l'enfant en lui donnant d'appétit ou de le faire grossir (Aminou, 2018). Cette différence observée pourrait être justifiée par la méthodologie utilisée dans son étude, laquelle a consisté à considérer une seule modalité pour les raisons d'utilisation alimentaire notamment la croissance de l'enfant (appétit ou faire grossir). En ce qui concerne la prise de poids les graines de *Glycine max*, *Vigna unguiculata*, et *Pennisetum glaucum* ont été rapportées par les enquêtés avec des taux respectifs de 37,41%, 43,50% et 39,28%. Selon certains auteurs, le mil (*Pennisetum americanum*) est la céréale la plus cultivée au Niger et les accouchées récentes doivent en consommer suffisamment durant les quarante premiers jours, pour produire assez de lait et prendre du poids (Hama et al., 2023). Il ressort également de l'enquête que toutes les espèces possèdent des organes consommés en tant qu'aliments qui varient de 48,05% (*Vigna unguiculata*) à 97,50% (*Sclerocarya birrea*). Plusieurs études ont également trouvé la consommation des feuilles, des graines, des amandes et des pulpes de toutes les espèces (Arohalassi et al., 2022; Guimbo et al., 2012). L'utilisation en tant que compléments alimentaires pour les enfants de bas âge varie de 3,12% (*Anacardium occidentale*) à 19,51% (*Sesamum indicum*). Les aliments de complément à base de ressources locales ont amélioré de façon significative l'état nutritionnel des enfants aussi bien pour l'émaciation que pour l'insuffisance pondérale (Azanmasso, 2018). Selon les enquêtés certains organes ou parties des espèces sont consommés pour avoir assez de force dont les plus importants étaient *Vigna unguiculata* (16,23%), *Cucurbita* (14,51%) et *Pennisetum glaucum* (12,85%). Pour avoir assez de sang les espèces telles que *Vigna unguiculata*, *Adansonia digitata* et *Arachis hypogaea* ont été largement mentionnées respectivement à 29,22%, 24,42% et 14,46%. Une étude antérieure avait trouvé des teneurs élevées en glucides, lipides et protéines de certains organes issues de ces plantes ce qui peut justifier les rôles énergétiques et de sang de ces derniers (Soumana et al., 2024).

Les raisons principales d'utilisation médicinale des espèces végétales sont regroupées dans le Tableau VIII. Les résultats montrent que toutes les espèces sont utilisées dans les traitements des maladies. En effet, il ressort de l'enquête qu'en moyenne 72,68% des participants ne connaissent pas les usages médicaux de ces plantes. Cela pourrait être dû au choix de la population d'étude composée des revendeurs, des transformateurs, des personnes âgées, des femmes en âge de procréer et des tradipraticiens. Mais ces résultats sont différents de ceux d'une autre étude qualitative d'approche phénoménologique sur la phytothérapie des femmes en âge de procréer dans laquelle les résultats montrent que les femmes perçoivent la connaissance sur la phytothérapie comme une réalité indéniable et réelle dans la vie d'une femme complète (Cécile et al., 2023). Au vu de la méconnaissance des usages médicaux des plantes par les populations, les autorités du domaine de la santé de la reproduction devaient accompagner les filles et les mères dans cette utilisation (Cécile et al., 2023). Il ressort également de l'étude que 14,57% des enquêtés ont cité le traitement d'autres maladies par ces espèces. On peut citer les maladies telles que la rougeole, l'ulcère, des maux de ventre, l'infection, des maux de tête, des douleurs articulaires, la penderie, la carie dentaire, l'allergie, l'hypertension Artérielle, la cécité, la douleur buccale, le paludisme, l'anémie, la déshydratation, le diabète, la plaie, l'asthme, le goitre et le rhume. En outre, les espèces *Adansonia digitata* et *Parkia biglobosa* sont les plus utilisées contre la diarrhée respectivement à 11,04% et 25%. Certains auteurs avaient également trouvé l'utilisation des espèces végétales comme *Adansonia digitata* et *Parkia biglobosa* dans le traitement de la diarrhée (Ambe et al., 2015; Soudy et al., 2023; Soumaila et al., 2024; Traore et al., 2023). Les 11 espèces sur 15 sont utilisées dans le traitement de l'hémorroïde mais les espèces *Adansonia digitata*, *Ziziphus mauritiana*, *Pennisetum glaucum* et *Sclerocarya birrea* sont les plus citées dans le traitement de cette maladie respectivement de 49,41% ,13,51% ,16,17% et 17,94%. Une étude antérieure avait eu 38 recettes utilisées dans le traitement de cette dernière constituées de 40 espèces dont des recettes à une seule espèce et d'autres avec une association de deux ou de trois espèces (Ranabayé et al., 2023). D'autres études avaient souligné 136 recettes et 74 plantes médicinales qui sont utilisées dans la prise en charge des hémorroïdes (Mamadou et al., 2018) et une autre a obtenu une moyenne générale de 23,33% des espèces qui sont utilisées dans le traitement de cette maladie (Soumaila et al., 2024). En ce qui concerne le nombre élevé des espèces utilisées dans le traitement de l'hémorroïde des études antérieures (ci-dessus) cela pourrait être justifié par le fait que cette étude s'est limitée uniquement aux 15 espèces végétales. Il faut également noter que *Vigna unguiculata* est l'espèce la plus utilisée dans le traitement de l'inflammation avec un taux de 14,56%. Au Bénin une étude avait répertorié 39 espèces de plantes appartenant à vingt-huit familles botaniques utilisées dans le

traitement des maladies inflammatoires et les plantes les plus citées sont : *Ocimum gratissimum* (11,92 %), *Lantana camara* (10,60 %), et *Crateva adansonii* (8,61 %) (Kpodji et al., 2019).

Conclusion

La présente étude a permis d'identifier une grande diversité d'organes ou parties utilisées dans l'alimentation humaine et dans la pharmacopée. Les fruits entiers, les pulpes et les graines sont les plus utilisés par la population. Ces derniers peuvent être directement cuits dans l'eau, coagulés, fermentés, frits, grillés ou séchés. La poudre est le mode de préparation le plus dominant. Selon les enquêtés, les graines d'*Arachis hypogaea* et les tubercules d'*Ipomoea batatas* sont les plus utilisés pour stimuler l'appétit avec respectivement 6,28% et 7,50%. En ce qui concerne la prise de poids les graines de *Glycine max*, *Vigna unguiculata*, *Pennisetum glaucum* ont été les plus rapportées par les enquêtés avec des taux respectifs de 37,41%, 43,50% et 39,28%. En outre, les espèces *Adansonia digitata* et *Parkia biglobosa* sont les plus utilisées contre la diarrhée. Les espèces *Adansonia digitata*, *Ziziphus mauritiana*, *Pennisetum glaucum* et *Sclerocarya birrea* sont les plus utilisées dans le traitement de l'hémorroïde et l'espèce *Vigna unguiculata* est l'espèce la plus utilisée contre l'inflammation. L'espèce *Ziziphus mauritiana* est également la plus utilisée dans le traitement de la fièvre. Ces résultats révèlent que les espèces sont utilisées et peuvent être utilisées dans la prise en charge de la malnutrition et certaines maladies.

Conflits d'intérêt : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilités des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement de la recherche.

Contributions des auteurs : Tous les auteurs ont contribué à la conduite de ce travail. Les auteurs de cet article ont lu et approuvé son contenu.

Déclarations pour les participants humains : Cette étude a été approuvée par l'Université Abdou Moumouni et les principes de la déclaration d'Helsinki ont été respectés.

References:

1. Abdou, M. A. A., Zakari, I. S., & Toure, A. A. (2023). *Modélisation statistique des événements extrêmes de pluies dans le district de la station de Niamey Aéroport*. Afrique Science 22(3), 70 - 86

2. Ambe, A. S., Ouattara, D., Tiebre, M.-S., Vroh, B. T. A., Zirih, G. N., & N'guessan, K. E. (2015). Diversité des plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel de la diarrhée sur les marchés d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(2), 4081-4096.
3. Aminou, I. M. N. (2018). *Malnutrition aigüe modérée : Analyse globale des aspects socio anthropologiques 12 ans après la grande crise alimentaire de 2005 et contribution des quelques plantes dans le traitement, cas du département de Mayahi-Niger*. Doctorat Unique en Nutrition. Université Abdou Moumouni de Niger. Faculté des Sciences et Techniques, 115p.
4. Arohalassi, H., Mahamadou, E. G., & Rayanatou, I. A. (2022). Caractérisation socio-économique et identification des usages de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. Au Niger. *Journal of Applied Biosciences*, 174(1), 18113 – 18123.
5. Assogbadjo, B., Hounkpevi, A., Barima, Y., Akabassi, G., Assogbadjo, A., & Glele Kakai, R. L. (2019). Endogenous knowledge local food plants preserved in the agroforestry systems in the peripheries of the lama reserve forest in benin. *Annales des Sciences Agronomiques*, 23, 149-170.
6. Ayosso, J. O. G., Chadare, F. J., Hounhouigan, J. D., Akissoe, N., Fanou, N., & Azokpota, P. (2015). *Diversité et valeur nutritionnelle des ressources alimentaires locales pour l'alimentation des enfants de 6-24 mois*. Mémoire de master en norme et contrôle de qualité des produits agroalimentaires. Université d'Abomey-calavi. Ecole Polytechnique d'Abomey-calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences et Techniques, 98p.
7. Azanmasso, S. M. D. (2018). *Effet des aliments de complément à base de ressources locales sur la croissance pondérale des enfants de 6-59 mois malnutris modérés dans la commune de Zè*. Mémoire de Master professionnel en Sciences Agronomiques. Université d'Abomey-calavi. Faculté des Sciences Agronomiques. Ecole de Nutrition et des Sciences et Technologies Alimentaires, 74p.
8. Azonkpin, S., Chougourou, D. C., Bokonon-Ganta, A. H., Dossou, J., Ahoton, L. E., Soumanou, M. M., & Vodouhe, S. D. (2018). Efficacité Du Baume De Cajou Contre Les Chenilles Carpophages Du Cotonnier Au Nord Du Benin. *European Scientific Journal, ESJ*, 14(24), 464. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n24p464>
9. Balla, A., Baragé, M., Larwanou, M., & Adam, T. (2008). Le savoir-faire endogène dans la valorisation alimentaire des fruits du pommier de Cayor (*Neocarya macrophylla*) au Niger. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 59, 1-8.

10. Bla, K. B., Trebissou, J. N. D., Bidie, A. P., Assi, Y. J., Zihiri-Guede, N., & Djaman, A. J. (2015). Étude ethnopharmacologique des plantes antipaludiques utilisées chez les Baoulé- N'Gban de Toumodi dans le Centre de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 85, 7775-7783. <https://doi.org/10.4314/jab.v85i1.4>.
11. Bouchenak, M., & Lamri-Senhadji, M. (2013). Nutritional quality of legumes, and their role in cardiometabolic risk prevention : A review. *Journal of Medicinal Food*, 16(3), 185-198. <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.0238>.
12. Boukezoula, F., Chenikher, H., Saoussene, S., Boughanbouz, I., & Soualmia, D. (2021). Enquête ethnopharmacologique sur les plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel des troubles gastro-intestinaux dans une région de l'Est algérien (Tébessa). *Phytothérapie*, 20,2-8. <https://doi.org/10.3166/phyto-2021-027>.
13. Cécile, N. mwengu, Tresor, M. mulundu, Xavier, K. K., Jean, O., Djo, K. B., Francoise, M. kaj, & Zambez, K. S. (2023). Attitudes, connaissances et pratiques des femmes en age de procreer sur la phytotherapie dans la zone de sante de Mumbunda. *International Journal of Social Sciences and Scientific Studies*, 3(4),2885-2894.
14. Dan Guimbo, I., Barage, M., & Douma, S. (2013). Etudes préliminaires sur l'utilisation alimentaire des plantes spontanées dans les zones périphériques du parc W du Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(6), 4007-4017. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i6.12>
15. Dike, I. P., Obembe, O. O., & Adebisi, F. E. (2012). Ethnobotanical survey for potential anti-malarial plants in south-western Nigeria. *Journal of Ethnopharmacology*, 144(3), 618-626. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.10.002>
16. Din, N., Dibong, S. D., Mpondo, E. M., Priso, R. J., Kwin, N. F., & Ngoye, A. (2011). Inventory and identification of plants used in the treatment of diabetes in Douala town (Cameroon). *European Journal of Medicinal Plants*, 1(3), 60-73.
17. Douma, S. (2016). *Etude ethnobotanique et écologique des plantes ligneuses alimentaires de soudure des systèmes agroforestiers du sud-ouest du Niger : Diversité, importance, structure et niveau de menace*. Doctorat Unique en Biologie appliquée. Université Abdou Moumouni de Niamey. Faculté des Sciences et Techniques,93p.
18. Ehile, S.-J. E., Kouame, C. A., N'Dri, D. Y., & Amani, G. N. (2019). *Identification et procédés traditionnels de préparation de légumes-feuilles spontanées dans des ménages de population vivant en milieu urbain, Côte d'Ivoire*. *Afrique de l'Ouest. Afrique Science*, 15(4), 366-380.

19. Garba dit Gado, H. O., Mamadou, u L., Yaou, C., & Sabo, H. S. (2019). *Inventaire et analyse nutritionnelle des bouillies utilisées comme aliment de complément chez les enfants âgés de 6 à 24 mois de la communauté urbaine de Niamey, Niger*. Environmental and Water Sciences, Public Health & Territorial Intelligence,3(2), 2509 - 1069
20. Guimbo, I. D., Barage, M., & Douma, S. (2012). *Etudes préliminaires sur l'utilisation alimentaire des plantes spontanées dans les zones périphériques du parc W du Niger*. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 6(6), 4007-4017.
21. Hama, G. R., Lewamy, M., Chaibou, Y., Sabo, H. S., Moussa, I., & Sadou, H. (2023). *Plantes médicinales utilisées en soins mère-enfant comme fortifiant et galactogène dans le sud-ouest du Niger : Cas du département de Boboye*. Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine, 21(2), 93-98.
22. Hama, O., Tinni, I., & Baragé, M. (2019). *Diversité et importance des produits forestiers non ligneux d'origine végétale dans la commune rurale de Tamou, au sud-ouest du Niger (Afrique de l'ouest)*. Revue Ivoirienne Des Sciences Et Technologie, 34, 191 - 215.
23. Hessou, S. D. J. (18). *Contribution à la présentation de la malnutrition au niveau village : Cad de l'Arrondissement de Lobogo*. FSA.
24. Ibrahim, D., Habou, R., Boubé, M., Abdoulaye, D., Issoufa, I., Issoufa, A., Boubacar, M., Hamissou, Abdoulaye, A., & Mahamane, A. (2020). *Boscia Senegalensis (Pers.) Lam. ex Poir., une espèce ligneuse à fortes potentialités ethnobotaniques et bien adaptée à la sécheresse au sahel : synthèse bibliographique*. European Scientific Journal ESJ, 16(9), 1857-7881. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n9p206>
25. Imorou, L., Bello, D. O., Hotegni, N. F., Togbé, E. C., Biaou, B., Adoukonou-Sagbadja, H., Ahoton, L. E., & Mensah, G. A. (2023). *Analyse bibliographique sur des connaissances endogènes relatives à la diversité et à l'utilisation des plantes galactogènes en médecine traditionnelle au Bénin*. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) Juin, 33(03), 1840-7099.
26. Kpodji, P., Lozes, E., Dougnon, V., Assogba, P., Koudokpon, H., & Baba-Moussa, L. (2019). *Utilisation des plantes du sud-bénin dans le traitement des maladies inflammatoires : Enquête ethnopharmacologique auprès des herboristes*. Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie, 34, 127-143.
27. Larwanou, M. (2002). *Réseau « Espèces ligneuses alimentaires »*. Compte rendu de la première réunion du Réseau tenue 11–13 décembre 2000 au CNSF Ouagadougou, Burkina Faso. Rapport du

- Niger. Éditeurs. 2002. Institut International des Ressources Phylogénétiques, 30677, 235p.
28. Mahamadou, A. A., Sabiou, S. M. M., Chaibou, Y., Mamadou, L., Sabo, H., Mahamadou, A., Abdoulaye, F. J., Bagnou, A. I., Issiak, B. M., & Yatta, A. T. (2022). *Habitudes Alimentaires au Niger : Cartographie des Recettes Culinaires des Ménages*. European Scientific Journal, ESJ, 18(24), 223-247. doi.org/10.19044/esj.2022.v18n24p223.
 29. Mamadou, A. J., Saley, K., Boubé, M., Rokia, S., & Saadou, M. (2018). Plantes médicinales et leurs recettes utilisées dans le traitement des hémorroïdes par les tradipraticiens des régions de Niamey et Tillabéri, Niger. *Annales de l'Université Abdou Moumouni, I*(Tome XXIII-A), 45-58.
 30. Mounkaila, S., Soukaradji, B., Morou, B., Karim, S., Issoufou, H. B.-A., Mahamane, A., Ikhiri, K., & Saadou, M. (2017). *Inventaire et gestion des plantes médicinales dans quatre localités du Niger*. European Scientific Journal, ESJ, 13(24), 498–521.
 31. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n24p498>.
 32. Ngigi, P. B., Termote, C., Pallet, D., & Amiot, M. J. (2023). *Mainstreaming traditional fruits, vegetables and pulses for nutrition, income, and sustainability in sub-Saharan Africa : The case for Kenya and Ethiopia*. *Frontiers in Nutrition*, 10,01-11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1197703>.
 33. Ousmane, L. M., Morou, B., Karim, S., Garba, O. B., & Mahamane, A. (2017). *Usages socioéconomiques des espèces ligneuses au sahel : Cas de Guidan Roundji au Niger*. European Scientific Journal, ESJ, 13(26), 355-373. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n26p355>.
 34. Perumal, G. (2010). Ethnomedicinal use of pteridophyte from Kolli hills, Namakkal district, Tamil Nadu, India. *Ethnobotanical leaflets*,(2), 161-172.
 35. Plateforme Nationale d'Information pour la Nutrition (PNIN). (2022). *Enquête qualitative sur les connaissances, les pratiques et les comportements en matière d'alimentation et de nutrition des enfants de moins de cinq (5) ans dans la région d'Agadez et de Maradi*. Institut National de la Statistique, 20p.
 36. Ranebaye, D., Nguinambaye, M. M., Ndjewbo, O. M., & Brahim, B. O. (2023). *Etude ethnobotanique et screening phytochimique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des Hémorroïdaires dans les Provinces du Sud Tchad*. *Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine*, 22(1), 46-66.
 37. Saadani, K., Khdim, F., Mahdaoui, C., & Tehami, W. (2023). *Etude ethnobotanique des plantes médicinales traditionnellement utilisées*

- au Sahara dans le traitement des maladies du système ostéo-articulaire. Mémoire de Master en Sciences Biologiques Spécialité. Université Ahmed Draïa- Adrar. Faculté des Sciences et de la Technologie, 58p*
38. Saadou, M., & Soumana, I. (1996). *Plantes alimentaires spontanées au Niger. Bulletin de Liaison n°10*, 72-77.
 39. Sabo, H., Sadou, H., Amoukou, I. A., Alma, M. M., & Mahamane, S. (2014). *Potentials in vegetable oils and various nutrients of eighteen varieties of Niger Cucurbitaceae. International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(3), 1075-1088.
 40. Salifou, A., Alidou, C., Tchobo, F. P., & Mohamed, S. (2015). *Connaissances endogènes et importance des courges (Cucurbitacées) pour les populations autochtones productrices des graines au Bénin. Journal of Applied Biosciences*, 92, 8639. <https://doi.org/10.4314/jab.v92i1.8>
 41. Souly, I. D., Ngomde, D., Djidda, A., Djimalbaye, M., Oueddo, D., & Mapongmetsem, P. M. (2023). *Contribution à la connaissance des plantes alimentaires et médicinales locales dans les environs du Lac Iro (Tchad). Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine*, 22(1), 115-127.
 42. Soumaila, M., Lamine, M. M., Moussa Mamoudou, B., Gogiro, A., Lourouana, M., Boubé, M., Mahamane, A., & Saadou, M. (2024). *Inventory of gastrointestinal anthelmintic medicinal plants used by urban populations in Niger : Case of the urban communes of Agadez, Niamey and Zinder. Journal Of Pharmacy*, 14(1), 5-11.
 43. Soumana, S. I., Maazou, M. S. S., Sangare, S. A., Salissou, M. M., Yatta, A. T., Hachimou, M. D., Alio, A. A., Seini, S. H., & Yaovi, A. (2024). *Search for Local Food Supplements : Study of the Nutritional Value of 15 Plant Species from Niger. European Journal of Nutrition & Food Safety*, 16(5), 109-121.
 44. Traore, K., Haïdara, M., Denou, A., Dembélé, S. M., & Sanogo, R. (2023). *Plantes médicinales utilisées dans la prise en charge des maladies infantiles dans quatre zones écologiques et culturelles du Mali. Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine*, 22(1), 91-102.
 45. Yolidje, I., Keita, D. A., Moussa, I., Toumane, A., Bakasso, S., Saley, K., Much, T., Pirat, J.-L., & Ouamba, J. M. (2020). *Enquête ethnobotanique sur les plantes utilisées traditionnellement au Niger dans la lutte contre les moustiques vecteurs des maladies parasitaires. International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(2), 570-579.

Typologie Des Légumes à Feuilles Vertes Couramment Consommés Au Niger

Ibrahim Mamane Radjikou

Halima Oumarou Diadié

Balla Abdourahamane

Laboratoire de Recherche en Hygiène et Sciences Alimentaires et Nutritionnelles (LARHSAN), Département Production Végétale (DPV), Faculté d'Agronomie (FA), Université Abdou Moumouni de Niamey (UAM), Niger

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p106](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p106)

Submitted: 02 January 2025

Accepted: 28 January 2025

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Radjikou I.M., Diadié H.O. & Abdourahamane B. (2025). *Typologie Des Légumes à Feuilles Vertes Couramment Consommés Au Niger*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 106. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p106>

Résumé

En Afrique en général, et au Niger en particulier, les légumes-feuilles vertes (LFV) représentent pour les ménages une source d'alimentation accessible, bon marché voire gratuite, répondant aux besoins quotidiens de la population, mais aussi une vertu d'aide sociale dans les communautés locales. L'objectif de cette étude a été d'inventorier les légumes feuilles vertes couramment consommés au Niger. Une enquête a ainsi été réalisée sur la base d'un sondage du RENALOC_Niger, créé par l'Institut national de la statistique (INS-2012). La taille de l'échantillon a été obtenue selon la formule de Daniel Schwartz. L'usage du poids de la population de chaque région et commune a ensuite permis de discriminer certains villages, et c'est finalement la méthode classique qui a permis de déterminer les zones d'enquête. Cette exploration a permis de recenser soixante-seize (76) espèces appartenant à trente-cinq (35) familles de LFV. Au total, cinq cent quatre-vingt (580) ménages ont été enquêtés, parmi lesquels 75 % consomment au moins 6 espèces (*Cassia tora* L., *Vigna unguiculata* L., etc.), 50 % consomment 10 espèces (*Amaranthus spinosus* L., *Gynandropsis gynandra* L., etc.). Enfin, 1 % des ménages consomment les 25 espèces restantes (*Ipomoea batatas* L., *Merremia emarginata*). Certains légumes à feuilles vertes sont liés à la région par leur

disponibilité et/ou par leur usage. la répartition de la consommation de ces feuilles suivant les régions a montré que les consommations moyennes des LfV varient de 3 à 7 pour la classe moyenne (classe C). Plus de 50 % des ménages ont un niveau de consommation moyen. La région de Zinder observe la consommation moyenne la plus faible (3), mais aussi la première classe des consommateurs (au moins 75 % des ménages). La saison des pluies marque la période de l'année où la disponibilité en ces feuilles est plus observée. L'abondance et les niveaux d'accessibilité de ces LfV varient selon les espèces, la saison et la localité. Ces légumes feuilles vertes ont été regroupés en trois (3) clusters selon leurs traits organoleptiques. Des programmes de valorisation et des vulgarisations de ces espèces des légumes feuilles vertes doivent être envisagées à travers la promotion de leurs semences et la sensibilisation des différentes formes d'utilisation en termes de consommation.

Mots-clés: Typologie ; légumes-feuilles vertes ; consommation ; saisonnalité ; abondance ; niveau d'accessibilité ; caractéristiques organoleptiques ; Niger

Typology of Green Leafy Vegetables Commonly Consumed in Niger

Ibrahim Mamane Radjikou
Halima Oumarou Diadié
Balla Abdourahamane

Laboratoire de Recherche en Hygiène et Sciences Alimentaires et Nutritionnelles (LARHSAN), Département Production Végétale (DPV), Faculté d'Agronomie (FA), Université Abdou Moumouni de Niamey (UAM), Niger

Abstract

In Africa in general, and in Niger in particular, green leafy vegetables (LGV) represent for households an accessible, cheap, even free source of food, meeting the daily needs of the population, but also a virtue of social assistance in local communities. The objective of this study was to inventory the green leafy vegetables commonly consumed in Niger. A survey was thus carried out on the basis of a survey RENALOC_Niger, created by the National Institute of Statistics (NIS-2012). The sample size was obtained according to Daniel's formula Schwartz. The use of the weight of the population of each region and commune then made it possible to discriminate between certain villages, and it was ultimately the classic method that made it possible to determine the survey areas. This exploration made it possible to identify sixty size (76)

species in thirty-five (35) LGV families. A total of five hundred and eighty (580) households were surveyed, of which at least 75% consume 6 species (*Cassia tora L.*, *Vigna unguiculata L.*, etc.); 50% consume 10 species (*Amaranthus spinosus L.*, *Gynandropsis gynandra L.* etc.); 25% consume 35 species (*Mahinot esculenta Crantz*, *Spinacia oleracea L.* etc..) and finally at least 1% consume the remaining 25 species (*Ipomoea batatas L.*, *Merramia emarginata*). Specifically, certain LFVs are linked to the region by their availability and/or their use. At the regional level, the average consumption of LGV varies from 3 to 7 at the middle-class level (class C). More than 50% of households have an average level of consumption. The Zinder region observes the lowest average consumption (3) but also the first class of consumers (at least 75% of households). The rainy season marks the time of year when the availability of these leaves is most observed. The abundance and levels of accessibility of these LGV vary according to the species, the season, and the locality but also the presence or absence of seeds. These LGV were grouped into three (3) clusters according to their organoleptic traits. Programs to promote and popularize these LGV species must be considered through the promotion of their seeds and awareness of the different forms of use in terms of consumption.

Keywords: Typology ; green leafy vegetables ; consumption ; periodicity ; abundance ; level of accessibility ; organoleptic features ; Niger

Introduction

Le terme « légumes feuilles » comprend non seulement les légumes cultivés pour la feuille, mais également des plantes spontanées de brousse ou de forêt (*Afze/ia bella*, *Adansonia digitata*, *Bombax costatum*, *Piper guineense*, ...) des plantes adventices (*Crassocephalum rubens*, *Croton lobatus*, *Ipomoea aquatica*, ...) ou encore des plantes vivrières dont on consomme la feuille (*Manihot esculenta*, *Vigna unguiculata*, *Xanthosoma sagittifolium*) (Colin & Hevd, 1991). Les légumes feuilles ont une grande valeur pour leur apport en éléments minéraux, protéiniques ou vitaminiques, éléments généralement déficitaires dans l'alimentation des populations locales. En outre, ils entrent le plus souvent dans la constitution des sauces, mais sont aussi consommés comme des pinards. Plusieurs d'entre eux ont de plus des vertus médicinales (Colin & Hevd, 1991 ; Yao N'zué *et al.*, 2020 ; Tchiegang *et al.*, 2004 ; Louise *et al.*, 2012).

L'Afrique subsaharienne est dotée d'une grande diversité de plantes alimentaires. Parmi celles-ci se trouvent les légume-feuilles (Almekinders, 2000). Chweya & Eyzaguirre (1999) affirment que les légume-feuilles jouent un grand rôle dans l'agriculture et dans l'alimentation et génèrent des revenus non négligeables aussi bien dans les zones rurales que dans les zones urbaines.

La consommation de ces légumes-feuilles est liée aux habitudes alimentaires des populations. Au Niger, les légumes à feuilles vertes sont une multitude d'espèces consommées, utilisées à d'autres fins et rencontrées sur plusieurs saisons voire toute l'année dans les milieux urbains ou ruraux. Pour pallier aux problèmes d'indisponibilité alimentaire, les ménages vulnérables ou non font recours à ces espèces pour satisfaire leur besoin quotidien. Tenant compte de l'importance nutritionnelle et médicinale des légumes feuilles surtout pour les communautés rurales à faible revenu, la connaissance de leur biodiversité et leur conservation sont donc nécessaires. C'est pourquoi, notre étude s'est focalisée sur l'inventaire des LFV couramment consommés sur le territoire Nigérien. Leurs répartitions selon les zones, leurs périodicités, leurs abondances et aussi leurs caractéristiques organoleptiques ont été aussi investigués dans les localités afin de définir un certain niveau d'accessibilité et leurs caractères intrinsèques.

Méthodologie

Type d'étude

Il s'agit d'une étude prospective axée sur l'inventaire des légumes à feuilles vertes couramment consommés au Niger, leur saisonnalité, leur abondance, leur niveau d'accessibilité mais aussi leurs traits organoleptiques.

Durée d'étude

L'enquête a été effectuée durant la période de la campagne agricole où les légumes feuilles sont fortement disponibles notamment du 02 Août 2023 au 31 Janvier 2024.

Population d'étude

Les personnes en charge de la gestion alimentaire du ménage (les femmes ayant à charge la cuisine et/ou les chefs des ménages) ont été enquêtées afin de répertorier les légumes-feuilles vertes de consommation courante de chaque foyer.

Zone d'étude

Cette étude a concerné vingt-neuf (29) villages sur dix-neuf (19) communes réparties dans cinq (5) régions du Niger. La figure 1 représente les différentes zones d'étude.

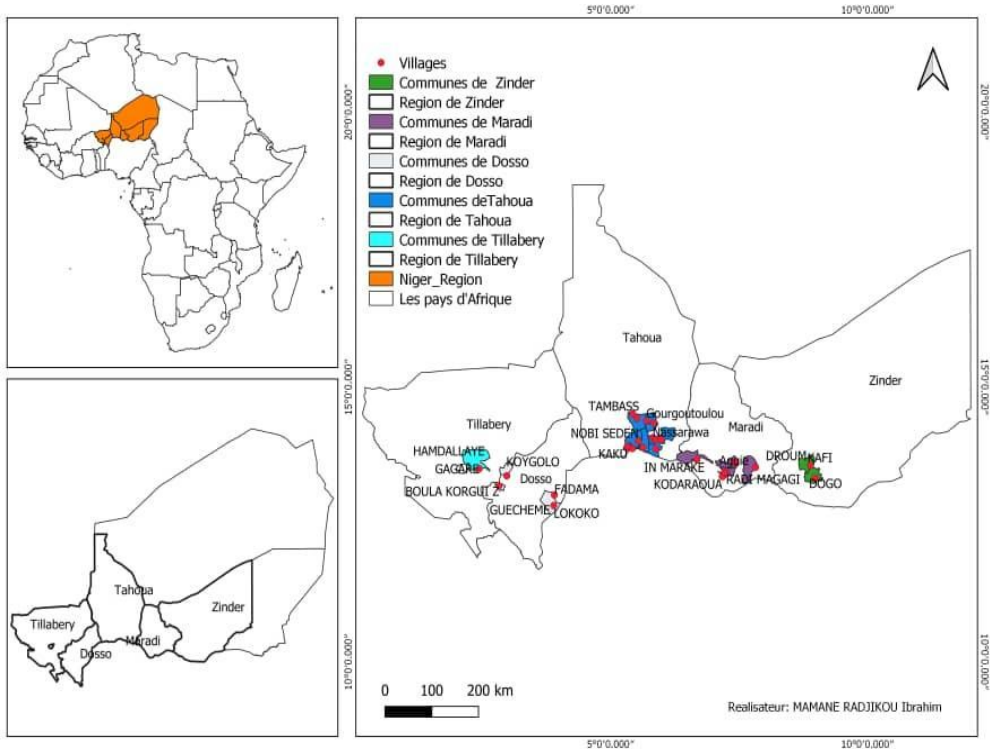


Figure 1 : Cartographie des zones d'étude

Techniques d'échantillonnage

Le dernier recensement général de la population (RGP/H, 2012) a été utilisé comme base de sondage du RENALOC_Niger (INS) pour cette étude. L'enquête s'est déroulée dans les cinq (5) régions du Niger. Elle a eu pour objectif de recenser les légumes à feuilles vertes les plus consommés par les populations réparties à travers les zones d'intervention du projet. Pour ce faire, la taille globale de l'échantillon a été déterminée selon la formule de Daniel Schwartz ; avec un niveau de confiance de 1.96, une prévalence estimée à 50%, une marge d'erreur de 5% et un effet de grappe de 1.5 ; $n = \{t^2 \times p \times q\} / d^2 \times DEFF = 576 \approx 580$.

Ainsi, la taille de l'échantillon est de cinq cent quatre-vingts (580) ménages.

Sélection des ménages

Pour cette étude, vingt (20) ménages par village ou quartier ont été considérés. Ces derniers sont tirés au sein du village selon sa superficie et sa dimension (divisé en 2 ou 5 segments s'il est petit ou gros respectivement). Un segment est choisi au hasard pour administrer le questionnaire.

Pour obtenir le nombre global des villages à enquêter, la taille de l'échantillon est divisée par 20 ; $n' = 580/20 = 29$.

Un total de vingt-neuf (29) villages a été enquêté sur l'ensemble de la zone d'intervention. Ces derniers ont été répartis entre les régions et les communes en appliquant la méthode de proportionnalité.

S'agissant des régions, le poids par région est obtenu en divisant la population de chaque région par la population totale. Et le nombre des villages est obtenu en multipliant le poids par le nombre global des villages à enquêter par région.

Pour ce qui est des communes, la population de chaque commune est divisée par la population totale de sa région pour avoir le poids. Ce dernier est multiplié par le nombre global des villages à enquêter par commune.

Pour identifier les villages d'enquête, c'est la méthode LAQS (Lot Quality Assurance Sampling) qui a été utilisée pour faire le tirage. Il faut faire le cumul de la population de chaque commune divisée par le poids de sa région. Ensuite, tirer au hasard le premier chiffre dans l'intervalle, appliquer le pas de sondage et ce dernier est utilisé pour indiquer les villages échantillonnés. Le tableau 1 donne un aperçu des communes/villages échantillonnés.

Tableau 1 : Liste des régions, communes et villages concernés pour l'étude

Régions	Communes	Villages sélectionnés
Maradi	Jirataoua	Garin daji, Radi magagi, Rijia bagouari, Kodaraoua
	Saesaboua	Katshina kori
	Aguié	Roubabia, Dan rago
	Guidan roudjji	In marake
Dosso	Guecheme	Fadama, lokoko
	N'gonga	Boula korgui Zarma
	Koygolo	Karma zarm
Tahoua	Allakaye	Gourgoutoulou
	Tama	Ayawane
	Badaguichiri	Tambass, Roukouzoum
	Malbaza	Nobi sédentaire
	Tsernaoua	Kaku, Guidan rana, Tounga Makoki
	Doguera	Balgaya
	Galma	Arewa gobirawa, Sharifawa, Nassarawa
Madaoua	Tounfafi	
Tillabéry	Sabon guida	Koumassa
	Hamdallaye	Gagare
Zinder	Droum	Kafi
	Dogo	Makokia
Total	19	29

Collecte et traitement statistique de données

Les données ont été collectées avec ODK/collect sur tablette et traitées avec les logiciels Excel version 2016 et R version 4.4.0.

Résultats et Discussion

Résultats

Tableau 2 : Caractéristiques sociodémographique et économique des répondants

Variables	Fréquence	Pourcentage (%)
Localités		
DOSSO	80	13,8
Maradi	160	27,6
Tahoua	280	48,3
Tillabéry	20	3,4
Zinder	40	6,9
Tranches d'âge		
<15	2	0,3
]15-25]	84	14,5
]25-60]	429	74
Plus de 60	65	11,2
Niveau d'instruction		
Aucun	215	37,1
Coranique	276	47,6
Primaire	68	11,7
Secondaire	20	3,4
Supérieur	1	0,2
Activité principale		
Agent villageois	1	0,2
Agriculture	310	53,4
Commerce	126	21,7
Courtière	2	0,3
Élevage	38	6,6
Enseignement	1	0,2
Jardinage	10	1,7
Ménage	90	15,5
Sagefemme	1	0,2
Tresse	1	0,2

Le tableau 2 montre que la totalité des enquêtés sont d'origine Nigérienne et de sexe féminin. Le haussa est l'ethnie majoritaire à 88,8% suivi de Zarma et Touareg qui sont représentées respectivement à 10,5% et 0,7%. 74% des enquêtés ont un âge compris entre vingt-cinq (25) et soixante (60) ans, ces derniers sont à moitié des apprenantes coraniques (47,6%) suivies des analphabètes (37,1%). La plupart (86,4%) d'entre elles sont mariées. Les principales activités de ces répondantes sont l'agriculture, le commerce et le ménage représentés respectivement à 53,4% ; 21,7% et 15,5%.

La figure 2 montre que les différentes espèces de LFV couramment consommées dans les cinq (5) régions des zones d'étude. Sur soixante-seize (76) espèces, 6 (*Cassia tora*, *Vigna unguiculata* etc..) sont consommées au moins par 75% (Classe A) des ménages ; 10 (*Amaranthus spinosus*, *Gynandropsis gynandra* etc..) au moins par 50% (Classe B) de ménages ; 35

(*Mahinot esculenta*, *Spinacia oleracea* etc..) au moins par 25% (Classe C) de ménages et enfin moins de 1% (Classe D) consomme les 25 espèces restantes (*Ipomoea batatas*, *Merramia emarginata* etc..).

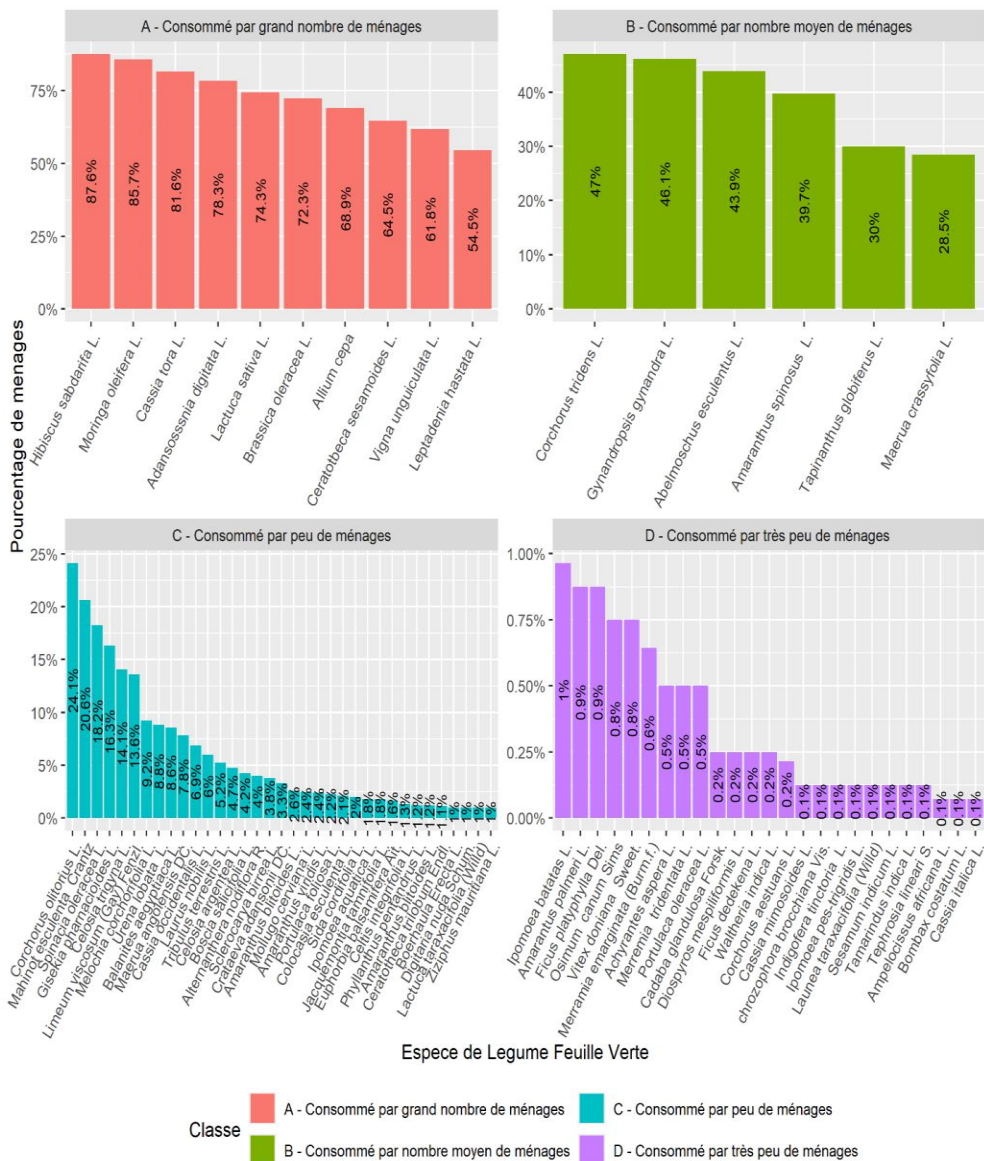


Figure 2 : Catégorisation des légumes-feuilles vertes selon le taux de consommation. **Classe A :** consommé au moins par 1% des ménages ; **Classe B :** consommé au moins par 25% des ménages ; **Classe C :** consommé au moins par 50% des ménages et **Classe D :** consommé au moins par 75% des ménages.

De manière spécifique, certains LFV sont rencontrés par région. La figure 3 donne le nombre de ces légumes par région. La plus grande unité (17)

est observée dans la région de Maradi (*Boscia salicifolia*, *Euphorbia balsamifera* etc..) par rapport aux régions de Tahoua qui est à moitié (*Colocasia esculenta*, *Jacquemontia tamnifolia* etc..) et Dosso avec les 6 espèces rencontrées (*Portulaca foliosa*, *Boerhavia Erecta* etc..). En dernière position se retrouvent les deux zones d'intervention restantes à savoir Tillabéry et Zinder avec respectivement 4 (*Alternanthera nodiflora*, *Sida cordifolia* etc..) et 2 (*Laurus nobilis*, *Lactuca taraxacifolia*).

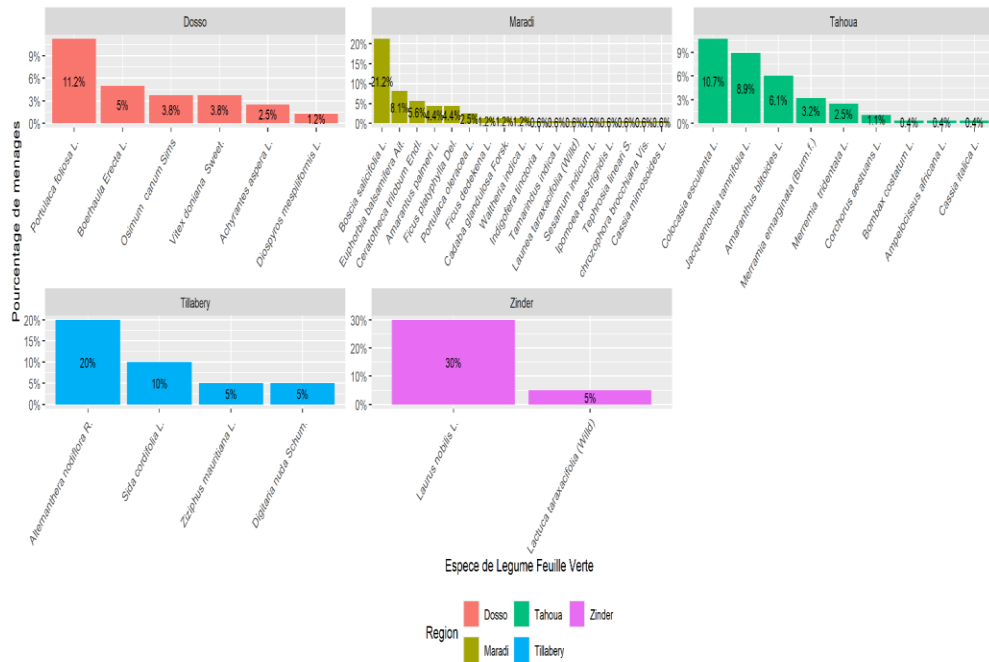


Figure 3 : Types des légumes-feuilles vertes spécifiques par région

Tableau 3 : Classification de consommation des légumes-feuilles vertes par région

Variables	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	N
Dosso	0	23 (57.5%)	6 (15%)	11 (27.5%)	40 (100%)
Maradi	19 (38.8%)	11 (22.4%)	7 (14.3%)	12 (24.5%)	49 (100%)
Tahoua	6 (13.3%)	22 (48.9%)	7 (15.6%)	10 (22.2%)	45 (100%)
Tillabéry	0	12 (40%)	7 (23.3%)	11(36.7%)	30 (100%)
Zinder	0	9 (36%)	3 (12%)	13 (52%)	25 (100%)

Classe A : consommé au moins par 1% des ménages ; Classe B : consommé au moins par 25% des ménages ; Classe C : consommé au moins par 50% des ménages ; Classe D : consommé au moins par 75%ndes ménages et N = nombre des LfV rencontrés et consommés dans chaque zone d'intervention.

Il ressort du tableau 3 que les moyennes de consommation des LfV varient de 3 à 7 selon les régions du Niger au niveau de la classe moyenne (Classe C). La région de Zinder observe la plus petite moyenne de consommation (3) mais aussi la première classe des consommateurs (au moins 75% des ménages). Les moyennes de consommation les plus élevées au niveau

de Classe A et Classe B sont observées dans les régions de Maradi et Dosso avec 19 et 23 respectivement.

La figure 4 reflète la saisonnalité des LFV dans les localités du Niger. La saison de pluie est la période où ces espèces sont plus disponibles sur les quatre (4) niveaux de consommation (*Cassia tora*, *Vigna unguiculata*, *Hibiscus sabdarifa*, *Gynandropsis gynandra*, *Corchorus tridens*, *Amaranthus viridis*, *Phyllanthus pentandrus*, *Launea taraxacifolia*, *Merramia emarginata* etc..) suivie de la saison sèche-froide (*Adansosssnia digitata*, *Ceratotbeca sesamoides*, *Tapinanthus globiferus*, *Portulaca foliosa*, *Limeum viscosum*, *Achyranthes aspera*, *Ficus dedekena*, *Ficus platyphylla*, *Osimum canum* etc..).



Figure 4 : Saisonnalité des légumes-feuilles vertes dans les localités
Saison sèche ou saison fraîche : octobre à avril ou décembre à février ; **Saison chaude :** mars à mai ; **Saison de pluies :** juin à octobre.

Il ressort de la figure 5 que la plupart des LFV sont rencontrés en quantité tres abondante par différents niveaux de consommation (*Gynandropsis gynandra*, *Vigna unguiculata*, *Tapinanthus globiferus*, *Phyllanthus pentandrus*, *Celtis integrifolia*, *Merramia emarginata*, *Ipomoea batatas*, *Launea taraxacifolia* etc...), et beaucoup en faible quantité (*Moringa oleifera.*, *Cassia tora*, *Brassica oleracea*, *Abelmoschus esculentus*, *Amaranthus spinosus*, *Portulaca oleracea*, *Sesamum indicum*, *Tribulus terrestris*, *Urena lobata* etc..).

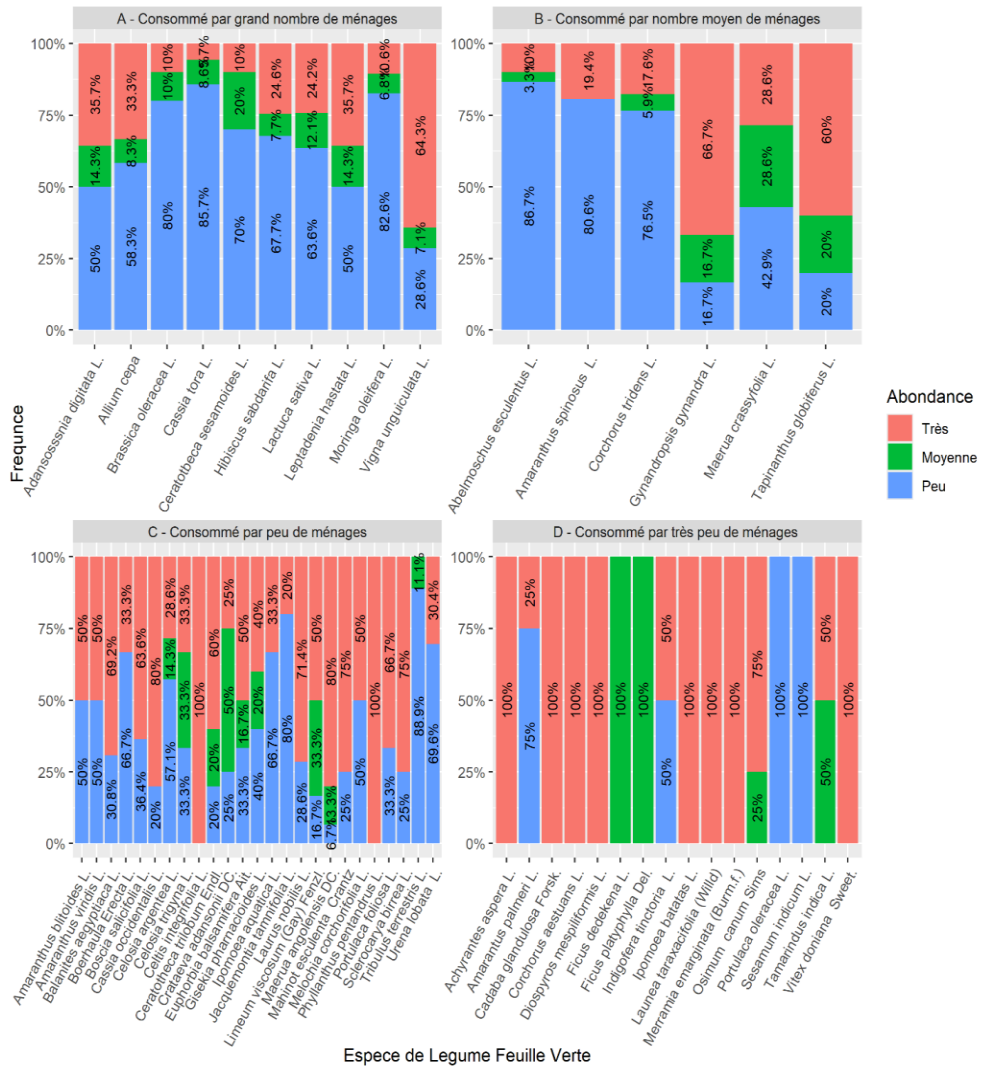


Figure 5 : Abondance des légumes-feuilles vertes dans les localités

Peu : C'est quand un/des légume(s) se retrouve(ent) spécifiquement sur un/des lieu(x) connu(s) dans une localité ; **Moyenne :** C'est quand un/des légume(s) pour être retrouvé(s) dans une localité, il/ils doit(doivent) être recherché(s) et **Très :** C'est quand un/des légume(s) peut être retrouvé(s) un peu partout dans une localité, même dans et aux alentours des concessions.

Il ressort de la figure 6 que, selon les niveaux de consommation, plusieurs LFV ont un niveau d'accessibilité élevé dans plus de 50% des ménages. Ce sont l'exemple de *Vigna unguiculata*, *Allium cepa*, *Ceratotbeca sesamoides*, *Lactuca sativa*, *Tapinanthus globiferus*, *Abelmoschus esculentus*, *Corchorus aestuans*, *Merramia emarginata*, *Launea taraxacifolia*, *Celtis integrifolia* etc...

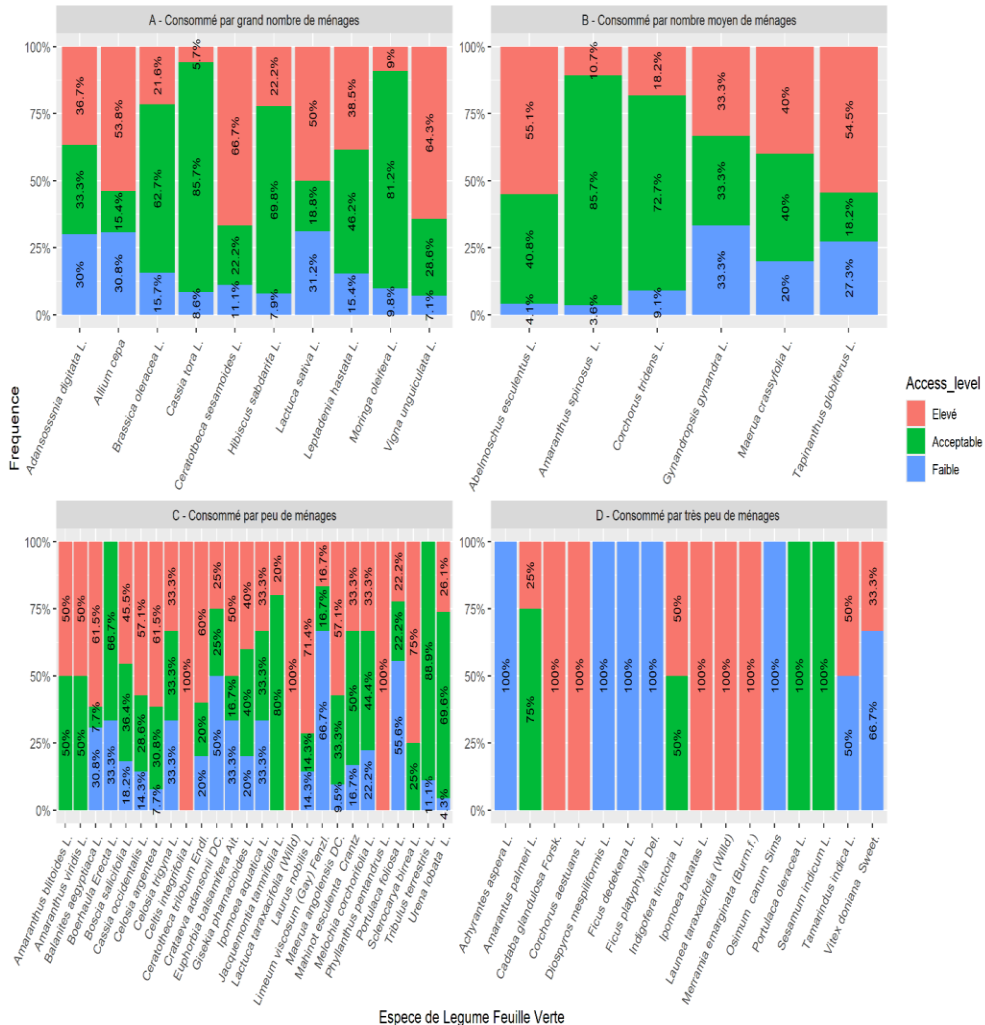


Figure 6 : Niveau d'accessibilité des légumes-feuilles vertes

Toutes les variables contribuent de manière positive aux deux dimensions dont la première est significative à un taux de plus 60% (figure 7). Aussi, plus de la moitié des variables contribuent sur la formation de la 1^{ère} dimension (Aspect-Sombre, Goût-Neutre, Odeur-Acceptable) ; deux sont sur la deuxième (Goût-Aigre, Odeur-Désagréable) et le Goût-Amer contribue seulement sur la troisième dimension.

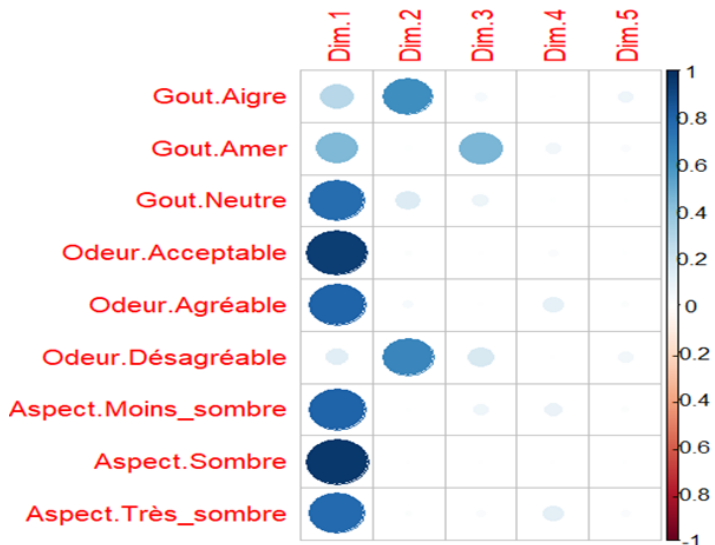


Figure 7 : Contribution des variables sur les dimensions

La figure 8 donne plus des détails sur la contribution par rapport à la figure 6. Il y a lieu d'observer en profondeur les places des individus. Les 4 et 39 sont plus corrélés par un Goût-Aigre et une Odeur-Désagréable ; les 1, 3, 15, 25, 45, 38 etc. par un Goût-Neutre, une Odeur-Agréable et un Aspect-Très_Sombre et la majorité (60) des individus sont liés au Goût-Amer, à un Odeur-Acceptable et à un Aspect-Sombre ou Moins_Sombre.

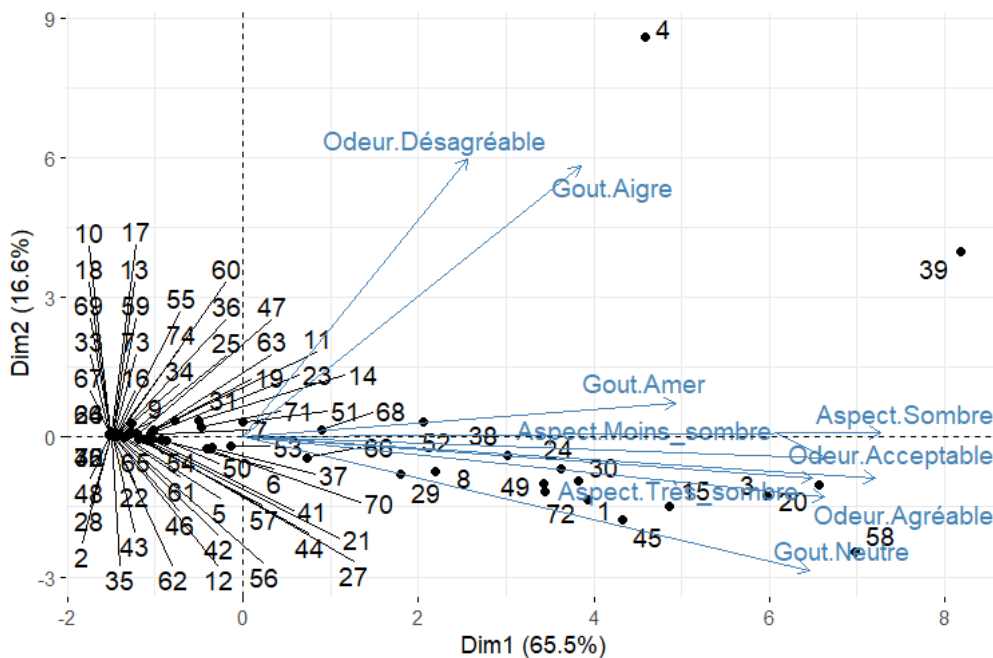


Figure 8 : Corrélation entre les variables et les individus

En fonction de la similarité des caractéristiques organoleptiques de ces différents LFV, ces derniers ont été regroupés en trois (3) clusters. Le premier regroupe deux individus (4 et 39) corrélés par deux variables (Goût-Aigre et Odeur-Désagréable) tandis que le deuxième contient quatorze individus (1, 3, 15, 25, 45, 38 etc..) corrélés par trois variables (Goût-Neutre, Odeur-Agréable et Aspect-Très_Sombre) et le dernier a soixante individus (10, 17, 60, 22 etc..) liés par les quatre variables restantes (Goût-Amer, Odeur-Acceptable et Aspect-Sombre ou Moins_Sombre).

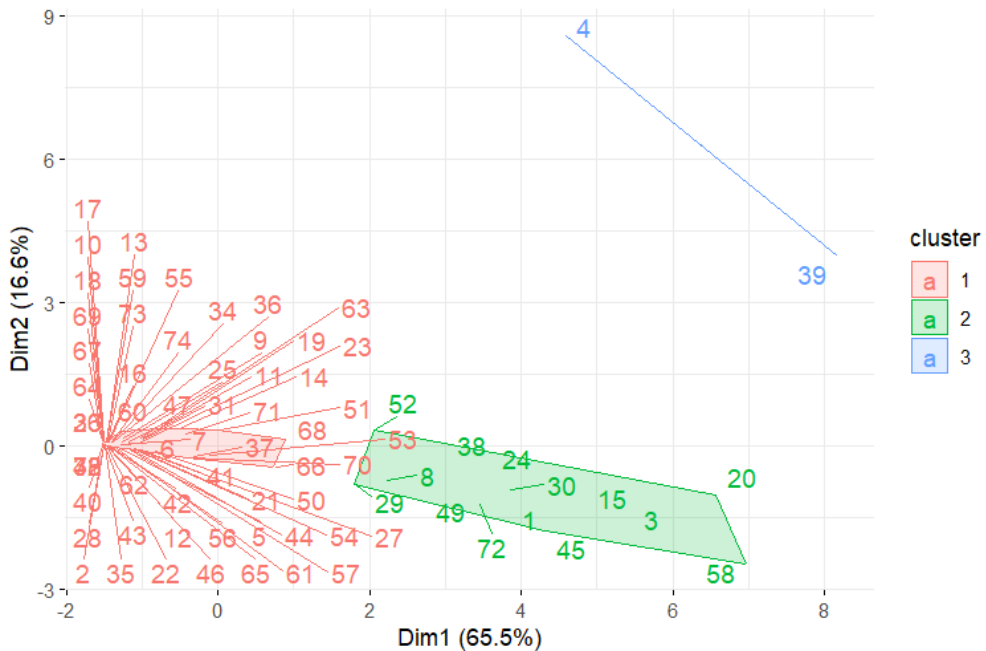


Figure 9 : Clustering des espèces sur les caractéristiques organoleptiques

Discussion

Dans cette étude, le sexe féminin est retenu pour mener les interrogations chez tous les enquêtés. Bien que souvent les femmes sont assistées par leurs conjoints en cas d'omission de certaines informations. Ce choix s'explique par le fait que c'est les femmes qui sont en charge de la cueillette et surtout de la cuisine quand il s'agit de la consommation des légumes feuilles ; Agbankpe et al. (2014) ont fait le même constat que c'est le genre féminin qui est maître de la gestion des LFV. Elles sont adultes avec un âge compris entre vingt-cinq (25) à soixante (60) ans. Ce même constat a été fait par Ta-Bi et al. (2016) que la majorité des enquêtées ont une tranche d'âge de dix-huit (18) à soixante-dix (70) ans. La majorité (84,7%) des interrogées n'ont aucun niveau d'instruction. Ceci peut se justifier qu'au Niger le niveau d'éducation est encore très bas surtout chez les femmes qui, par culture, sont des chefs de cuisine au niveau ménages. Selon FAO (2019), il en

faut des stratégies en vue de renverser la tendance car en effet, la gestion durable des ressources naturelles demande un minimum de niveau d'instruction en vue d'accueillir ou de contribuer à l'éducation relative à la gestion durable de celles-ci. En outre, le niveau d'instruction a une incidence très remarquable dans l'adoption des innovations et/ou dans le transfert de connaissances, de technologies en vue d'accroître la productivité dans tous les secteurs d'activités et dans la prise de décision (Tingu *et al.*, 2019). Selon les résultats de cette investigation, l'agriculture est la principale activité de la plupart des ménages enquêtés. Des résultats similaires ont été obtenus par Atakpama *et al.* (2018) et Ngbolua *et al.* (2021) que la majorité des enquêtés sont des cultivateurs. Au Niger plusieurs travaux (limités, ciblés et moins larges) ont été effectués sur les plantes alimentaires spontanées et les produits forestiers non ligneux dont ceux de Jocelyn *et al.* (2008), Balla *et al.* (2008), Douma (2009), Dan Guimbo *et al.* (2012) et Hama *et al.* (2019). Il est ressorti de cette étude que soixante-seize (76) espèces des LFV réparties en trente-cinq (35) familles ont été répertoriées. Toutes ces espèces sont consommées quotidiennement par les ménages. Ceci montre que ces LFV présentent une importance capitale dans la contribution à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations surtout vulnérables. Toutefois, la disponibilité et l'abondance de ces feuilles sont dépendantes de leur caractère spontané, de moyens de culture irriguée, de la localité et de la saisonnalité. C'est dans ce sens que Diarra *et al.* (2016) ont affirmé que l'importance d'une plante alimentaire, spécifiquement les LFV, varie en fonction de l'habitude alimentaire de la population. Au Benin, Van der Zon & Grubben (1976), Colin & Hevd (1991), Sokpon & Lejoly (1996) et Codjia *et al.* (2009) avaient répertorié respectivement soixante-dix (70) légumes-feuilles spontanés et cultivés, six (6) légumes-feuilles locaux consommés, quatre-vingt-dix-huit (98) espèces comestibles et trente-six (36) espèces des légumes-feuilles. Cent cinquante (150) plantes utilisées, au Cameroun, étaient considérées en tant que légumes (Stevens, 1990). Au Congo, Ngbolua *et al.* (2021) ont recensé trente (30) espèces des plantes sauvages alimentaires dont plus de 72,2% sont consommées pour leurs feuilles ; et quatre-vingt-sept (87) plantes alimentaires spontanés ont été inventoriées par Diarra *et al.* (2016) au Mali. En Côte d'Ivoire, Bédiakon *et al.* (2018) ont obtenu quatre-vingt-seize (96) plantes réparties en quarante-huit (48) familles et quatre-vingt-sept (87) genres dont 30% sont consommées pour leurs feuilles tandis que l'étude de Benjamin *et al.* (2020) a fait ressortir sept (7) légumes-feuilles les plus consommés dans la ville de Daloa. Selon Effoe *et al.* (2020), soixante-seize (76) plantes alimentaires utilisées en médecine traditionnelle réparties en trente-six (36) familles et soixante-douze (72) genres étaient recensées dont 77.85% sont utilisées pour leurs feuilles au Togo. Selon les quatre (4) classes du taux de consommation des LFV dans les ménages, certains se sont plus adaptés dans

l'habitude alimentaire que d'autres. Aussi, l'existence de certaines espèces est spécifique à une région bien que la consommation puisse être généralisée dans plusieurs localités du Niger. Plusieurs LFV sont disponibles sur toutes les périodes de l'année même si cette disponibilité peut différer en fonction de la zone. Ceci montre la facilité à la population d'avoir accès à ces espèces facilement utilisables surtout pendant la période de soudure. D'une période à l'autre, d'une localité à l'autre, on constate une variation tant au niveau de saisonnalité qu'au niveau d'abondance mais aussi au niveau d'accessibilité sur une même espèce. Le même constat a été fait par Mahamane *et al.* (2007) que la disponibilité de la majorité des légumes feuilles et des fruits sauvages comestibles les plus utilisés interviennent en fin de la saison sèche et jusqu'à la fin de la saison de pluies, ce qui correspond à la période de soudure dans la zone. Malgré la disponibilité et une forte consommation des LFV, certains deviennent rares durant la saison sèche-chaude. Ceci peut être dû au manque de promotion des vertus nutritives et des semences disponibles de beaucoup d'espèces naturelles en général et de légumes feuilles en particulier. Aussi, ces facteurs limitants seraient à l'origine de la disparition de plusieurs espèces au fur du temps. Le même constat a été fait par Dan Guimbo *et al.* (2012).

La culture et surtout la consommation de certaines variétés sont défavorisées par un certain nombre de leurs caractéristiques organoleptiques (Goût-Amer, Odeur-Désagréable). Malgré ces facteurs limitants, ces espèces sont continuellement recherchées et consommées par la population en utilisant les techniques traditionnelles ou semi-modernes pour neutraliser. L'approximité de ces caractéristiques organoleptiques font ressortir trois (3) clusters. Ceci prouve que ces feuilles auraient beaucoup des traits communs et une grande similarité en termes d'utilisation alimentaire et d'éléments nutritifs dont la confirmation sera le prochain objectif.

Conclusion

Cette étude a permis de répertorier soixante-seize (76) espèces classées en trente-cinq (35) familles couramment consommées au Niger. L'évaluation des paramètres de répartition, de saisonnalité, d'abondance et du niveau d'accessibilité de chaque type de légume-feuille verte a permis d'identifier les espèces spécifiquement rencontrées dans chaque milieu de recherche et celles qui sont en commun. La saison de pluies marque la disponibilité de toutes les espèces, très abondantes et plus accessibles vue leur caractère potager. Le test organoleptique a aussi permis de regrouper ces LFV en trois (3) clusters selon les modalités d'appréciation (Goût, Odeur et Aspect) soumises aux répondants. Tous ces paramètres mesurés permettent non seulement de voir la variabilité d'accès mais aussi le facteur sur lequel la promotion des variétés, moins disponibles et très rarement consommées, peuvent être envisagées de façon permanente. Pour une meilleure intégration, il serait nécessaire de

connaître les valeurs nutritives de tous ces légumes à feuilles vertes inventoriés et la mise en possession de leurs semences aux profits de la communauté.

Conflits d'intérêt : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêt.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Ce travail a bénéficié de l'appui financier du Project de Recherche-Développement pour la Sécurité Alimentaire et l'Adaptation au Changement Climatique des Systèmes Ruraux de Production au Niger (REDSAACC-NIGER) du Royaume Norvégien à travers CARE International-Niger et de l'Institut National Recherche Agronomique du Niger (INRAN).

Déclaration pour les participants humains : Cette étude a été approuvée par les chefs-lieux Régions, Département, Communes et Villages et les principes de la Déclaration d'Helsinki ont été suivis.

Références :

1. Agbankpé A. J., Dougnon T.V., Bankole H. S., Yèhouéno B., Yedomonhan H., Legonou M. & Dougnon T. J. (2014). Etude ethnobotanique des légumes feuilles thérapeutiques utilisés dans le traitement des diarrhées au sud-Bé Int. J. Biol. Chem. Sci. 8(4): 1784-1795, ISSN 1991-8631.
2. Ali A., Abdou L., Douma S., Mahamane A. & Saadou M. (2016). Les ligneux alimentaires de soudure dans les communes rurales de Tamou et Tondikiwindi: diversité et structure des populations. Journal of Animal & Plant Sciences, Vol. 31, Issue 1 (2016) 4889 – 4900.
3. Almekinders C. & Boef W. (2000). Encouraging diversity. The conservation and development of plant genetic resources. Intermediate Technology. Publication, London (UK), 14 p.
4. Anin-Louise O. A., Léniféré C. S., Christophe K., Adouko E. A. & Kouakou K. A. K. (2012). Valeur nutritionnelle des légumes feuilles consommés en Côte d'Ivoire. Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(1): 128-135, ISSN 1991-8631.
5. Atakpama W., Asseki E., Kpemissi A. E., Koudegnan C., Batawila K. & Akpagana K. (2018). Importance socio-économique de la forêt communautaire d'Edouwossi-copé dans la préfecture d'Amou au Togo. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. 6:55-63.

6. Balla A. & Baragé M. (2008). Analyse physicochimique de la pulpe et caractérisation de la fraction liquide des amandes du fruit du pommier de Cayor (*Neocarya macrophylla* Sabine). Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, 61: 1-6.
7. Bédiakon B. K. D., Beugré G. A. M., Yao K. & Ouattara D. (2018). Enquête ethnobotanique sur les plantes spontanées alimentaires dans le département d'Agboville (Côte d'Ivoire). International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 9, Issue 11, 1843 ISSN 2229-5518.
8. Chweya J. A. & Eyzaguirre P.(eds.) (1999). The biodiversity of traditional leafy vegetables. IPGRI Rome (Italy), 182 p.
9. Codjia J. T. C., Vihotogbe R. & Lougbegnon T. (2009). Phytodiversité des légumes-feuilles locales consommées par les peuples Holli et Nagot de la région de Pobè au sud-est du Bénin. Int. J. Biol. Chem. Sci., 3(6): 1265-1273. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v3i6.53145>.
10. Colin J. E. & Hevd J. C. (1991). La situation des légumes feuilles dans la production maraîchère au Sud-Bénin. TROPICULTURA, 9, 3, 129-133.
11. Dan Guimbo I., Ambouta K. J. M. & Mahamane A. (2012). La valorisation alimentaire des fruits de *Neocarya macrophylla* dans le Dallol Bosso (Niger). In Les Plantes du Sahel. CNRS éditions ; 253-265.
12. Dan Guimbo I., Moussa B. & Soumana D. (2012). Etudes préliminaires sur l'utilisation alimentaire des plantes spontanées dans les zones périphériques du parc W du Niger. Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(6): 4007-4017.
13. Denisi B. B. K., Maxwell B. G. A., Konan Y. & Djakalia O. (2018). Enquête ethnobotanique sur les plantes spontanées alimentaires dans le département d'Agboville (Côte d'Ivoire). International Journal of Scientific and Engineering Research, 9: 1843-18.
14. Diarra N., Togola A., Denou A., Willcox M., Daou C. & Diallo D. (2016). Etude ethnobotanique des plantes alimentaires utilisées en période de soudure dans les régions Sud du Mali. Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(1): 184-197, ISSN 1991-8631.
15. Douma S. (2016). Etude ethnobotanique et écologique des plantes ligneuses alimentaires de soudure des systèmes agroforestiers du sud-ouest du Niger : diversité, importance, structure et niveau de menace. Thèse de Doctorat Unique, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), 84 p.
16. Effoe S., Gbekley E. H., Mélila M., Aban A., Tchacondo T., Osseyi E., Karou D. S. & Kokou K. (2020). Étude ethnobotanique des plantes

- alimentaires utilisées en médecine traditionnelle dans la région Maritime du Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(8): 2837-2853, ISSN 1991-8631.
17. FAO. (2011). Les forêts au service de la nutrition et de la sécurité alimentaire. <http://www.fao.org/docrep/014/i2011f/i2011f00.pdf>.
 18. FAO. (2019). L'état de la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde en bref commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture de la FAO : évaluations.
 19. Hama O., Tinni I. & Baragé M. (2019). Contribution des produits forestiers non ligneux à la sécurité alimentaire des ménages dans la commune rurale de Tamou, au Sud-ouest du Niger (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Advanced Research*, 7 (10) 210 - 227, ISSN: 2320-5407.
 20. Iheanacho K. M. E. & Udebuani A. C. (2009). Nutritional Composition of Some Leafy Vegetables Consumed in Imo State, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.*, 13(3) : 35-38.
 21. Jocelyn M. & Dan Guimbo I. (2008). Eats Shoots and Leaves: Adding Local Understanding to the Discussion of Famine Food Resources in Niger. *Practicing Anthropology*, 30(4): 29-32.
 22. Mahamane A., Saadou M. & Lejoly J. (2007). Phénologie de quelques espèces ligneuses du Parc national du « W » du Niger. *Sécheresse*, 1E(4): 1-13.
 23. N'Dri M. T., Gnahoua G. M., Kouassi K. E. & Traoré D. (2008). Plantes alimentaires spontanées de la région du Fromager (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) : flore, habitats et organes consommés ", *Sciences & Nature* Vol. 5 N°1 : 61 – 70, 2008.
 24. Ngbolua K. N., Molongo M. M., Libwa M. T. B., Amogu J. J. D., Kutshi N. N. & Masengo C. A. (2021). Enquête ethnobotanique sur les plantes sauvages alimentaires dans le Territoire de Mobayi-Mbongo (Nord-Ubangi) en République Démocratique du Congo. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 9(2): 259-265.
 25. Sokpon N. & Lejoly J. (1996). Les plantes alimentaires d'une forêt dense caducifoliée : Pobè au sud-est du Bénin. In *L'alimentation en forêt tropicale : Interactions bioculturelles et perspectives de développement*, Hladik MC et al. (eds). UNESCO; 315-324.
 26. Stevels J. M. C. (1990). Légumes traditionnels du Cameroun, une étude agrobotanique. Wageningen Agricultural University papers, 90-1, 262 p.
 27. Ta-Bi I. H., N'Guessan K., Bomisso E. L., Rachel A. R. & Aké S. (2016). Etude Ethnobotanique De Quelques Espèces Du Genre *Corchorus* Rencontrées En Côte d'Ivoire. *European Scientific Journ al* August 2016 edition vol.12, No.24- ISSN : 1857- 7431.

28. Tchiegang C. & Kitikil A. (2004). Données ethno nutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). *Tropicultura*, 22(1): 11-18.
29. Tchientche K. R. K. C., Atangana A. R. & Chagomoka T. N. R. (2013). Nutritional evaluation of five African indigenous vegetables. *Journal of Horticultural Research*.
30. Tingu C. & Mathunabo A. (2019). Analyse de la situation socio-économique et alimentaire des ménages des provinces du Nord et Sud Ubangi en RDC. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 7: 203-211.
31. Van der Zon A. P. M. & Grubben G. J. h. (1976). Les legumes-feuilles spontanés et cultivés du sud-Dahomey. *Communication 65. Koninklijk institut voor de Tropen. Amstardan* 111p.
32. Vodouhe S. E., Tossou R. C. & Soumanou M. M. (2012). Perception des consommateurs sur la qualité nutritionnelle et sanitaire de quelques légumes feuilles locaux produits dans la zone côtière du Sud-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, Numéro spécial Productions Végétales & Animales et Economie & Sociologie Rurales.
33. Yao N'zué B., Kpata-Konan N. E., Guetandé K. L. & Tano K. (2020). Caractérisation De Quelques Légumes-Feuilles Les Plus Consommés Dans La Ville De Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal, ESJ*, 16 (36), 1.

Appendix

Annexe 1 : Clustering des individus et des variables sur les caractéristiques organoleptiques des légumes-feuilles vertes

N°	Légume	Cluster	N°	Légume	Cluster
1	<i>Abelmoschus esculentus L.</i>	2	39	<i>Hibiscus sabdarifa L.</i>	3
2	<i>Achyranthes aspera L.</i>	1	40	<i>Indigofera tinctoria L.</i>	1
3	<i>Adansossonia digitata L.</i>	2	41	<i>Ipomoea aquatica L.</i>	1
4	<i>Allium cepa</i>	3	42	<i>Ipomoea batatas L.</i>	1
5	<i>Alternanthera nodiflora R.</i>	1	43	<i>Ipomoea pes-trigridis L.</i>	1
6	<i>Amaranthus blitoides L.</i>	1	44	<i>Jacquemontia tamnifolia L.</i>	1
7	<i>Amaranthus spinosus L.</i>	1	45	<i>Lactuca sativa L.</i>	2
8	<i>Amaranthus viridis L.</i>	2	46	<i>Lactuca taraxacifolia (Willd)</i>	1
9	<i>Amarantus palmeri L.</i>	1	47	<i>Launea taraxacifolia (Willd)</i>	1
10	<i>Ampelocissus africana L.</i>	1	48	<i>Laurus nobilis L.</i>	1
11	<i>Balanites aegyptiaca L.</i>	1	49	<i>Leptadenia hastata L.</i>	2
12	<i>Boerhaavia Erecta L.</i>	1	50	<i>Limeum viscosum (Gay) Fenzl.</i>	1
13	<i>Bombax costatum L.</i>	1	51	<i>Maerua angolensis DC.</i>	1
14	<i>Boscia salicifolia L.</i>	1	52	<i>Maerua crassyfolia L.</i>	2
15	<i>Brassica oleracea L.</i>	2	53	<i>Mahinot esculenta Crantz</i>	1
16	<i>Cadaba glandulosa Forsk.</i>	1	54	<i>Melochia corchorifolia L.</i>	1
17	<i>Cassia italica L.</i>	1	55	<i>Merramia emarginata (Burm.f.)</i>	1
18	<i>Cassia mimosoides L.</i>	1	56	<i>Merremia tridentata L.</i>	1
19	<i>Cassia occidentalis L.</i>	1	57	<i>Mollugo cerviana L.</i>	1
20	<i>Cassia tora L.</i>	2	58	<i>Moringa oleifera L.</i>	2
21	<i>Celosia argentea L.</i>	1	59	<i>Osmium canum Sims</i>	1
22	<i>Celosia trigyna L.</i>	1	60	<i>Phyllanthus pentandrus L.</i>	1
23	<i>Celtis integrifolia L.</i>	1	61	<i>Portulaca foliosa L.</i>	1
24	<i>Ceratotbeca sesamoides L.</i>	2	62	<i>Portulaca oleracea L.</i>	1
25	<i>Ceratotheca trilobum Endl.</i>	1	63	<i>Sclerocarya birrea L.</i>	1
26	<i>chrozophora brocchiana Vis.</i>	1	64	<i>Sesamum indicum L.</i>	1
27	<i>Colocasia esculenta L.</i>	1	65	<i>Sesbania grandiflora L.</i>	1
28	<i>Corchorus aestuans L.</i>	1	66	<i>Sida cordifolia L.</i>	1
29	<i>Corchorus olitorius L.</i>	2	67	<i>Spinacia oleracea L.</i>	1
30	<i>Corchorus tridens L.</i>	2	68	<i>Tamarindus indica L.</i>	1
31	<i>Crataeva adansonii DC.</i>	1	69	<i>Tapinanthus globiferus L.</i>	1
32	<i>Digitaria nuda Schum.</i>	1	70	<i>Tephrosia lineari S.</i>	1
33	<i>Diospyros mespiliformis L.</i>	1	71	<i>Tribulus terrestris L.</i>	1
34	<i>Euphorbia balsamifera Ait.</i>	1	72	<i>Urena lobata L.</i>	1
35	<i>Ficus dedekena L.</i>	1	73	<i>Vigna unguiculata L.</i>	2
36	<i>Ficus platyphylla Del.</i>	1	74	<i>Vitex doniana Sweet.</i>	1
37	<i>Gisekia pharnaciooides L.</i>	1	75	<i>Waltheria indica L.</i>	1
38	<i>Gynandropsis gynandra L.</i>	2	76	<i>Ziziphus mauritiana L.</i>	1

Tri phytochimique et activité antioxydante *in vitro* des extraits de *Bombax brevicuspe* (Sprague) Roberty (Malvaceae) une plante médicinale utilisée dans le traitement de la fistule obstétricale en Côte d'Ivoire

Lagou Stéphanie Marianne, PhD

UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

Lébri Marius, PhD

Unité de Microbiologie et Biotechnologie, Centre de Recherche en Ecologie, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Tra Bi Fézan Honora

Koné Mamidou Witabouna

UFR Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Fatiha Chigr, PhD

Laboratoire de Genie Biologique, Université Sultan Moulay Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Béni-Mellal, Maroc

Hafid Abderrafia, PhD

Khouili Mostafa, PhD

Laboratoire de Chimie Moéculaire, Matériaux et Catalyse, Université Sultan Moulay Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Béni-Mellal, Maroc

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p127](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p127)

Submitted: 16 June 2023

Accepted: 03 January 2025

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Marianne L.S., Marius L., Honora T.B.F., Witabouna K.M., Chigr F., Abderrafia H. & Mostafa K. (2025). *Tri phytochimique et activité antioxydante in vitro des extraits de Bombax brevicuspe (Sprague) Roberty (Malvaceae) une plante médicinale utilisée dans le traitement de la fistule obstétricale en Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 127. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p127>

Résumé

Bombax brevicuspe (Sprague) Roberty (Malvaceae) est une plante médicinale utilisée dans le traitement traditionnel de la fistule obstétricale en Côte d'Ivoire. Cette étude a pour but d'évaluer l'activité antioxydante *in vitro* des extraits de l'écorce de *B. brevicuspe*. Les différents extraits (aqueux, éthanol, acétate d'éthyle et hexane) de l'écorce de *B. brevicuspe* ont été obtenus par décoction et par macération. Après le screening phytochimique,

l'activité antiradicalaire des extraits à différentes concentrations a été déterminée par le test du DPPH et les pourcentages d'inhibition du DPPH (IC50) ont été calculés. Le screening phytochimique a montré que l'écorce de *B. brevicuspe* est riche en groupes chimiques naturelles (alcaloïdes, flavonoïdes, tanins, coumarines, stérols, triterpénoïdes et saponines). Tous les extraits ont montré une activité antioxydante en piégeant les radicaux libres DPPH selon la concentration. Il a été enregistré une augmentation des valeurs IC50 de (5 à 60µg/ml). L'extrait hexanique a montré une IC50 (5 µg/mL) proche de la vitamine C (4,5µg/ml). Les résultats obtenus suggèrent que les extraits de l'écorce de tige *B. brevicuspe* contiennent plusieurs groupes chimiques et présentent une activité antioxydante au test du DPPH.

Mots-clés: Bombax brevicuspe, screening phytochimique, activité antioxydante, fistule obstétricale

Phytochemical screening and antioxidant activity *in vitro* of extracts of *Bombax brevicuspe* (Sprague) Roberty (Malvaceae) a medicinal plant used in treatment obstetric fistula in Côte d'Ivoire

Lagou Stéphanie Marianne, PhD

UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire

Lébri Marius, PhD

Unité de Microbiologie et Biotechnologie, Centre de Recherche en Ecologie,
Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Tra Bi Fézan Honora

Koné Mamidou Witabouna

UFR Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Fatiha Chigr, PhD

Laboratoire de Genie Biologique, Université Sultan Moulay Slimane,
Faculté des Sciences et Techniques, Béni-Mellal, Maroc

Hafid Abderrafia, PhD

Khouili Mostafa, PhD

Laboratoire de Chimie Moéculaire, Matériaux et Catalyse, Université Sultan
Moulay Slimane, Faculté des Sciences et Techniques, Béni-Mellal, Maroc

Abstract

Bombax brevicuspe (Sprague) Roberty (Malvaceae) is a medicinal plant used in the traditional treatment of obstetric fistula in Côte d'Ivoire. The purpose of this study is to evaluate the *in vitro* antioxidant activity of *B.*

brevicuspe bark extracts. The various extracts (aqueous, ethanol, ethyl acetate and hexane) of the bark of *B. brevicuspe* were obtained by decoction and maceration. After phytochemical screening, the anti-radical activity of the extracts at different concentrations was determined by the DPPH test and the percentages of DPPH inhibition (IC₅₀) were calculated. Phytochemical screening has shown that the bark of *B. brevicuspe* is rich in natural chemical groups (alkaloids, flavonoids, tannins, coumarins, sterols, triterpenoids and saponins). All extracts showed antioxidant activity by scavenging DPPH free radicals depending on concentration. An increase in IC₅₀ values of (60 to 5 µg/ml) was recorded. The hexanic extract showed an IC₅₀ (5 µg/mL) close to vitamin C (4.5 µg/ml). The results obtained suggest that *Bombax brevicuspe* extracts contain several chemical groups and exhibit antioxidant activity in the DPPH test.

Keywords: Bombax brevicuspe, phytochemical screening, antioxidant activity, obstetric fistula

Introduction

La fistule obstétricale est l'une des conséquences tragiques de l'accouchement sans assistance médicale. Il s'agit d'une communication anormale entre les organes génitaux et les voies urinaires (Kouye et al., 2006; Lagou et al., 2016). Elle touche 50000 à 100000 femmes chaque année dans le monde et l'OMS estime que plus de 2 millions de femmes actuelles sont atteintes de fistule obstétricale. Ce nombre augmente chaque année 50000 en Afrique et 150000 en Asie. En Afrique de l'Ouest, 5000 nouveaux cas de fistule obstétricale sont signalés chaque année (Lagou, 2018). En Côte d'Ivoire, la prévalence des fistules reste difficile à estimer du fait de l'insuffisance de documentation véritable sur le sujet, du caractère tabou de la maladie et des difficultés d'accessibilité des malades aux rares centres de références situés dans la capitale. Aussi, le coût élevé d'une cure chirurgicale constitue le seul moyen de guérison proposé par la médecine moderne (Kouye et al., 2006; Lagou et al., 2016). La chirurgie est l'une des plus difficiles, elle est le plus souvent, émaillée de nombreux échecs entraînant de multiples hospitalisations et mettant, ainsi à rude épreuve, la patience. De plus, le fardeau social de cette pathologie est lourd car les femmes atteintes sont souvent rejetées de la vie en communauté (Lagou et al., 2016). Une enquête ethnobotanique effectuée en Côte d'Ivoire dans le district d'Abidjan a permis de répertorier 13 espèces végétales (13 genres et 8 familles) utilisées traditionnellement dans le traitement de la fistule obstétricale (Lébri-Lagou et al., 2016). Parmi ces espèces de plantes *Bombax brevicuspe* est reconnue pour ses vertus thérapeutiques en médecine traditionnelle. La poudre de racine s'applique sur les œdèmes et les luxations. Une pâte de poudre de racine

mélangée à de l'eau se prend pour traiter les rhumatismes et la dysenterie. (Lagou, 2018) Des études ethnobotaniques ont montré que *Bombax brevicuspe* est aussi utilisée comme agent antitumoral. La décoction de l'écorce se prend en gargarismes pour traiter le mal de gorge et s'emploie pour favoriser la cicatrisation. L'écorce est également utilisée dans le traitement des furoncles et des maladies vénériennes (Lagou, 2018). La présente étude consiste à effectuer le triphytochimique et d'évaluer l'activité antioxydante des extraits de l'écorce de *Bombax brevicuspe*.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

L'écorce *Bombax brevicuspe* a été récoltée à Petit-Yapo (Agboville), au sud de la Côte d'Ivoire. La plante a été identifiée au Centre national floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny. Les écorces séchées à l'abri du soleil ont été broyées et la poudre obtenue a été utilisée pour la préparation des extraits.

Préparation des extraits

Les extraits ont été préparés par décoction et par macération à l'aide de solvants à polarité croissante (eau distillée, éthanol, acétate d'éthyle et hexane) selon la méthode de Lébri et al., (2015).

Décoction

Dix (10) g de poudre d'écorce ont été repris dans 100 mL d'une solution d'eau distillée dans un ballon à tricône de 250 mL surmontée d'un réfrigérant connecté à un robinet ouvert à l'aide d'un tuyau. Le tricône surmonté du réfrigérant est disposé dans un chauffe-ballon maintenu à une température (50°C) de chauffage constante pendant une heure. Après refroidissement, le mélange a été filtré 3 fois sur du coton hydrophile et mise à l'étuve à 55°C pendant 24 h, le séchage a permis d'obtenir un extrait sec.

Macération

Extrait éthanolique

Vingt-cinq (25) g de poudre ont été macérés pendant 48 heures dans 125 mL d'éthanol sous agitation (agitateur magnétique VELP SCIENTIFICA). L'homogénat éthanolique a été filtré une fois sur coton hydrophile et une fois sur papier filtre (Whatman). Le filtrat a été totalement séché à l'aide d'un évaporateur rotatif (HEIDOLPH WB 2000) à 65°C. L'extrait a été séché à l'étuve à 55°C (SELECTA) pendant 24 heures. Le produit sec obtenu était l'extrait éthanolique (EE).

Acétate d'éthyle

Vingt-cinq (25) g de poudre ont été macérés pendant 48 heures dans 125 mL d'acétate d'éthyle sous agitation (agitateur magnétique VELP SCIENTIFICA). L'homogénat acétatique a été filtré deux fois sur du coton hydrophile et le filtrat a été séché à la température ambiante pendant 24 heures avant un passage à l'étuve à 55 °C pendant 24 heures pour produire l'extrait sec acétate d'éthyl (EAe).

Extrait hexanique

Vingt-cinq (25) g de poudre ont été macérés pendant 48 heures dans 125 mL d'hexane sous agitation (agitateur magnétique VELP SCIENTIFICA). L'homogénat a été filtré sur du coton hydrophile et laissé évaporer à température ambiante pendant 24 heures avant un passage à l'étuve pendant 24 heures pour séchage total. L'extrait sec obtenu est l'extrait hexanique (EHAP).

Tri phytochimique

Il s'agit d'analyses qualitatives basées sur des réactions de coloration et/ou de précipitation (Lébri et al., 2015). Tableau 1

Tableau 1: Réactifs spécifiques et réactions du tri phytochimique

Groupes chimiques		Réactifs spécifiques	Réactions caractéristiques
Alcaloïdes		Dragendorff. (tétraiodobismuthale de potassium)	Coloration orangée avec apparition de précipité
Composés polyphénoliques	Tanins	Réaction de Stiasny (FeCl ₃)	Une coloration verdâtre ou bleunoirâtre
	Flavonoïdes	Réaction à la cyanidine	Coloration rose orangé; rose violacé ou rouge
Composés quinoniques Coumarines		Réaction de Bornträger-UV	Inflorescence intense
Saponines		Détermination de l'Indice Mousse (IM*)	Test positif si IM>100 mousse intense
Stérols et triterpènes		Liebermann-Burchard (Anhydride Acétique-H ₂ SO ₄)	L'apparition à l'interphase d'un anneau pourpre ou violet, virant au bleu puis au vert

Activité antioxydante des extraits par le test de piégeage des radicaux libres DPPH

Un test de piégeage des radicaux libres DPPH a été effectué pour déterminer l'activité antioxydante à différentes concentrations des extraits de l'écorce.

Quinze milligrammes (15 mg) des différents extraits ont été dissouts dans 1,5 mL de méthanol pour obtenir des solutions mères de 10 mg/mL. A

partir de ces solutions mères, différentes dilutions sont effectuées pour conduire à une gamme de huit concentrations : 800 µg/mL ; 400 µg/mL ; 200 µg/mL ; 100 µg/mL ; 50 µg/mL ; 25 µg/mL ; 12,5 µg/mL ; 6,25 µg/mL. La vitamine C, retenue comme référence (témoin positif), a été préparée à la même concentration (10 mg/mL). Le DPPH utilisé comme témoin négatif, a été préparé à 0,04 % dans du méthanol. Les tests ont été réalisés dans des microplaques à 96 puits. A 100 µL des différents extraits, on a ajouté 100 µL de DPPH. Le tout est porté à l'obscurité pendant 30 minutes puis les absorbances ont été lues grâce à un lecteur de microplaques (LABSYSTEMS MULTIKAN EX) à 540 nm. Les tests ont été dupliqués pour chaque concentration, puis la moyenne des deux mesures optiques a été calculée. Les pourcentages d'inhibition du DPPH ont été calculés par la formule suivante . :

$$(\%) \text{ Inibition du DPPH} = [(A_0 - A_1)/(A_0)] \times 100$$

A_0 est l'absorbance du blanc

A_1 est l'absorbance de l'extrait à une concentration donnée après 30 min d'incubation

A partir de ces pourcentages d'inhibition, la concentration inhibitrice 50 (IC_{50}) de chaque extrait a été déterminée graphiquement.

Analyses statistique

Tous les résultats sont exprimés en moyenne \pm Ecart Type. La signification de la différence a été calculée par le test t de Student, et une différence significative a été acceptée à $p < 0,05$ significative.

Résultats

Tri phytochimique

L'étude phytochimique qualitative a révélé la présence de plusieurs groupes chimiques (alcaloïdes, tanins, flavonoïdes, saponines, stérols et triterpènes) dans l'écorce de tige de *Bombax brevicuspe*. Toutefois, l'extrait aqueux obtenu par décoction contient plus de groupements chimiques que les autres extraits obtenus par macération. En outre il ressort que l'extrait hexanique contient uniquement les stérols et terpènes (**Tableau 2**)

Tableau 2: Composés chimiques caractérisés dans les extraits d'écorce de tronc de *Bombax brevicuspe*

Extraits	E. aq	E. Et	E. Ae	E.H
Composés chimiques				
Saponosides	+	-	-	-
Flavonoïdes	+	+	+	-
Tanins	+	+	+	-
Alcaloïdes	+	-	+	-
Coumarines	-	-	-	-
Stérols & Terpènes	+	+	-	+

+ : Présence ; - : absence

E.aq : Extrait aqueux ; E.Et : Extrait éthanolique ; E.Ae : Extrait acétate d'éthyle ; E.H : Extrait hexanique

Activité antiradicalaire des extraits d'écorce de tronc de *Bombax brevicuspe*

Les résultats obtenus ont montré que les extraits ainsi que la vitamine C (Vit C) possède une activité anti-radicalaire dose-dépendante (**Figures 1;2;3;4**). Les concentrations inhibitrices 50 (CI₅₀) des différents extraits varient de 5 à 60 µg/mL. La CI₅₀ de l'extrait hexanique (5 µg/mL) est la plus basse. Elle est proche de celle de la Vitamine C (4,5 µg/mL). La CI₅₀ de l'extrait éthanolique est de 15 µg/mL, contre 20 µg/mL pour l'extrait acétatique et 60 µg/mL pour l'extrait aqueux. Selon ce résultat, l'extrait hexanique possède la meilleure activité antiradicalaire (**Tableau III**).

Tableau III: Concentration inhibitrice 50 % des extraits d'écorce de tige de *Bombax brevicuspe* et de la Vitamine C

Extraits + Référence	Aqueux	Ethanolique	Acétate d'éthyle	Hexanique	Vitamine C
IC ₅₀ (µg/mL)	60	15	20	5	4,5

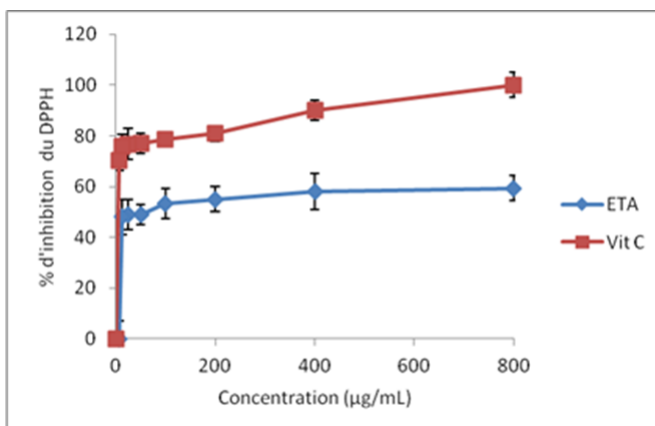


Figure 1: Évolution de l'activité antiradicalaire de l'extrait aqueux d'écorce de tronc de *Bombax brevicuspe*

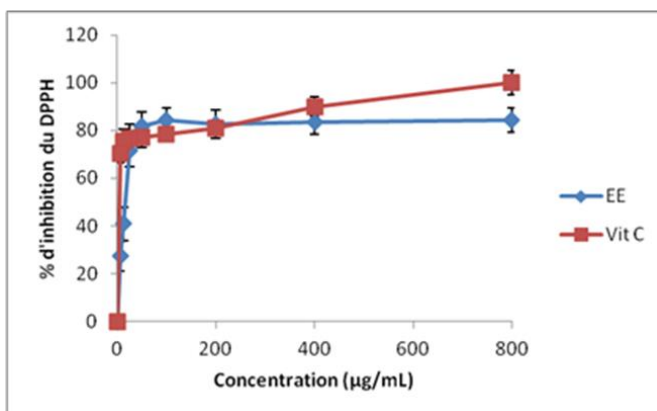


Figure 2 : Évolution de l'activité antiradicalaire de l'extrait éthanolique d'écorce de tronc de *Bombax brevicuspe*

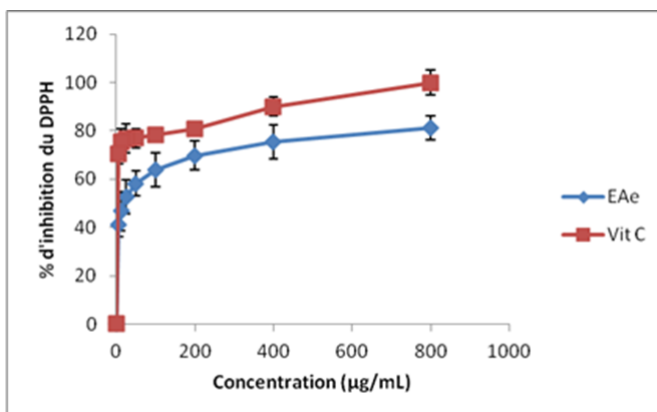


Figure 3 : Évolution de l'activité antiradicalaire de l'extrait acétate d'éthyle d'écorce de tronc de *Bombax brevicuspe*

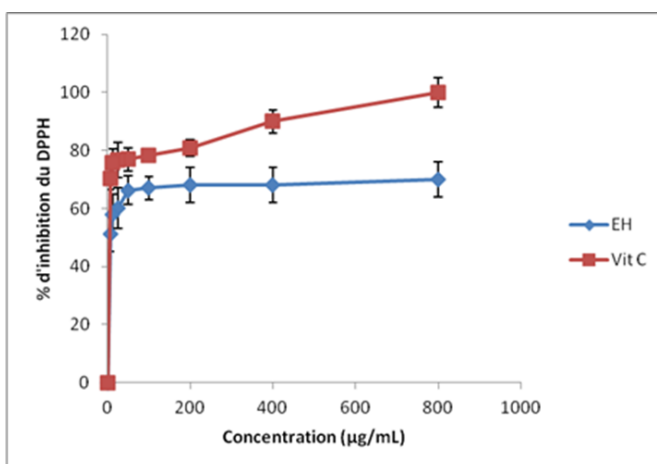


Figure 4 : Évolution de l'activité antiradicalaire de l'extrait hexanique d'écorce de tronc de *Bombax brevicuspe*

Discussion

Le tri phytochimique a révélé la présence de plusieurs groupes chimiques naturels tels que les alcaloïdes, les tanins, les flavonoïdes, les saponines, les stérols et triterpènes dans l'écorce de tige de *Bombax brevicuspe*. L'extrait aqueux contient la totalité des groupes chimiques identifiés dans l'écorce de tige de *B. brevicuspe* comparativement aux autres extraits (éthanolique, acétatique et hexanique). Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par certains auteurs (Lébri et al., 2015) dont les résultats ont montré que l'extrait aqueux des feuilles de *Abrus precatorius* obtenu par décoction contient la totalité des composés identifiés à la différence des autres extraits. L'abondance de principes actifs contenus dans l'écorce de tronc de *B. brevicuspe* lui confère une remarquable propriété pharmacologique. Le pouvoir antioxydant des extraits d'écorces de tige de *Bombax brevicuspe*, a été évalué au cours de cette étude. Les tests réalisés sur les différents extraits (aqueux, éthanolique, acétate d'éthyle et hexanique) ont montré une activité antiradicalaire. Cependant, de tous ces extraits, seul l'extrait hexanique a montré la meilleure activité, avec une concentration inhibitrice 50 (CI₅₀) la plus basse. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Lagou et al., (2016) dont les résultats ont montré que les extraits de l'écorce *Bombax brevicuspe* possèdent une activité antiradicalaire avec une meilleure activité pour l'extrait éthanolique. Plusieurs groupes de composés chimiques, chez les plantes, sont connus pour leur fort pouvoir antioxydant. Ce sont, essentiellement les flavonoïdes, les tanins, les coumarines, les anthraquinones, les terpénoïdes (caroténoïdes) et la vitamine E (Lagou, 2018). Les flavonoïdes, les tanins, les coumarines et les terpènes ont été caractérisés dans les extraits de l'espèce étudiée. Cependant, l'extrait hexanique de l'écorce de tige de *B. brevicuspe* contenant que les stérols et terpènes est celui qui a montré la meilleure activité antioxydante. Ces résultats sont proches de ceux de Lagou et al., (2016) qui ont montré que l'extrait éthanolique de l'écorce de *Bombax brevicuspe*, riche en stérols et terpènes possédait une meilleure activité antioxydante. Ainsi, la présence des stérols et terpènes pourrait expliquer la bonne activité antioxydante observée chez la plante. En effet, les phytostérols ont une activité antioxydante efficace contre le radical peroxy qui s'attaque à des graisses comme celles qui forment les membranes cellulaires. L'activité antioxydante des phytostérols dépend de leur concentration ; des quantités plus importantes ont un effet antioxydant plus puissant (Lagou, 2018). L'activité antioxydante observée chez la plante *Bombax brevicuspe* renforce d'avantage son utilisation dans la lutte contre les fistules urogénitales.

Conclusions

Les extraits de l'écorce de tige *Bombax. brevicuspe* contiennent plusieurs groupes chimiques et présente une activité antioxydante au test du DPPH. Cette plante pourrait constituer une bonne alternative dans le développement de substances naturelles thérapeutiques dans la lutte contre la fistule obstetricale.

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à l'UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé Dalo de Côte d'Ivoire, à l'UFR Science de la Nature de l'Université Nangui Abrogoua de Côte d'Ivoire pour l'appui institutionnel et scientifique et à la Faculté des sciences et techniques de l'Université Sultan Moulay Slimane de Beni Mellal du Maroc pour avoir fourni les installations nécessaires à la conduite de cette étude.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Kouye P., Kabas G., Gbane M., N'Da C. (2006). Etude socio-anthropologique sur les fistules obstétricales en Côte d'Ivoire. DCPNSR-PF/UNFPA., 98 p.
2. Lagou S. M., Lébri M., Tilaoui M., Achibat H., Koné W. M., Tra Bi H.F., Ait Mousse H., Ouchetto H., Hafid A., Ziad A., and Khouili M. (2016). Phytochemical analysis and in vitro antioxidant activity of extracts of *Entandophragma angolense* (Welw.) C.DC. (Meliaceae) a medicinal plant used. *Der Pharma Chemica*, 8(10):192-197
3. Lagou S. M. (2018). Analyse phytochimique qualitative, activités antioxydante et cytotoxique de quelques plantes médicinales utilisées traditionnellement dans le traitement des fistules obstétricales à Abidjan (Côte d'Ivoire). Doctorat Thèse Unique de Botanique et Phytothérapie Spécialité Plantes Médicinales et Ethnopharmacologie, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire. 139 p
4. Lébri-Lagou S. M., Tra Bi F. H., Yao K., Bakayoko A. et Koné M. W.(2016).Fistules obstétricales dans le district d'Abidjan, Côte d'Ivoire : niveau de connaissance et plantes utilisées

- traditionnellement dans le traitement. Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(3): 1273-12
5. Lébri M., Bahi C., Fofié Y.B.N., Gnahoué G., Lagou S.M., Achibat H., Yapi A., Zirihi G.N, Coulibaly A., Hafid A., Khouili M. (2015). Analyse phytochimique et évaluation de la toxicité aiguë par voie orale chez des rats de l'extrait total aqueux des feuilles de *Abrus precatorius* Linn (Fabaceae). Int. J. Biol. Chem. Sci.,9, 1472-147

Phénotypage d'un Germoplasme de Variétés Locales et Exotiques de Patate Douce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] sur la Base des Caractères Quantitatifs: Implications pour l'Amélioration Génétique au Togo

Gmakouba Tighankoumi

Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées (LaSABA), Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture (ISMA), Université de Kara, Togo. Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), Togo. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA /CREAF-Kamboinsé), Burkina Faso

Tchabi Atti

Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées (LaSABA), Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture (ISMA), Université de Kara, Togo

P. Napoli

Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), Togo. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA /CREAF-Kamboinsé), Burkina Faso

J. K. Bamaze

Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), Togo

K. Some

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA /CREAF-Kamboinsé), Burkina Faso

R. E. Traore

M. Hamed Ouedraogo

K. Romaric Nanema

Laboratoire de Génétique et de Biotechnologie Végétales, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p138](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p138)

Submitted: 16 August 2024

Accepted: 15 January 2025

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Gmakouba T., Tchabi A., Napoli P., Bamaze J.K., Some K., Traore R.E., Ouedraogo M.H. & Nanema K.R. (2025). *Phénotypage d'un Germoplasme de Variétés Locales et Exotiques de*

Patate Douce [Ipomoea batatas (L.) Lam] sur la Base des Caractères Quantitatifs: Implications pour l'Amélioration Génétique au Togo. European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 138. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p138>

Résumé

La patate douce est une plante à racines tubérisées qui contribue à la sécurité alimentaire au Togo. Cependant, peu de données scientifiques existent sur la variabilité génétique au sein des cultivars du Togo, alors que ces informations sont un prérequis pour une mise en œuvre efficace des stratégies de conservation et de développement de nouvelles variétés. L'objectif de cette étude était d'explorer la diversité phénotypique au sein des cultivars de patate douce du Togo. Le phénotypage a porté sur soixante-cinq (65) variétés du Togo et seize (16) variétés exotiques de l'Unité d'Amélioration Génétique du Burkina Faso. Le dispositif expérimental adopté est un « lattice carré 9 x 9 ». Au total, seize (16) caractères quantitatifs ont été évalués conformément à l'ontologie de la patate douce établie par le Centre International de la Pomme de Terre (CIP). Les statistiques descriptives, l'Analyse de Variance (ANOVA) et l'Analyse en Composantes Principales (ACP) ont mis en évidence une forte variabilité au sein du germoplasme pour les caractères tels que le rendement en racines tubéreuses, leur teneur en matière sèche, la biomasse aérienne, la longueur de la tige, la longueur des entre-nœuds et le diamètre des tiges. La classification ascendante hiérarchique (CAH) réalisée sur la base de la distance euclidienne avec comme critère d'agrégation la méthode de Ward a révélé quatre (4) groupes hétérotiques. Les groupes I et II sont composés de variétés à faibles rendements en racines tubéreuses (12,95 et 15,87 t.ha⁻¹) et à teneur élevée en matière sèche (29,68 et 26,86 %). Les groupes III et IV sont constitués de variétés à hauts rendements en biomasse (37,74 et 50,75 t.ha⁻¹), en racines tubéreuses (16,06 et 20,18 t.ha⁻¹) et à teneur modérée (entre 15% et 25%) en matière sèche (24,62 et 23,84 %). La forte variabilité phénotypique observée dans cette banque de gène constitue une base pour les programmes de conservation et d'amélioration génétique de la patate douce au Togo.

Mots-clés: Phénotypage, germoplasme, variabilité phénotypique, patate douce, Togo

Phenotyping of a Germplasm Representing Local and Exotic Sweet Potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] Varieties Based on Quantitative Traits: Implications for Genetic Improvement in Togo

Gmakouba Tighankoumi

Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées (LaSABA), Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture (ISMA), Université de Kara, Togo. Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), Togo. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA /CREAF-Kamboinsé), Burkina Faso

Tchabi Atti

Laboratoire des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées (LaSABA), Institut Supérieur des Métiers de l'Agriculture (ISMA), Université de Kara, Togo

P. Napoli

Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), Togo. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA /CREAF-Kamboinsé), Burkina Faso

J. K. Bamaze

Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), Togo

K. Some

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA /CREAF-Kamboinsé), Burkina Faso

R. E. Traore

M. Hamed Ouedraogo

K. Romaric Nanema

Laboratoire de Génétique et de Biotechnologie Végétales, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso

Abstract

Sweet potato is a root crop that contributes to food security in Togo. However, little scientific data exists on the genetic variability of varieties grown in Togo, although this information is a prerequisite for the effective implementation of germplasm conservation strategies and the development of new varieties. The objective of this study was to explore the phenotypic diversity within Togo's sweet potato varieties. The plant material is composed of sixty-five (65) varieties from Togo and sixteen (16) exotic varieties introduced from Burkina Faso Breeding Unit. The experiment was laid out

using a lattice square design. In total, sixteen (16) quantitative traits were evaluated in accordance with the sweet potato ontology as described by Centre Internationale de la Pomme de Terre (CIP). Descriptive statistics, Analysis of Variance (ANOVA), and Principal Components Analysis (PCA) revealed high variability among varieties for traits such as root yield, dry matter content, aboveground biomass, stem length, internode length, and stem diameter. Cluster analysis performed on the basis of the Euclidean distance using the Ward method as aggregation criterion revealed four phenotypic clusters. Clusters I and II are composed of varieties with low root yield (12.95 and 15.87 t.ha⁻¹) and high dry matter content (29.68 and 26.86%). Clusters III and IV are made up of varieties exhibiting high aboveground biomass (37.74 and 50.75 t.ha⁻¹), high fresh root yield (16.06 and 20.18 t.ha⁻¹), and moderate (comprised between 15% and 25%) dry matter content (24.62 and 23.84%). The variability observed in this gene bank constitutes a basis for conservation and genetic improvement programs of sweet potatoes in Togo.

Keywords: Germplasm, Phenotyping, Phenotypic Variability, Sweet potato, Togo

Introduction

La patate douce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] est une liane herbacée vivace de la famille des convolvulacées cultivée dans les régions tropicales et subtropicales pour ses organes souterrains riches en amidon et en vitamines (B et C), mais aussi pour ses feuilles qui sont riches en protéines et en sels minéraux (Kouassi et al., 2023). Les tiges sont rampantes et seules les extrémités sont dressées (David et al., 2018). Les fleurs sont de couleur blanche à pourpre ; elles peuvent être fertiles, en particulier sous climat tropical. Les racines tubérisées constituent la principale partie comestible de la plante. Les variétés à chair orange contiennent en outre du carotène (provitamine A). Ils entrent dans de multiples préparations culinaires (bouillies, frites, purées, gâteaux...) (Gobena et al., 2022). Certaines transformations industrielles permettent de les conserver sous différentes formes : conserves de racines tubérisées entières, en tranche ou en purée ; flocons déshydratés ; tubercules surgelés prêts à l'emploi pelés entières ou en tranches. L'industrie agro-alimentaire utilise également la patate douce comme source d'amidon, ou, sous forme de farine, comme substitut des farines de céréales. Les tubercules sont aussi utilisés en alimentation animale. Les feuilles sont consommées comme condiment ou sous forme de légumes feuilles (appelés brèdes ou épinards), ou encore comme fourrage pour le bétail (Somé et al., 2014).

La patate douce est parmi les principales plantes à racines et tubercules, de très loin, la deuxième production la plus importante après le

manioc avec une production mondiale de 86,41 millions de tonnes en 2022 (dont 34 % en Afrique). Au niveau mondial, la consommation de la patate douce est d'environ 70 kg/hab./an (FAOSTAT, 2022). Au Togo, la patate douce se classe au quatrième rang des plantes à racines et tubercules cultivées après le manioc, l'igname et le taro. Avec un besoin en eau de 500 – 600 mm bien répartie sur la longueur du cycle, toutes les zones du pays s'y prêtent à sa culture. En effet, la culture de la patate douce couvre une superficie totale de 2 738 hectares avec une production annuelle estimée à 9 919 tonnes par an. Dans certaines régions, les superficies emblavées annuellement et les niveaux de consommation sont beaucoup plus élevés. Dans les régions « Maritime et Plateaux », par exemple, on consomme respectivement 108 et 95 kg de patate douce par habitant et par an ; dans la région centrale près de 61 kg de patate douce, dans les régions de la « Kara » et des « Savanes » respectivement 60 et 35 kg (FAOSTAT, 2022).

Face au changement climatique, la patate est considérée par la plupart des études comme plus résiliente que les céréales ou les légumineuses (Tibiri et al., 2019), et par conséquent, elle devrait donc voir ses zones de production augmenter. En effet, par rapport aux autres cultures, la patate douce pousse dans des conditions pédoclimatiques variées (Adjatin et al., 2018). Aussi, compte tenu de ses méthodes de production relativement faciles et de sa haute valeur nutritionnelle, une augmentation de sa production et de son utilisation en Afrique subsaharienne est considérée comme une priorité majeure afin de contribuer à la réduction de la pauvreté dans les milieux ruraux et de garantir la sécurité alimentaire de façon durable (Christinck et al., 2016). Cependant, ce potentiel, encore largement inexploité, est menacé par l'émergence et l'expansion de nouvelles maladies et des ravageurs, favorisés par le mode de multiplication par voie végétative de la patate douce et par l'absence de systèmes semenciers et de création variétale fiables. Les besoins en recherche pour soutenir l'évolution de cette filière vont donc aller croissant dans les années à venir, principalement au Togo où une forte urbanisation est en cours, associée à une modification des types d'alimentation traditionnelle, créant un besoin constant pour des aliments transformés et prêts à consommer. La sélection des variétés à haut rendement et à haute valeur nutritive, résilientes au changement climatique devient donc une priorité dans les programmes et projets d'amélioration génétique du système national de recherche agronomique.

Au Togo, très peu de travaux de recherche ont abordé la connaissance des variétés locales de patate douce cultivées et les possibilités de leur valorisation dans un programme d'amélioration variétale (Glato et al., 2017). L'étude menée par Glato et al. (2017) sur la diversité génétique de la patate douce a mis en exergue la variabilité génétique au sein d'une collection d'accessions de l'Afrique de l'Ouest (Togo et Sénégal) en fonction du gradient

climatique. Cependant, cette étude n'a pas exploré la structuration génétique de la banque de gènes en vue de l'identification des caractères et des groupes hétérotiques d'intérêts agronomiques pouvant être exploités dans un programme de création variétale. Aussi, cette collection n'a pas été maintenue pour servir dans des études ultérieures d'amélioration génétique. Ainsi, très peu de données scientifiques sur la diversité phénotypique au sein des variétés locales de patate douce au Togo existe, alors que ces informations restent un prérequis pour une mise en œuvre efficace d'un programme de création de nouvelles variétés et de conservation des ressources génétiques. La documentation et l'identification des variétés locales sur la base des caractères agronomiques et technologiques devront permettre de définir les meilleures stratégies de conservation et de valorisation.

Le phénotypage est un processus de notation des caractères qui pourraient permettre d'identifier les variétés d'une collection et de définir les possibilités de leurs utilisations (Dousoh et al., 2018). Il peut se réaliser sous diverses formes selon les objectifs assignés en utilisant les marqueurs morphologiques (descripteurs qualitatifs), agronomiques (descripteurs quantitatifs) et les marqueurs moléculaires (RFLP, microsattellites, techniques AFLP et RAPD, SNP, etc.) (Sembiring et al., 2022). Contrairement aux marqueurs traditionnels (morphologiques, agronomiques et biochimiques), les marqueurs moléculaires ne sont pas influencés par les fluctuations de l'environnement et sont indépendants de l'organe analysé et du stade de développement de la plante. Au Brésil (Da Silva et al., 2014; Veasey et al., 2007), en Afrique de l'Est (Grüneberg et al., 2004; Rukundo et al., 2015; Yada et al., 2010), en Afrique de l'ouest et du centre (Djinet et al., 2015; Kotchofa et al., 2019), des marqueurs morphologiques et agronomiques ont déjà été utilisés avec succès pour évaluer la diversité génétique des collections de variétés de patate douce.

Ainsi, l'objectif général de cette étude est de contribuer à l'augmentation durable de la productivité de la patate douce au Togo. Spécifiquement, il s'agit d'explorer la variabilité phénotypique d'un germoplasme de patate douce cultivé du Togo en utilisant les descripteurs quantitatifs.

Matériel et méthodes

Origine et description du matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de soixante-cinq (65) variétés locales de l'Unité d'Amélioration Génétique des Plantes à Racines et Tubercules de l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA) (Tableau 1) et de seize (16) variétés améliorées introduites à partir de la banque de gènes du Programme Plantes à Racines et Tubercules de l'Institut de l'Environnement et

de Recherches Agricoles (INERA /CREAF-Kamboinsé) du Burkina Faso
(Tableau 2).

Tableau 1: Liste, origine et couleur de la chair des racines tubéreuses des variétés locales de patate douce collectées au Togo

Code	Nom des accessions	Couleur de la chair	Village de Provenance	Préfecture	Zone agro-écologique
TG01	YIBOEVI 1	JAUNE	KPOGUEDE	VO	ZONE LITTORALE
TG10	CHAIR ORANGE 2	ORANGE	ADJODOGOU	VO	ZONE LITTORALE
TG11	DJETE KAHE 4	BLANCHE	ADAKAKPE	HAHO	SAVANE HUMIDE
TG12	DJETE GBAZE DJIN 1	BLANCHE	KPELE	HAHO	SAVANE HUMIDE
TG13	DJETE JAUNE 1	BLANCHE	KPELE	HAHO	SAVANE HUMIDE
TG14	DJETE JAUNE 5	JAUNE	KPELE	HAHO	SAVANE HUMIDE
TG15	DJETE JAUNE 2	ORANGE	NYIGBE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG16	KAWLI 1	BLANCHE	NYIGBE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG17	KADAYI GBAZE DJIN	JAUNE	NYATIVE	ZIO	ZONE FORESTIERE
TG18	KADAYI JAUNE	JAUNE	NYATIVE	ZIO	ZONE FORESTIERE
TG19	DJETE JAUNE PURE	JAUNE	NYATIVE	ZIO	ZONE FORESTIERE
TG02	ANAGO DJETE 1	JAUNE	KPOGUEDE	VO	ZONE LITTORALE
TG20	KPEDEVI DJETE 2	JAUNE	AGBODJOPKOE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG21	DJETE GBAZE DJIN 2	JAUNE	KPEVEGO	ZIO	ZONE LITTORALE
TG22	DJETE KAHE 5	BLANCHE	KPADAPE	KLOTO	ZONE FORESTIERE
TG23	DJETE JAUNE 3	JAUNE	AKATA	KPELE	ZONE FORESTIERE
TG24	DJETE HE SUCRE	BLANCHE	AGOUGADZEPE	AGOU	ZONE FORESTIERE
TG25	DJETE HE 1	BLANCHE	AGOUGADZEPE	AGOU	ZONE FORESTIERE
TG26	DJETE GBAZE HE 1	JAUNE	YOKELE	KLOTO	ZONE FORESTIERE
TG27	ANAGO DJETE 2	JAUNE	BADJA	AVE	ZONE LITTORALE
TG28	DJETE HE 2	BLANCHE	KOSSIGAN	AGOE NYIVE	ZONE LITTORALE
TG29	DJETE HE 4	BLANCHE	KOSSIGAN	AGOE NYIVE	ZONE LITTORALE
TG03	DJETE KAHE 1	JAUNE	KPOGUEDE	VO	ZONE LITTORALE
TG30	DJETE HE 3	BLANCHE	GUERIN KOUKA	DANKPEN	SAVANE SECHE
TG31	DENKELE PIENE	BLANCHE	TANTOATRE	TONE	SAVANE SECHE
TG32	DENKELE MONE 1	BLANCHE	TANTOATRE	TONE	SAVANE SECHE
TG33	DENKELE MONE 2	BLANCHE	TANDJOUARE	TANDJOUARE	SAVANE SECHE
TG34	DENKELE MONE 3	BLANCHE	NAKI-EST	NAKI-EST	SAVANE SECHE
TG35	ANAGO DJETE 3	JAUNE	ASSAHOUN	AVE	ZONE LITTORALE
TG36	DJETE GBAZE DJIN 4	BLANCHE	ZEGLE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG37	CHAIR ORANGE 3	ORANGE	ZEGLE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG38	DJETE GBAZE HE 2	BLANCHE	DAVIE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG39	DJETE GBAZE DJIN 3	BLANCHE	DAVIE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG04	CHAIR ORANGE 1	ORANGE	ZOTI ATSANVE	VO	ZONE LITTORALE
TG40	ANAGO DJETE 4	JAUNE	ZEGLE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG41	ANAGO DJETE 5	JAUNE	ADJENGRE	SOUTOUBOUA	SAVANE HUMIDE
TG42	DJETE GBAZE DJIN 5	BLANCHE	ATCHANGBADE	KOZAH	SAVANE SECHE
TG43	CARROTE 3	ORANGE	ZEGLE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG44	ANAGO DJETE 6	JAUNE	DJAMDE	KOZAH	SAVANE SECHE
TG45	ANAGO DJETE 7	JAUNE	KPELE-TSIKO	KPELE	ZONE FORESTIERE
TG46	DJETE GBAZE DJIN 6	JAUNE	DANYI APEYEME	DANYI	ZONE FORESTIERE
TG47	DJETE GBAZE DJIN 7	JAUNE	DAVIE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG48	KAWLI 2	BLANCHE	DAVIE	ZIO	ZONE LITTORALE
TG05	CARROTE 1	ORANGE	ZOTI ATSANVE	VO	ZONE LITTORALE
TG06	KPEDEVI DJETE 1	BLANCHE	ZOTI ATSANVE	VO	ZONE LITTORALE
TG65	CARROTE 4	ORANGE	BADJA	AVE	ZONE LITTORALE
TG66	WOULDJO	BLANCHE	GUERIN KOUKA	DANKPEN	SAVANE SECHE
TG67	DJETE HE 5	BLANCHE	AGOUGADZEPE	AGOU	ZONE FORESTIERE
TG68	DJETE GBAZE ROSE 1	BLANCHE	GLEI	OGOU	SAVANE HUMIDE
TG69	CARROTE 5	ORANGE	KOSSIGAN	AGOE NYIVE	ZONE LITTORALE
TG07	DJETE KAHE 2	JAUNE	ZOTI ATSANVE	VO	ZONE LITTORALE
TG70	DJETE GBAZE HE 3	JAUNE	TCHEBEBE	SOUTOUBOUA	SAVANE HUMIDE
TG71	DJETE GBAZE DJIN 8	JAUNE	KPADAPE	KLOTO	ZONE FORESTIERE

TG72	YIBOEVI 2	JAUNE	KPELE-TSIKO	KPELE	ZONE FORESTIERE
TG73	KAWLI 3	BLANCHE	TCHALO	TCHAOUDJO	SAVANE HUMIDE
TG74	DJETE GBAZE DJIN 9	JAUNE	TCHALO	TCHAOUDJO	SAVANE HUMIDE
TG75	DJETE HE 6	BLANCHE	TCHEBEBE	SOUTOUBOUA	SAVANE HUMIDE
TG76	DJETE KAHE 6	JAUNE	ADJENGRE	SOUTOUBOUA	SAVANE HUMIDE
TG77	DJETE JAUNE 4	JAUNE	GLEI	OGOU	SAVANE HUMIDE
TG78	DJETE GBAZE DJIN 10	BLANCHE	AMAOUDE	TCHAOUDJO	SAVANE HUMIDE
TG79	DJETE GBAZE ROSE 1	BLANCHE	GLEI	OGOU	SAVANE HUMIDE
TG08	DJETE KAHE 3	JAUNE	ATSANSSI	VO	ZONE LITTORALE
TG80	CARROTE 6	ORANGE	AGOVE	BAS-MONO	ZONE LITTORALE
TG81	KAWLI 4	BLANCHE	ASSAHOUN	AVE	ZONE LITTORALE
TG09	CARROTE 2	ORANGE	AGOVE	BAS-MONO	ZONE LITTORALE

Tableau 2 : Nom, origine et couleur de la chair des racines tubéreuses de seize (16) variétés de patate douce introduites du Burkina Faso

Code	Variété	Couleur de la chair	Village de Provenance	Pays de Provenance	Obtenteur
BF49	SAFARE	BLANCHE	KOMBISSIRI	BURKINA FASO	INERA
BF50	BF 82 TAINUNG 8	JAUNE	KAMBOINSIN	BURKINA FASO	INERA
BF51	NAKALBO	JAUNE	KOMBISSIRI	BURKINA FASO	INERA
BF52	TIEBELE 2	ORANGE	TIEBELE	BURKINA FASO	INERA
BF53	KB OR 3	ORANGE	KAMBOINSIN	BURKINA FASO	INERA
BF54	KB OR 1	ORANGE	KAMBOINSIN	BURKINA FASO	INERA
BF55	DJAKANI	BLANCHE	SAMOROUGOUAN	BURKINA FASO	INERA
BF56	BF 51	ORANGE	KOMBISSIRI	BURKINA FASO	INERA
MZ57	BELLA	ORANGE	-	MOZAMBIQUE	CIP
MZ58	IRENE	ORANGE	-	MOZAMBIQUE	CIP
NG59	MOTHER DELIGHT	ORANGE	-	NIGERIA	CIP
OG60	NASPOT 9	ORANGE	-	OUGANDA	CIP
OG61	NASPOT 13	ORANGE	-	OUGANDA	CIP
OG62	NEW KAWOGO	BLANCHE	-	OUGANDA	CIP
US63	KB OR-4	ORANGE	-	USA	CIP
US64	TUSKEGEE POURPRE	POURPRE	-	USA	CIP

Description du site

L'essai a été conduit à la Station d'Expérimentation Agronomique de l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA) de Davié, située sur la Route Nationale N°1, à environ 30 km au Nord de Lomé, de latitude 6° 23' 5" Nord, de longitude 1°12' 18" Est et de 76 m d'altitude. Le site est caractérisé par un climat subéquatorial de type guinéen avec deux saisons de pluies et deux saisons sèches. La grande saison de pluie s'observe de mi-mars à fin juillet et la petite saison de pluie de septembre à mi-novembre (Ayisah et al., 2015). Au cours de l'expérimentation, la pluviométrie annuelle a varié entre 1000 et 1400 mm, tandis que la température était comprise entre 24 °C à 34 °C et l'humidité relative entre 70% et 90%. Le sol du site expérimental de type ferralitique (terre de barre) est légèrement acide, profond et drainant. Il présente une texture sablo-limoneuse, pauvre en azote et en phosphore (Detchinli et al., 2017).

Dispositif expérimental et conduite de la culture

Le dispositif expérimental adopté est un « lattice carré 9 x 9 » avec quatre répétitions (Figure 1). Chaque répétition a été subdivisée en 9 sous-blocs de 9 parcelles élémentaires chacun. Les répétitions ont été séparées par une allée de 1,5 m et les sous-blocs de 1 m. La parcelle élémentaire mesure 30 m² et est constituée de six billons longs de 5 m et haut de 60 cm. Les billons successifs ont été espacés de 1 m et sur chaque billon, 16 boutures ont été plantées suivant un espacement 0,3 m. Quatre lignes centrales de la parcelle élémentaire ont constituées la parcelle utile.

Avant la mise en place de l'essai, la parcelle expérimentale a été labourée profondément à l'aide d'un tracteur. Des billons ont ensuite été confectionnés conformément au schéma cultural de la patate douce à l'aide d'une daba. Sur chaque billon, les boutures âgées de huit (08) semaines, longues de 20 cm et possédant au moins 4 nœuds ont été plantés. Dans chacune des répétitions, les variétés testées ont été affectées aléatoirement à chaque parcelle élémentaire à l'aide du logiciel CROPSTAT version 2010. Au total, quatre-vingt-seize (96) boutures par variété ont été plantées dans chaque parcelle élémentaire suivant un espacement de 0,3 m sur la ligne et 1 m entre les lignes. Après plantation, chaque parcelle élémentaire a été étiquetée en inscrivant le code de la variété, le numéro de la parcelle, celui de la répétition et la date de plantation. Deux sarclages manuels ont été effectués respectivement à 3 et 6 semaines après plantation. La récolte a été faite à 5 mois après plantation à maturité physiologique des variétés.

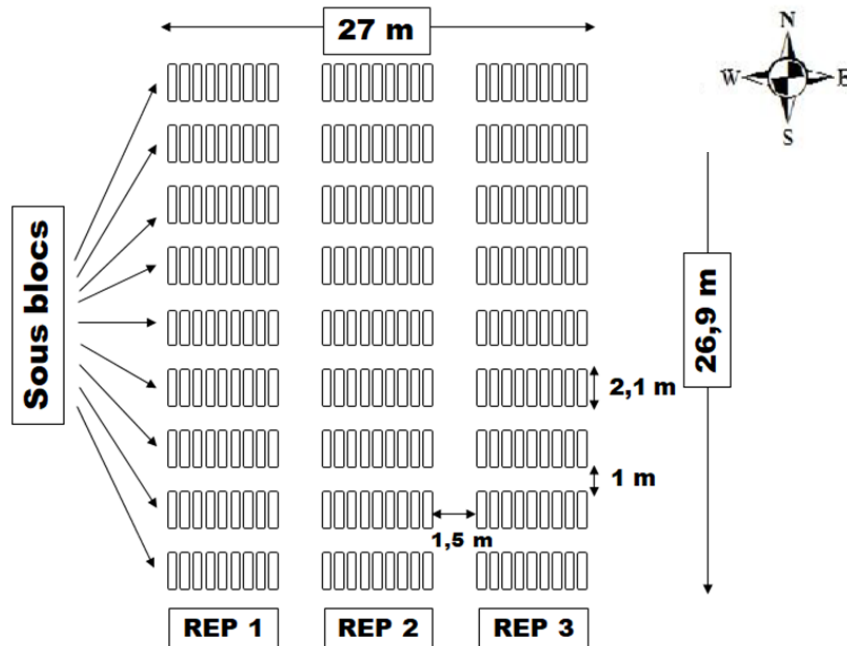


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental

Collecte des données agro-morphologiques

Au total, seize (16) caractères quantitatifs issus du descripteur de la patate douce de la CIP/AVRDC/IBPGR proposé par Huamàn (1991) ont été mesurés de la phase végétative à la récolte (Tableaux 3). Ces caractères ont été mesurés sur quatre lignes centrales de chacune des parcelles élémentaires de l'essai. Les caractères observés sur la tige et les feuilles ont été mesurés à 3 mois après plantation (MAP), tandis que ceux relatifs aux racines tubéreuses ont été collectés à 5 MAP. La floraison et le cycle de production quant à eux, ont été observés tout au long de l'expérimentation.

Tableau 3: Caractères quantitatifs mesurés et méthode d'évaluation au cours de l'expérimentation

Partie de la plante	N°	Caractères	Code	Méthode d'évaluation
Tige (3 MAP)	1	Longueur de la tige principale	LgTiP	Mesure de la longueur de la tige principale en partant de la base à l'extrémité (cm)
	2	Longueur des entre-nœuds	LgEN	Expression moyenne de la longueur mesurée sur 4 entre-nœuds pris dans la section médiane de la tige (cm)
	3	Diamètre des entre-nœuds	DmEN	Expression moyenne du diamètre mesuré sur 4 entre-nœuds pris dans la section médiane de la tige (cm)
Feuille (3 MAP)	4	Longueur des limbes matures	LgLIMB	Expression moyenne de la longueur des limbes de 4 feuilles situées dans la partie médiane de la tige (cm)
	5	Longueur des pétioles	LgPET	Longueur moyenne des pétioles de 4 feuilles de la partie médiane de la tige principale (cm)
Racine Tubéreuse (5 MAP)	6	Longueur du Pédoncule des racines tubéreuses	LPeRT	Mesure de la longueur des pédoncules joignant les racines tubéreuses à la tige principale (cm)
	7	Épaisseur du cortex des racines tubéreuses	ECoRT	Mesure de la longueur de l'épaisseur de 4 racines tubéreuses par pied (cm)
	8	Longueur moyenne des racines tubéreuses	LgRT	Mesure de longueur moyenne de 4 racines tubéreuses par pied dans la parcelle utile (cm)
	9	Diamètre moyen des racines tubéreuses	DmRT	Mesure du diamètre moyen de 4 racines tubéreuses par pied dans la parcelle utile (cm)
	10	Rapport diamètre/longueur des racines tubéreuses	DmRT/LgRT	Rapport du diamètre moyen sur la longueur moyenne des racines tubéreuses
	11	Nombre de racines tubéreuses commercialisables par plante	NbRT	Moyenne de 10 plantes
	12	Poids moyen des racines tubéreuses par plante	PMRT	Mesure du poids de toutes les racines tubéreuses par pied (Kg)
13	Rendement en racines tubéreuses fraîches	RdTF	Poids des racines tubéreuses fraîches d'une parcelle extrapolé en tonnes par hectare (t.ha ⁻¹)	

	14	Teneur en matière sèche des racines tubéreuses	TMS	Pourcentage du rapport entre le poids des racines tubéreuses sèches et le poids des racines tubéreuses fraîches
Biomasse (5 MAP)	15	Poids de la biomasse aérienne	BMA	Mesure du poids de la biomasse aérienne fraîche coupées par parcelle et extrapolé en tonnes par hectare ($t \cdot ha^{-1}$)
	16	Indice de récolte	IR	Rapport entre le rendement en racines tubéreuses et la quantité totale de biomasse (exprimé en pourcentage)

Traitement et analyses des données

Les données collectées ont été saisies et traitées à l'aide du tableur Excel version 2016. Ensuite, elles ont fait respectivement objet d'une analyse descriptive (moyenne, écart-type, minimum, maximum et coefficient de variation), d'une analyse de variance (ANOVA), d'une Analyse en Composantes Principales (ACP), d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) et enfin d'une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) en vue de mettre en évidence les caractères et les groupes d'intérêts au sein de la collection (Agre et al., 2023). Un test de corrélation entre les variables a été réalisé afin d'étudier les relations qui existeraient entre elles. L'ACP a été réalisé afin de déterminer la contribution des caractères quantitatifs à la variabilité de la collection. Le critère de Kaiser (critère "absolu") a permis de déterminer le nombre d'axes à prendre en compte dans l'interprétation des résultats de l'ACP. En effet, selon ce critère les axes dont les valeurs propres sont supérieures à 1 ont été retenus (Gobena et al., 2022). La CAH a été faite sur la base des coordonnées des variétés sur les axes pertinents de l'ACP avec comme critère d'agrégation la méthode de Ward (Ward, 1963). Le nombre de groupe optimal a été déterminé par comparaison de la variance intra classe et inter classe des groupes issus de la CAH. Ces groupes ont ensuite été utilisés comme variables catégorielles afin de réaliser une analyse factorielle discriminante (AFD). L'AFD a été réalisée dans le but de caractériser les groupes issus de la CAH et de tester le bien-fondé de cette classification. Les distances de Mahalanobis ont ensuite permis d'étudier les relations entre les groupes issus de la CAH. Les analyses ont été réalisées à l'aide des logiciels Statistix 10 (2010) et XLSTAT version 16 (2016).

Résultats

Performances agronomiques des variétés

Les performances agronomiques des variétés sont consignées dans le Tableau 4. Des écarts importants ont été observés entre les minimas et les maximas pour tous les caractères. La longueur moyenne de la tige (LgTiP) est de $252,08 \pm 72,98$ cm et elle a varié entre 96,67 et 513,33 cm. La longueur des entre-nœuds (LgEN) a varié de 2,67 à 11,67 cm, avec une valeur moyenne de

6 ± 1,51 cm. Avec une valeur moyenne de 20,51 ± 4,60 cm, la longueur des pétioles (LgPET) a varié de 11 cm à 33,72 cm. Le rendement en racines tubéreuses (RdTF) a varié de 2,7 t.ha⁻¹ à 57 t.ha⁻¹ avec une moyenne de 17,47 ± 10,22 t.ha⁻¹. Le poids moyen d'une racine tubéreuse (PMRT), a varié entre 0,06 kg et 1,87 kg; la teneur en matière sèche (TMS) entre 16,94% et 76,21% et la biomasse aérienne (BMA) entre 3,6 et 154,25 t.ha⁻¹(Tableau 4).

A l'exception des caractères diamètre des entre-nœuds (DmEN), longueur des limbes (LgLIMB), teneur en matière sèche (TMS) et épaisseur du cortex (ECoRT), les autres caractères ont présenté un coefficient de variation élevé (CV>20 %). L'ANOVA a révélé des différences significatives entre les variétés pour l'ensemble des caractères évalués (Tableau 4).

Tableau 4: Performances agronomiques d'une collection de patate douce du Togo

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne ± écart type	CV(%)	F
LgTiP (cm)	96,67	513,33	252,08 ±72,98	28,95	11,04**
LgEN (cm)	2,67	11,67	6,00 ± 1,51	25,18	10,17**
DmEN (cm)	0,42	0,95	0,63 ± 0,12	19,04	17,09**
LgLIMB (cm)	8,50	20,67	12,47 ± 1,71	13,74	12,46**
LgPET (cm)	11,00	33,72	20,51 ± 4,60	22,44	6,17**
PMRT (kg)	0,06	1,87	0,28 ± 0,19	70,27	1,81*
RdTF (t.ha⁻¹)	2,70	57,00	17,47 ± 10,22	58,52	2,44**
IR	0,05	0,81	0,36 ± 0,16	45,85	2,30**
TMS (%)	16,94	76,21	25,42 ± 5,06	19,90	22,97**
NbRT	1,00	5,00	2,26 ± 0,90	39,67	2,13**
BMA (t.ha⁻¹)	3,60	154,25	36,12 ± 24,63	68,21	2,89**
LgRT (cm)	10,50	42,00	22,09 ± 5,40	24,45	4,32**
DmRT (cm)	2,10	16,30	6,37 ± 1,90	29,85	5,50**
DmRT/LgRT	0,09	0,80	0,31 ± 0,13	42,97	6,70**
LPeRT (cm)	1,20	31,50	7,74 ± 4,98	64,35	3,61**
ECoRT (mm)	2,00	5,00	3,77 ± 0,69	18,40	1,73*

LgTiP: Longueur de la tige principale; LgEN: Longueur des entre-nœuds; DmEN : Diamètre des entre-nœuds; LgLIMB : Longueur des limbes matures; LgPET : Longueur des pétioles; PMRT : Poids moyen des racines tubéreuses (RT) ; RdTF : Rendement en RT fraîche ; IR : Indice de récolte ; TMS : Teneur en matière Sèche ; NbRT: Nombre de RT par plante; BMA : Biomasse aérienne ; LgRT: Longueur des RT; DmRT: Diamètre des RT; DmRT/LgRT: Rapport diamètre sur longueur des RT; LPeRT : Longueur du pédoncule des RT; ECoRT: Épaisseur du cortex des RT ; ET : Ecart type ; CV: coefficient de variation ; F : valeur de Fisher; *: différence significative à 5%, **: différence significative à 1%.

Corrélations phénotypiques entre les caractères quantitatifs

De fortes corrélations significatives ont été observées entre les caractères du feuillage (Tableau 5). En effet, le diamètre des entre-nœuds (DmEN) est positivement corrélé à la longueur du pétiole (LgPET) (r = 0,81) et à la longueur du limbe (LgLIMB) (r = 0,45), tandis que la longueur de la tige principale (LgTiP) est fortement corrélée à la longueur des entre-nœuds (LgEN) (r = 0,81); et la longueur des pétioles (LgPET) est fortement corrélée

à la longueur des limbes (LgLIMB) ($r = 0,58$). La biomasse aérienne (BMA) est corrélée au diamètre des entre-nœuds (DmEN) ($r = 0,45$), à la longueur des pétioles (LgPET) ($r = 0,45$) et à la longueur du limbe foliaire (LgLIMB) ($r = 0,25$). (Tableau 5).

Aussi, des corrélations significatives ont été observées entre les caractères agronomiques. Le rendement en racines tubéreuses (RdTF) est positivement corrélé au poids moyen des racines tubéreuses (PMRT) ($r = 0,73$), au diamètre des racines tubéreuses (DmRT) ($r = 0,58$), à l'indice de récolte (IR) ($r = 0,35$) et au nombre de racines tubéreuses (NbRT) par plant ($r = 0,31$). Le rendement en racines tubéreuses (RdTF) est aussi corrélé à la biomasse aérienne (BMA) ($r = 0,44$), au diamètre des entre-nœuds (DmEN) ($r = 0,39$) et à la longueur des pétioles (LgPET) ($r = 0,34$) (Tableau 5).

La teneur en matière sèche des variétés (TMS) est négativement corrélée à la biomasse aérienne (BMA) ($r = -0,29$), au rendement en racines tubéreuses (RdTF) ($r = -0,25$), au poids moyen des racines tubéreuses (PMRT) ($r = -0,24$), au diamètre des entre-nœuds (DmEN) ($r = -0,26$) et à la longueur des pétioles (LgPET) ($r = -0,23$).

Caractères d'intérêts identifiés dans la collection

Les sept (7) premiers axes ayant chacun une valeur propre supérieure ou égale à un, et expliquant 85,13 % de la variabilité totale ont été retenus (Tableau 6). L'axe 1 avec 24,73 % de la variabilité totale associe les caractères diamètre des entre-nœuds (DmEN), longueur des pétioles (LgPET), poids moyen des racines tubéreuses (PMRT), rendement en racines tubéreuses fraîches (RdTF) et biomasse aérienne (BMA). C'est l'axe de la productivité. L'axe 2, avec 17,23 % de la variabilité totale est positivement corrélé à l'indice de récolte (IR), au diamètre des racines tubéreuses (DmRT), et au ratio diamètre sur longueur des racines tubéreuses (DmRT/LgRT). Cet axe est par conséquent défini comme l'axe de la tubérisation. L'axe 3, avec 12,69 % d'inertie, associe les caractères longueur de la tige principale (LgTiP), longueur des entre-nœuds (LgEN), nombre des racines tubéreuses et longueur du pédoncule des racines tubéreuses (LPeRT). Il peut donc être défini comme l'axe du développement végétatif de la plante (Tableau 6).

Tableau 5: Corrélation entre les caractères quantitatifs mesurés dans une collection de patate douce du Togo

Variables	LgTiP	LgEN	DmEN	LgLIMB	LgPET	PMRT	RdTF	IR	TMS	NbRT	BMA	LgRT	DmRT	DmRT/LgRT	LPeRT	LPeRT
LgTiP	1															
LgEN	0,81**	1														
DmEN	-0,34*	-0,36**	1													
LgLIMB	-0,25*	-0,31*	0,45**	1												
LgPET	-0,23*	-0,17	0,81**	0,58**	1											
PMRT	-0,11	-0,1	0,46**	0,08	0,34*	1										
RdTF	-0,17	-0,19	0,39**	0,26*	0,34*	0,73**	1									
IR	-0,12	-0,12	-0,17	-0,03	-0,17	0,29*	0,35**	1								
TMS	0,13	-0,07	-0,26*	0,08	-0,23*	-0,24*	-0,25*	0,09	1							
NbRT	-0,07	-0,14	-0,12	0,2	-0,11	-0,29*	0,31*	0,05	0,06	1						
BMA	-0,22	-0,17	0,45**	0,25*	0,45**	0,37**	0,44**	-0,48**	-0,29*	0,04	1					
LgRT	-0,03	0,04	0,18	0,18	0,3*	0,12	0,16	0,14	-0,13	0,06	-0,03	1				
DmRT	-0,2	-0,15	0,22	0,03	0,06	0,6**	0,58**	0,48**	-0,12	0,01	-0,04	-0,24*	1			
DmRT/LgRT	-0,13	-0,14	0,03	-0,14	-0,17	0,33*	0,27*	0,27*	-0,02	-0,05	-0,04	-0,72**	0,8**	1		
LPeRT	0,1	0,14	0,34*	-0,11	0,29*	0,25*	-0,04	-0,2	-0,14	-0,32*	0,07	0,1	0,04	0,15	1	
ECoRT	-0,06	-0,07	0,3*	-0,03	0,23*	0,25*	0,19	-0,12	-0,1	-0,03	0,17	0,15	0,06	0,07	0,04	1

LgTiP: Longueur de la tige principale; LgEN: Longueur des entre-nœuds; DmEN : Diamètre des entre-nœuds; LgLIMB : Longueur des limbes matures; LgPET : Longueur des pétioles; PMRT : Poids moyen des racines tubéreuses (RT) ; RdTF : Rendement en RT fraîche ; IR : Indice de récolte ; TMS : Teneur en matière Sèche ; NbRT : Nombre de RT par plante; BMA : Biomasse aérienne ; LgRT: Longueur des RT; DmRT: Diamètre des RT; DmRT/LgRT: Rapport diamètre sur longueur des RT; LPeRT : Longueur du pédoncule des RT; ECoRT: Épaisseur du cortex des RT ; *: corrélation significative au seuil de 5%, **: corrélation significative au seuil de 1%.

Tableau 6 : Valeurs propres et contributions des variables quantitatives à la composition des sept premiers axes de l'ACP

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Valeur propre	3,96	2,76	2,03	1,59	1,29	1,07	0,92
Variabilité (%)	24,73	17,23	12,69	9,96	8,07	6,69	5,75
% cumulé	24,73	41,97	54,65	64,62	72,68	79,38	85,13
LgTiP	-0,25	-0,05	0,40	0,21	0,31	0,35	0,13
LgEN	-0,23	-0,06	0,46	0,23	0,31	0,22	-0,06
DmEN	0,41	-0,18	0,04	-0,11	-0,13	0,15	0,02
LgLIMB	0,24	-0,17	-0,33	0,05	0,04	0,53	-0,04
LgPET	0,37	-0,28	0,03	0,01	-0,07	0,29	-0,05
PMRT	0,37	0,17	0,28	0,17	-0,02	0,00	0,00
RdtF	0,38	0,18	-0,01	0,29	0,34	-0,03	0,04
IR	0,04	0,38	-0,11	0,48	-0,27	0,01	-0,09
TMS	-0,18	0,06	-0,21	-0,01	-0,20	0,50	0,54
NbRT	-0,01	0,04	-0,40	0,17	0,51	-0,06	0,20
BMA	0,29	-0,20	0,03	-0,27	0,43	-0,09	-0,07
LgRT	0,08	-0,32	-0,04	0,58	-0,17	-0,17	-0,06
DmRT	0,26	0,46	0,11	0,05	-0,01	0,10	0,02
DmRT/LgRT	0,12	0,51	0,10	-0,30	0,05	0,11	0,04
LPeRT	0,11	-0,15	0,42	-0,09	-0,29	0,07	0,05
ECoRT	0,17	-0,11	0,15	0,03	-0,03	-0,36	0,79

LgTiP: Longueur de la tige principale; LgEN: Longueur des entre-nœuds; DmEN : Diamètre des entre-nœuds; LgLIMB : Longueur des limbes matures; LgPET : Longueur des pétioles; PMRT : Poids moyen des racines tubéreuses (RT) ; RdtF : Rendement en RT fraîche ; IR : Indice de récolte ; TMS : Teneur en matière Sèche ; NbRT : Nombre de RT par plante; BMA : Biomasse aérienne ; LgRT: Longueur des RT; DmRT: Diamètre des RT; DmRT/LgRT: Rapport diamètre sur longueur des RT; LPeRT : Longueur du pédoncule des RT; ECoRT: Épaisseur du cortex des RT.

Identification et caractérisation des groupes hétérotiques

La classification ascendante hiérarchique (CAH) a permis de répartir les variétés en quatre groupes distincts (Figure 2). Ces groupes sont respectivement constitués de 16, 11, 20 et 33 variétés (Tableau 7).

L'analyse factorielle discriminante (AFD) a permis de caractériser les 4 groupes issus de la CAH sur la base des caractères quantitatifs étudiés (Figure 3). Les variétés du groupe I (GI) se caractérisent par des tiges longues (350,14 cm), des entre-nœuds longs (7,41 cm), des pétioles courts (18,62 cm), un rendement en biomasse moyen (28,35 t/ha), un faible rendement en racines tubéreuses fraîches (12,94 t/ha) et une forte teneur en matière sèche (29,68 %). Les variétés du groupe II (GII) sont caractérisées par un appareil végétatif peu développé [tiges courtes (163,03 cm), entre-nœuds courts (4,45 cm), des pétioles de longueurs moyennes (19,47 cm)], un faible rendement en biomasse (22,68 t/ha), un rendement en racine faible (15,87 t/ha) et une teneur en matière sèche élevée (26,86 %). Le groupe III (GIII) est composé des variétés à appareil végétatif moyen (longueur de la tige = 280,87 cm, longueur des entre-nœuds = 6,54 cm, diamètre des entre-nœuds = 0,6 cm, longueur des

pétioles=19,93 cm), un rendement en biomasse = 37,74 t/ha, un rendement en racine tubéreuse moyen =16,06 t/ha et une teneur en matière sèche moyenne = 24,62 %). Le groupe IV (GIV) est constitué par des variétés à appareil végétatif très développé (longueur de la tige = 216,76 cm, longueur des entre-nœuds = 5,52 cm, diamètre des entre-nœuds = 0,67 cm, longueur du pétiole = 22,12 cm), un rendement en biomasse très élevé (50,75 t/ha), un rendement en racine moyen (20,18 t/ha) et une teneur en matière sèche moyenne (23,84 %). Des différences significatives ont été révélées entre les groupes en considérant les distances de Mahalanobis (Tableau 8). Les groupes I et II sont les plus éloignés génétiquement ($d = 68,86$) et les groupes III et IV sont plus proches génétiquement ($d = 9,49$).

L'analyse de variance (ANOVA) a aussi révélé des différences significatives entre les groupes pour les caractères longueur de la tige (LgTiP), longueur des entre-nœuds (LgEN), diamètre des entre-nœuds (DmEN), longueur des pétioles (LgPET), rendement en racines tubéreuses (RdTF), la teneur en matière sèche (TMS) et le rendement en biomasse (BMA) (Tableau 9).

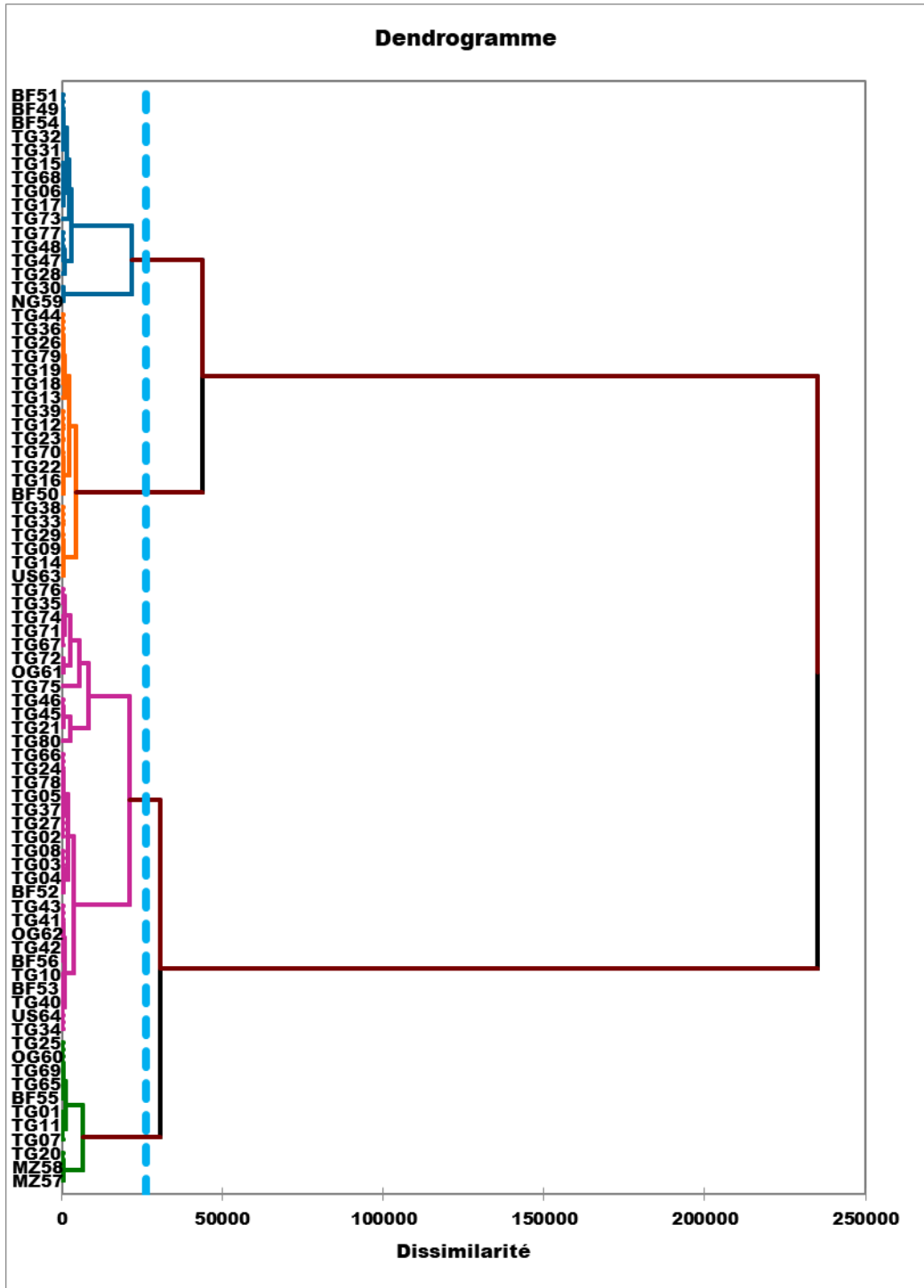


Figure 2: Dendrogramme issu de la CAH de la collection de patate douce du Togo sur la base des caractères quantitatifs

Tableau 7: Composition de quatre groupes hétérotiques issus de la CAH sur la base des caractères quantitatifs mesurés dans une collection de patate douce du Togo

Groupe	Groupe I	Groupe II	Groupe III	Groupe IV	
Effectif	16	11	20	33	
Variété	BF49	BF55	BF50	BF52	TG40
	BF51	MZ57	TG12	BF53	TG41
	BF54	MZ58	TG13	BF56	TG45
	NG59	OG60	TG16	OG62	TG46
	TG28	TG11	TG22	OG61	TG71
	TG30	TG25	TG29	TG24	TG72
	TG31	TG01	TG33	TG34	TG74
	TG32	TG20	TG36	TG42	TG76
	TG48	TG07	TG38	TG66	TG08
	TG06	TG65	TG39	TG67	TG10
	TG68	TG69	TG79	TG75	TG37
	TG73		TG14	TG78	TG04
	TG17		TG18	TG02	TG43
	TG47		TG19	TG21	TG05
	TG77		TG23	TG27	TG80
	TG15		TG26	TG03	US64
			TG44	TG35	
			TG70		
			TG09		
			US63		

Tableau 8: Distance de Mahalanobis entre les 4 groupes issus de la CAH sur la base des caractères quantitatifs mesurés dans une collection de patate douce du Togo

	Groupe I	Groupe II	Groupe III	Groupe IV
Groupe I	0			
Groupe II	68,86**	0		
Groupe III	11,26**	28,88**	0	
Groupe IV	37,95**	11,56**	9,49**	0

** : différence significative aux seuils de 5% et 1% respectivement.

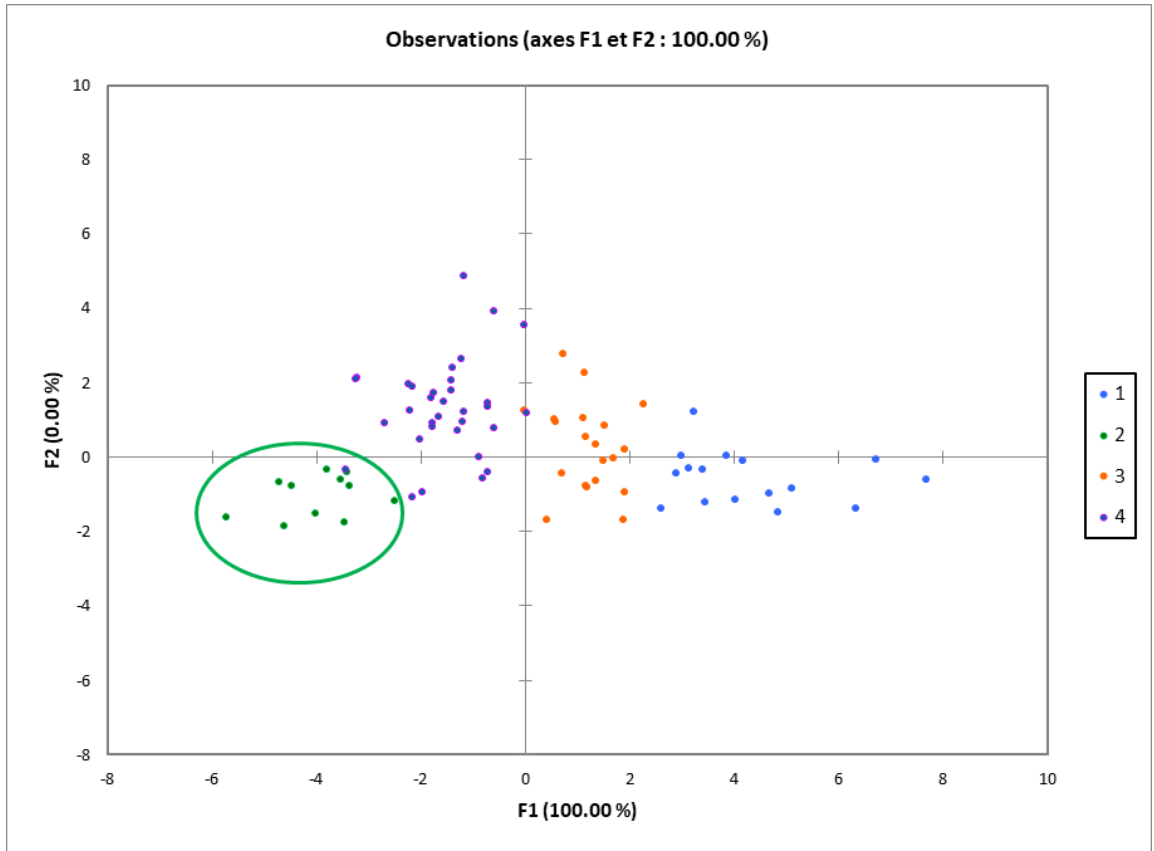


Figure 3: Projection de quatre groupes issus de la CAH sur la base des caractères quantitatifs d'une collection de patate douce du Togo dans le plan formé par les deux premiers axes de l'AFD.

Tableau 9: Performances moyennes de 4 groupes issus de la CAH sur la base des caractères quantitatifs mesurés dans une collection de patate douce du Togo

Variables	GI	GII	GIII	GIV	F
LgTiP (cm)	350,14^a	163,03^d	280,87^b	216,76 ^c	128,66 ^{**}
LgEN (cm)	7,41^a	4,45^d	6,54^b	5,52 ^c	22,72 ^{**}
DmEN (cm)	0,56^b	0,64 ^{ab}	0,6^b	0,67^a	5,1 [*]
LgLIMB (cm)	12,12 ^a	12,9 ^a	12,31 ^a	12,6 ^a	0,65 ^{ns}
LgPET (cm)	18,63 ^b	19,47 ^b	19,93 ^b	22,12^a	3,69 [*]
PMRT (kg)	0,22 ^b	0,25 ^{ab}	0,25 ^{ab}	0,31 ^a	2,42 ^{ns}
RdTF (t/ha)	12,95^b	15,87^{ab}	16,06 ^{ab}	20,18^a	3,53 [*]
IR	0,33 ^a	0,42 ^a	0,32 ^a	0,34 ^a	1,87 ^{ns}
TMS (%)	29,68^a	26,86 ^{ab}	24,62^b	23,84 ^b	3,49 [*]
NbRT	2,12 ^a	2,29 ^a	2,38 ^a	2,32 ^a	0,44 ^{ns}
BMA (t/ha)	28,35 ^b	22,68^b	37,74^b	50,75^a	7,33 ^{**}
LgRT (cm)	20,55 ^b	20,6 ^{ab}	22,06 ^{ab}	23,35 ^a	2,03 ^{ns}
DmRT (cm)	5,76 ^b	7,10 ^a	6,06 ^{ab}	6,6 ^{ab}	2,01 ^{ns}
DmRT/LgRT	0,30 ^a	0,37 ^a	0,29 ^a	0,31 ^a	1,24 ^{ns}
LPeRT (cm)	7,69 ^a	7,46 ^a	8,96 ^a	7,21 ^a	0,82 ^{ns}
ECoRT (mm)	3,53 ^a	3,50 ^a	3,88 ^a	3,91 ^a	1,84 ^{ns}

LgTiP: Longueur de la tige principale; LgEN: Longueur des entre-nœuds; DmEN : Diamètre des entre-nœuds; LgLIMB : Longueur des limbes matures; LgPET : Longueur des pétioles; PMRT : Poids moyen des racines tubéreuses (RT) ; RdTF : Rendement en RT fraîche; IR: Indice de récolte; TMS: Teneur en matière Sèche; NbRT: Nombre de RT par plante; BMA: Biomasse aérienne; LgRT: Longueur des RT; DmRT: Diamètre des RT; DmRT/LgRT: Rapport diamètre sur longueur des RT; LPeRT: Longueur du pédoncule des RT; ECoRT: Épaisseur du cortex des RT; F : valeur de Fisher; *: différence significative à 5%, **: différence significative à 1%, ns : non significatif.

Discussion

Performances agronomiques des variétés

L'analyse descriptive des caractères a révélé des écarts importants entre les génotypes. Aussi, la plupart des caractères ont présenté un coefficient de variation élevé. Les écarts observés et les coefficients de variations élevés traduisent l'existence d'une grande variabilité phénotypique au sein du germoplasme étudié. L'analyse de variance des caractères a aussi révélé des effets génotypiques significatifs, mettant en évidence une grande variabilité phénotypique pour les différents caractères mesurés. Ces résultats corroborent ceux trouvés par Gobena et al. (2022) en Ethiopie et par Kouassi et al. (2023) en Côte d'Ivoire. Cette variabilité phénotypique résulterait des pratiques de gestion paysanne des semences, notamment les échanges de cultivars entre agriculteurs qui sont à l'origine d'une diversité importante entre les populations de plantes cultivées (Karuri et al., 2010; Veasey et al., 2007).

Corrélation phénotypiques entre les caractères quantitatifs

Des corrélations positives et significatives ont été observées entre les caractères liés aux organes aériens (longueur du pétiole, biomasse aérienne) et ceux liés aux organes souterrains (rendement en racines, poids moyen des racines, diamètre des racines, le nombre de racines par plant et l'indice de récolte). Ces corrélations significatives traduiraient l'existence d'une forte proportionnalité entre les organes végétatifs de la patate douce. Selon Koechlin (1989) et Ouédraogo (2016), ces caractères ont une liaison génétique et environnementale identique, signifiant qu'ils sont gouvernés par un même groupe de gènes. Les corrélations positives trouvées entre ces caractères indiquent que les génotypes à fort développement végétatif sont les plus productifs. Tarpaga (2001) a aussi trouvé que les cultivars à long cycle sont les plus productifs. Selon ITRA (2008), le fort développement végétatif favorise la production de racines tubéreuses avec une augmentation des petites racines. Les fortes corrélations entre les caractères de l'appareil végétatif ont aussi été observées lors des travaux de Lebot (2019).

Le rendement en racines tubéreuses est fortement corrélé au diamètre des entre-nœuds et à la longueur des pétioles. Ce résultat indique que les génotypes avec de gros entre-nœuds et aux pétioles longs ont un bon rendement en racines tubéreuses. Ainsi, pour une production en racines tubéreuses importante, la sélection devrait s'orienter vers les génotypes à gros entre-nœuds et à longs pétioles.

La teneur en matière sèche des variétés a été négativement corrélée aux caractères: biomasse aérienne, rendement en racines tubéreuses, poids moyen des racines tubéreuses, diamètre des entre-nœuds, et longueur des pétioles. Ces corrélations indiquent que les variétés à appareil végétatif développé ont une faible teneur en matière sèche et une forte productivité. Les corrélations négatives trouvées entre la teneur en matière sèche et les composantes du rendement ont été aussi mentionnées par Nanema (2005).

Caractères et groupes hétérotiques d'intérêts identifiés dans la collection

La collection a été structurée en quatre (04) groupes phénotypiques dont les caractères distinctifs sont : longueur de la tige, longueur des entre-nœuds, diamètre des entre-nœuds, longueur des pétioles, biomasse aérienne, rendement en racines, indice de récolte et teneur en matière sèche. Ces résultats corroborent ceux de Shumbusha et al. (2017) qui ont mentionné les paramètres relatifs au feuillage, au rendement en racines et à la teneur en matière sèche comme étant déterminants dans la structuration de la variabilité phénotypique d'une collection de cultivars de patate douce du Rwanda.

Une analyse de la composition des quatre groupes révèle que chaque groupe est composé de variétés locales ou exotiques provenant de différentes zones agroécologiques. En référence à la prospection-collecte, les producteurs

acquièrent leurs semences par don, par échange ou par achat. Ce mode d'obtention des semences pourrait être un facteur de dispersion des variétés d'un village à l'autre ou d'une zone agroécologique à l'autre (Doussoh et al., 2016; Rukundo, 2015).

Les distances génétiques entre les groupes révèlent qu'il s'agit des groupes hétérotiques distincts. Ces groupes peuvent toutefois être regroupés dans une perspective de sélection de la patate douce au Togo. Les groupes I et II constitués de génotypes à teneur en matière sèche élevée d'une part et les groupes III et IV d'autre part, constitués de génotypes à forte productivité en racines tubéreuses et en biomasse aérienne. Dans un court terme, il est suggéré que des essais multilocaux soient conduits sur au moins trois années consécutives dans le but de sélectionner les génotypes stables et performants à des fins de diffusion en milieu producteur afin de booster la productivité de la patate douce au niveau national. Dans un long terme, un programme de création de nouvelles variétés à usages industriel et nutritif pourrait exploiter cette variabilité dans le choix des génotypes parents.

Conclusion

La connaissance de la variabilité phénotypique d'un germoplasme est un prérequis dans un programme d'amélioration variétale. Cette étude avait pour objectif d'explorer la diversité phénotypique des variétés cultivées de patate douce du Togo en vue de leur conservation et de leur amélioration génétique. Elle a mis en évidence une grande variabilité au sein du germoplasme de patate douce du Togo. La variabilité observée est organisée autour des caractères : rendement en racines tubéreuses, teneur en matière sèche, biomasse aérienne, longueur de la tige, diamètre des entre-nœuds et longueur des pétioles. Au total, quatre groupes distincts d'intérêts agronomiques ont été identifiés. Ces groupes offrent des possibilités de sélection ou de création de nouvelles variétés au Togo. Cependant, l'évaluation des performances agronomiques et phytosanitaires (résistance des variétés à la virose et aux charançons) des variétés sur au moins trois années consécutives dans les diverses zones agroécologiques de production au Togo est indispensable pour appréhender leur stabilité phénotypique. Le génotypage de cette banque de gènes est aussi nécessaire pour compléter cette étude. Il devra permettre de mieux cerner le niveau de diversité génétique et d'établir une *core* collection nationale pour des besoins de conservation et d'amélioration génétique de la patate douce au Togo. Une introduction des nouvelles variétés des programmes et systèmes nationaux de recherche travaillant sur la patate douce devra permettre d'élargir la base génétique de cette banque de gène exploitable dans un programme de création variétale.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Adjatin, A., Aboudou, R., Loko, L. Y., Bonou-Gbo, Z., Sanoussi, F., Orobiyi, A., Djedatin, G., Yedomohan, H., & Dansi, A. (2018). *Ethnobotanical investigation and diversity of sweet potato (Ipomea batatas L.) landraces grown in Northern Benin*. Int. J. Adv. Res. Biol. Sci., 5(8), 59–73. <https://doi.org/10.22192/ijarbs.2018.05.08.008>
2. Agre, P. A., Edemodu, A., Obidiegwu, J. E., Adebola, P., Asiedu, R., & Asfaw, A. (2023). *Variability and genetic merits of white Guinea yam landraces in Nigeria*. Frontiers in Plant Science, 14, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1051840>
3. Ayisah, D., Banito, A., & Gumedzoe, D. (2015). *Criblage de clones d'ignames du complexe Dioscorea cayenensis-rotundata pour la résistance au virus de la mosaïque de l'igname (YMV) au Togo*. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 8(5), 2198. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i5.23>
4. Christinck, A., Doka, M., Horneber, G., Ruganda, G., Pale, G., & Whitney, C. (2016). *From Breeding to Nutrition: Orange-Fleshed Sweetpotatoes in Farming and Food Systems of Uganda, Kenya, and Burkina Faso*. 1994–2014.
5. Da Silva, A. V. C., Andrade, L. N. T., Rabbani, A. R. C., Nunes, M. U. C., & Pinheiro, L. R. (2014). *Genetic diversity of sweet potatoes collection from Northeastern Brazil*. African Journal of Biotechnology, 13(10), 1109–1116. <https://doi.org/10.5897/ajb2013.13339>
6. David, M. C., Diaz, F. C., Mwanga, R. O. M., Tumwegamire, S., Mansilla, R. C., & Grüneberg, W. J. (2018). *Gene pool subdivision of east african sweetpotato parental material*. Crop Science, 58(6), 2302–2314. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.11.0695>
7. Detchinli, K. S., Sogbedji, M. J., Atchoglo, R., & Bona, K. A. (2017). *Modelisation des doses économiques optimales du fumier de ferme en culture du maïs (Zea mays L.) sur les sols ferrallitiques au Togo*. Revue Cames, 5(1), 52–58.
8. Djinet, A., Nana, R., Tamini, Z., & Badiel, B. (2015). *Etude comparée des paramètres agromorphologiques de dix (10) variétés de patate*

- douce (Ipomoea batatas (L.) Lam cultivées au champ dans deux (2) conditions climatiques au Tchad et au Burkina Faso. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 9(3), 1243. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.9>*
9. Doussoh, A.M., Dangou, J. S., Houedjissin, S. S., Assogba, A. K., & Ahanhanzo, C. (2016). *Analyse des connaissances endogènes et des déterminants de la production de la patate douce [Ipomoea batatas (L.)], une culture à haute valeur socioculturelle et économique au Bénin. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 10(6), 2596. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v10i6.16>*
 10. Doussoh, Arsène Mahoutondji, Dangou, J. S., Ahanhanzo, C., Houedjissin, S. S., & Assogba, A. K. (2018). *Assessment of the Phenotypic Diversity of Sweet Potato Landraces (Ipomoea batatas L.) Cultivated in Benin Using Morphological Descriptors. International Journal of Plant & Soil Science, 24(1), 1–13. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2018/43470>*
 11. FAO (2022). World Food and Agriculture. In *The Lancet*, 274 (7102). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(59\)91820-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(59)91820-3)
 12. Glato, K., Aidam, A., Kane, N. A., Bassirou, D., Couderc, M., Zekraoui, L., Scarcelli, N., Barnaud, A., & Vigouroux, Y. (2017). *Structure of sweet potato (Ipomoea batatas) diversity in West Africa covaries with a climatic gradient. PLoS ONE, 12(5), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177697>*
 13. Gobena, T. L., Asemie, M. M., & Firisa, T. B. (2022). *Evaluation of released sweet potato [Ipomoea batatas (L.) Lam] varieties for yield and yield-related attributes in Semen-Bench district of Bench-Sheko-Zone, South-Western Ethiopia. Heliyon, 8(10), e10950. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10950>*
 14. Grüneberg, W. J., Abidin, E., Ndolo, P., Pereira, C. A., & Hermann, M. (2004). *Variance component estimations and allocation of resources for breeding sweetpotato under East African conditions. Plant Breeding, 123(4). <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2004.01000.x>*
 15. Huamàn, Z. (1991). Descriptors for Sweet Potato. CIP-AVRDC-IBPGR, Rome, Italy, p. 51.
 16. ITRA, (2007). Situation de référence sur les plantes à racines et tubercules cultivées au Togo: igname, manioc, patate douce, taro, pomme de terre. 108p.
 17. Kouassi, J. H. M., Mambé, A.-D. B., Konan, E. B. D., Brice, S. E., Kouakou, A. M., Boni, N., & Wanyou, D. L., (2023). *Agronomic evaluation sweet potato (Ipomoea batatas (L) Lam.) genotypes in two agro-ecological zones of Côte d'Ivoire. World Journal of Advanced*

- Research and Reviews, 17(2), 208–218.
<https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.17.2.0194>
18. Karuri, H. W., Ateka, E. M., Amata, R., Nyende, A. B., Muigai, A. W. T., Mwasame, E., & Gichuki, S. T. (2010). *Evaluating diversity among kenyan sweet potato genotypes using morphological and SSR markers*. International Journal of Agriculture and Biology, 12(1), 33–38.
 19. Koechlin, J. (1989). *Les gombos africains (Abelmoschus ssp): Etude de la diversité en vue de l'amélioration*. Thèse Doctorat, Institut National Agronomique. Paris-Grignon, France. p. 180.
 20. Kotchofa, R., Fanou, A., Baimey, H., Azanma, F., Zadji, L., & Sodjinou, E. (2019). *Tolérance de quelques accessions de patate douce (Ipomoea batatas L.) cultivées au sud-Bénin aux charançons de la patate douce (Cylas spp.) sous infestation naturelle*. Journal of Applied Biosciences, 140(1), 14293.
<https://doi.org/10.4314/jab.v140i1.8>
 21. Lebot, V. (2019). Sweet potato: agronomy. *Tropical Root and Tuber Crops: Cassava, Sweet Potato, Yams and Aroids*, 157–173.
<https://doi.org/10.1079/9781789243369.0157>
 22. Nanema, R. K, Traore, E. R., Bationo, P., & Zongo, J.-D. (2009). *Morphoagronomical characterization of Solenostemon rotundifolius (Poir. J. K. Morton) (Lamiaceae) germplasm from Burkina Faso*. Int. J. Biol. Chem. Sci, 3(5), 1100–1113. <http://indexmedicus.afro.who.int>
 23. Ouédraogo, M. H. (2016). *Etude De La Diversité Génétique Des Gombos [Abelmoschus Esculentus (L.) Moench] Cultivés Au Burkina Faso*. Thèse Unique de Doctorat, Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso. p. 165.
 24. Rukundo, P., Shimelis, H., Laing, M., & Gahakwa, D. (2015). *Phenotypic characterisation of sweetpotato genotypes grown in East and Central Africa*. South African Journal of Plant and Soil, 32(2), 77–86. <https://doi.org/10.1080/02571862.2014.994141>
 25. Sembiring, N., Hardaningsih, W., Anidarfi, & Illahi, A. K. (2022). *Identification, Characterization, and Conservation of Sweet Potato Germplasm (Ipomoea batatas L.) in West Sumatera Production Center*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1097 (1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1097/1/012051>
 26. Shumbusha, D., Shimelis, H., Laing, M., & Asimwe, T. (2017). *Phenotypic diversity analysis of sweetpotato for breeding dual-purpose varieties*. Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science, 67(4), 340–351.
<https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1281431>
 27. Somé, K., Vernon, G., Isaac, A., Eric, Y. D., Jeremy, T. O., Tignegre, J. B., Belem, J., & Tarpaga, M. V. (2014). *Diversity analysis of sweet*

- potato (Ipomoea batatas [L.] Lam) germplasm from Burkina Faso using morphological and simple sequence repeats markers. African Journal of Biotechnology, 13(6), 729–742. <https://doi.org/10.5897/ajb2013.13234>*
28. Tarpaga, W.V. (2001). Etude de la variabilité agromorphologique d'une collection de *Solenostemon rotundifolius* du Burkina Faso. Mém. D'Ing. de Dev. Rural, Univ. Bobo-Dosso, Bobo Doso, p. 56
29. Tibiri, E. B., Somé, K., Pita, J. S., Tiendrébéogo, F., Bangratz, M., Néya, J. B., Brugidou, C., & Barro, N. (2019). *Effects of sweet potato feathery mottle virus, sweet potato chlorotic stunt virus and their co-infection on sweet potato yield in Western Burkina Faso. Open Agriculture, 4(1), 758–766. <https://doi.org/10.1515/opag-2019-0076>*
30. Veasey, E. A., Queiroz-Silva, J. R., Silva, R. M., Borges, A., De Andrade, B. E., & Peroni, N. (2007). *Phenology and morphological diversity of sweet potato (Ipomoea batatas) landraces of the Vale do Ribeira. Scientia Agricola, 64(4), 416–427. <https://doi.org/10.1590/s0103-90162007000400013>*
31. Ward, J. H. (1963). *Hierarchical grouping to optimize an objective function. J. Am. Stat. Assoc., 58, 236–244.*
32. Yada, B., Tukamuhabwa, P., Alajo, A., & Mwanga, R. O. M. (2010). *Morphological characterization of Ugandan sweetpotato germplasm. Crop Science, 50(6), 2364–2371. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.04.0199>*

Effects of organic fertilizers and tillage on yield and its components of three varieties of *Corchorus olitorius* L. produced in South Benin

Faton Manhognon Oscar Euloge

Laboratory of Plant Physiology and Study of Environmental Stresses:
Research Unit in Phytopathology and Plant Protection, UAC, FAST, Benin

Bonou-Gbo Zaki

Laboratory of Plant Physiology and Study of Environmental Stresses:
Research Unit in Phytopathology and Plant Protection, UAC, FAST, Benin.

Laboratory of Biotechnology, Genetic Resources and Plant and Animal
Breeding/UAC/FAST, Benin. Laboratory of Molecular Biology and
Bioinformatic Applied to Genomic UNSTIM/ENSBBA, Benin

Akotegnon Azonwakin Rodrigue

Laboratory of pharmacology and improved traditional drugs UAC/FAST,
Benin

Montcho Hambada Koffi David

Laboratory of Plant, Horticultural and Forest Sciences UNA, Benin

Ogoubiyi Chakour-Ola Tounde

Laboratory of Plant Physiology and Study of Environmental Stresses:
Research Unit in Phytopathology and Plant Protection, UAC, FAST, Benin

Djedatin Gustave

Laboratory of Molecular Biology and Bioinformatic Applied to Genomic
UNSTIM/ENSBBA, Benin

Cynthia Atindehou

Lucie Fanou

Laboratory of Food Technology and Quality Control UATM GASA-Training

Gandonou Gbossegnon Bernard Christophe

Gnancadja-Andre Léopold Simplicie

Laboratory of Plant Physiology and Study of Environmental Stresses:
Research Unit in Phytopathology and Plant Protection, UAC, FAST, Benin

Edorh Patrick Aléodjrodo

Laboratory of Biochemistry and Cell Biology,
University of Abomey-Calavi, Cotonou, Benin

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p164](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p164)

Submitted: 25 January 2024

Accepted: 29 January 2024

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Manhognon, F. O. E., Gbo Zaki, B., Azonwakin Rodrigue, A. K., Hambada Koffi David, M., Chakour-Ola Tounde, O., Djedatin, G., Atindehou, C., Fanou, L., Gbo Sengnon, B. C. Gandonou-, Gnancadja-Andre Simplicite, G. L. & Aléodjrodo, E. P. (2025). *Effects of organic fertilizers and tillage on yield and its components of three varieties of Corchorus olitorius L. produced in South Benin*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (3), 164.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p164>

Abstract

This study aims to evaluate the influence of organic fertilizer and tillage on the agro-morphological characteristics of three varieties of jute. A split plot design with three factors was installed in 02 repetitions. The main factor consists of the type of soil with 02 levels one of which is frequently plowed and the second of which has not been exploited during the last 5 years. The secondary factor is the dose of organic fertilizer with 08 levels including 0.5 kg/m², 0.75 kg/m², and 1 kg/m² of poultry dung; 2 kg/m², 2.5 kg/m², 3 kg/m² of cow dung; and one control without fertilizer, and the third factor is variety with 3 variants. The data collected during the trial were entered and processed in the Excel 2016 spreadsheet and subjected to various analyses including descriptive statistics, and analysis of variance with the Statistica software. The principal component analysis was performed with R 4.2.1 software and identified characters that are controlled by the treatments applied. The performance of the different varieties was assessed in the different study environments. The results show that soil amendment with varying doses of poultry dung associated with tillage improves the agro-morphological parameters of the plant. This association shows better improvement in seedling height, leaves, and biomass compared to the use of cow dung. Thus, organic fertilizer efficiently contributes to soil fertility improvement. The difference in the contribution of these organic fertilizers to the improvement of soil status and crop yields could be due to the difference in organic matter and nutrients contained.

Keywords: Amendment, Corchorus olitorius, organic fertilizer, performance, agro-morphological

Introduction

The majority of the world's population now uses the various nutrients (vitamins, minerals, antibiotics, and fiber) found in vegetables (Ahmed 2021; Soro et al. 2012). These include *C. olitorius*), also known as Jute, or the Jew's mallow, or Jute mallow, discovered by Linn in 1753 (IPNI 2020). It grows in Africa, Egypt, the Middle East, the Philippines, Thailand, India, and Nepal (Ali et al. 2006). The genus *Corchorus* belonging to the family Malvaceae (formerly under Tiliaceae) is distributed in all tropical and subtropical regions

of the world (Alissou 2011). The young leaves and green shoots of this fast-growing vegetable are chosen for cooking. They add taste and a viscous texture to soups and stews. Its seeds are used as a flavor, and infusions are prepared from its dried leaves. Most pharmaceutical, health, and nutraceutical benefits have been attributed to the presence of bioactive compounds, including ascorbic acid, carotenoids, and phenolic compounds in their leaves (Kaboré et al. 2021). Due to the richness of its leaves in nutritional substances (vitamin C, provitamin A, mineral salts, proteins), *Corchorus olitorius*, could be a "powerful weapon" against nutritional deficiencies, especially in developing countries (Kiebre et al. 2016).

So, to promote the various virtues that many ignore, it is essential to take appropriate steps to introduce them to humanity. However, it does not always yield the expected yields, thus requiring fertilization to maintain or improve soil fertility through nutrient input (Ognalaga et al. 2017). In tropical hot zones, for example, the quantity and quality of production are generally and essentially affected by several constraints, including soil infertility.

Mineral fertilization using chemical fertilizers (Kitabala et al. 2016), organic fertilization (Kaho et al. 2011), crop combinations, crop rotations, and crop rotation (Nyembo et al. 2013; Kitabala et al. 2016), and varieties tolerating soil infertility of certain nutrients can be used to address declining crop yields. In addition, excessive use of chemical fertilizers pollutes groundwater and hampers soil nutrient availability and product quality with adverse effects on human, animal, and plant health (Tchaniley et al. 2020). Thus, the agronomic value of organic matter consists not only in its ability to provide nutrients to plants but also in its ability to improve soil properties conducive to the growth of plants and soil microorganisms (Kitabala et al. 2016). Thus, frequent inputs of organic fertilizers are needed to improve soil properties in a sustainable way (Mulaji 2011). Organic manures are rich in nitrogen and their organic matter content makes the soil friable, and loose with a high porosity allowing good water infiltration (Ngoyi et al. 2020). It nourishes and harbors a large number of soil-useful organisms, such as earthworms and microorganisms, that continually work to improve fertility and soil structure (Tchaniley et al. 2020), hence the importance of using poultry manure and poultry droppings as organic fertilizers. Organic fertilizers increase soil organic matter content, and improve food exchange capacity, with increasing soil water conservation favoring soil aggregates and protecting the soil from acidity, alkalinity, salinity, pesticides, and toxic heavy metals (Tchaniley et al. 2020).

Moreover, good root development of crops is an essential factor in their good productivity and, above all, in their tolerance to climatic hazards (Kuelo et al. 2012). Thus, one of the key roles of tillage is to facilitate root growth. Through used soil, it reduces the resistance of the soil to root penetration

through an improvement of its physical properties. Used soil makes the soil loose, increases its porosity, thus facilitating soil infiltration and water retention, and root penetration. Thus, tillage conditions the dynamics of organic matter (Ngoyi et al. 2020; Tchaniley et al. 2020).

To evaluate the effect of organic fertilizers and tillage on *C. olitorius* performance, this study aims to contribute to the improvement of the productivity of *Corchorus olitorius* L.

Study site

The experiments are being carried out in Benin in the municipality of Abomey-Calavi, Ouedo district belonging to the agroecology zone of the barred lands. It is characterized by a Sudano-Guinean climate with two rainy seasons alternating with two dry seasons. Thus, a trial was installed on Eco Vegetable Farm and conducted during the period covering the months of February to June 2022. Figure 1 below shows the site map.

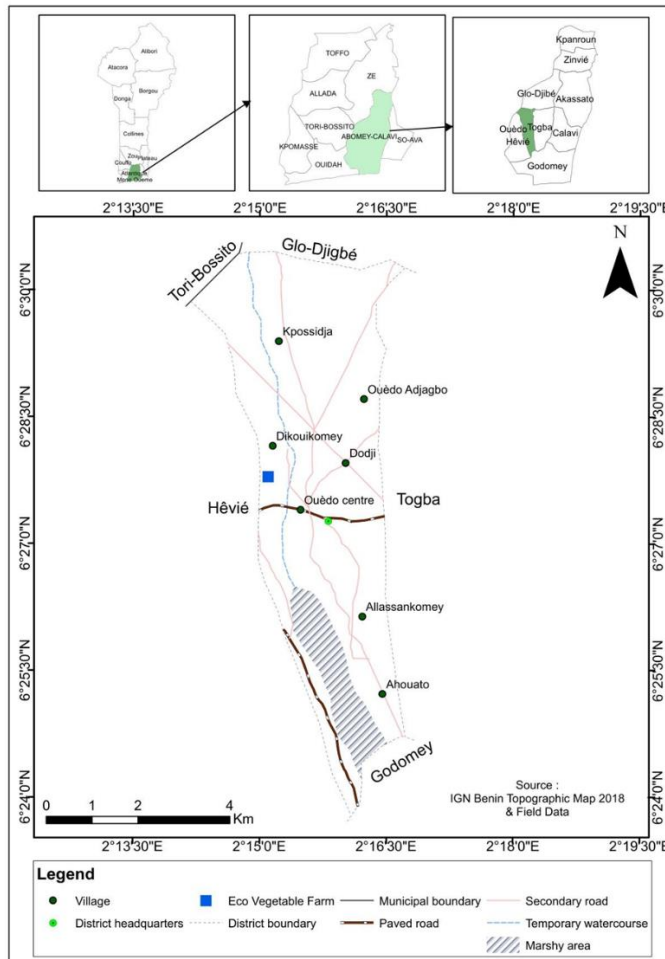


Figure 1: Map showing experimental site

Study material

Plant material

The plant material used is made up of 3 varieties of *Corchorus olitorius* L including an improved variety V1 and two local varieties such as the local 5-finger toothed variety, and the local mono variety obtained from the seed structures.

Two types of fertilizers were used for the experiment, namely organic fertilizer based on poultry manure and cow dung.

Methods

Experimental design

The experiments were carried out in the Commune of Abomey-Calavi, Ouedo District belonging to the Agro-ecology Zone of the Barred Land. It consists of three factors and is installed in a split-plot design with 03 repetitions. The primary factor is tillage with two (02) variants: Used soil and Untilled Soil (NLS); the secondary factor is the dose of organic fertilizer at eight levels: F0 = absolute control (without fertilizer); F1 = 2 kg/m² cow dung; F2 = 2.5 kg/m² cow dung; F3 = 3 kg/m² cow dung; F4 = 0.5 kg/m² poultry dung; F5 = 0.75 kg/m² of poultry manure; F6 = 1 kg/m² of poultry manure; F7 = 2 kg/m² of cow dung + 0.5 kg/m² of poultry manure and the third factor is the varieties constituted by one improved et two local varieties. Forty-eight treatments constituted the experiment. Each experimental unit occupied an area of 2 m². The seedling lines were arranged over the lengths of the experimental units with a spacing of 20 cm between the line and seedlings (it means a density of 25 seedlings/m² with 1 seedling/hole). The elementary plots are separated from each other by footrests 40 cm wide and the distance between the repetitions is 1 m. Treatments were randomized at each repetition level as were varieties within blocks.

Conduct of the experiment

The soil preparation consisted of clearing land, collecting plant debris, working, picketing, and making up the manure boards.

Indeed, since the boards were made, the experimental site was disinfected by the use of a biological product called "Controlphyt Cu" at a rate of 50 ml in 15 liters of water. The nursery of the varieties was made in line spaced by 20 cm each on a board 1 meter long and 6 meters wide each. The seedlings were transplanted 22 days after seeding in the nursery at the rate of one plant per seed pot. The seedlings were 10-15 cm tall and had 3-5 true leaves.

Data collection

A total of eight quantitative variables were collected 30 days after transplanting and included plant height, neck diameter, leaf length and width, petiole length, leaf number per plant, and weight of fresh and dry biomass. The measurement of the yield parameters was carried out during the cutting of the jute which took place approximately 44 days after subculturing. Fresh biomass was obtained just after cutting. After 96 hours in an oven at a temperature of 60° C., the dry biomass was recorded for each variety resulting from each treatment.

Statistical analysis of data

The data collected during the trial were entered and processed in the Excel 2016 spreadsheet. These data were subjected to various analyzes including descriptive statistics, and analysis of variance with the Statistica software. The analysis of Variance was performed with R 4.2.1 software and identified characters that are controlled by the treatments applied. Graphs were also produced using the Excel 2016 spreadsheet to compare the performance of varieties in different assessment environments. The three (03) varieties of *C. olitorius* used are V1=Improved variety; V2=Toothed local variety; and V3= Mono local variety.

Results

Descriptive analysis of the agro-morphological characters studied

The quantitative characteristics measured during the application of the different treatments to the jute varieties allow minimum and maximum values to be recorded in both assessment environments (farmed and unfarmed soil) (**Table 1**). A high degree of variability was observed between varieties for all traits measured at both the assessment medium and combined assessment levels. On untapped land (uncultivated for at least 5 years), the coefficient of variation of the characters varies from 12.78 % for the length of the leaf (LL) to 45.58 % for the weight of the fresh biomass (PBF). In this environment, the greatest variations were observed with seedling height (HP), leaf width (LW), and dry biomass weight (DBW), which showed coefficients of variation greater than 20%. Similar observations are made with the harvested medium (daily range) where the coefficient of variation varies from 7.91% for the length of the leaf (LL) to 22.24% for the weight of the fresh biomass. The greatest variations in this environment are obtained with LaL, FBW, and DBW for a CV greater than 20%. The evaluation of the mean values obtained from the combined data from the two media shows a wide variation in plant height (PH), leaf width (LW), leaf number per plant (LNP), fresh biomass weight (FBW), and dry biomass weight (DBW). A comparison of the mean values of the different characters from one medium to another associated with the

combined data makes it possible to note that the lowest mean values are recorded with the soil used (**Table 1a and 1b**).

Table 1a: Description of the characters measured in the two production media

	Unexploited					Exploited				
	Moy.	Min.	Max	St. dev.	CV (%)	Moy.	Min.	Max	St. dev.	CV (%)
PH (cm)	58.85	39.03	86.80	12.394	21.06	41.96	29.93	58.30	8.206	19.56
SD (mm)	7.21	4.53	9.97	1.203	16.70	5.90	4.48	9.28	1.061	17.99
PL (cm)	4.97	3.08	7.76	0.941	18.92	4.37	3.42	5.80	0.561	12.83
LL (cm)	9.51	7.50	12.46	1.216	12.78	8.34	6.68	9.48	0.659	7.91
LW (cm)	4.31	2.83	8.74	1.357	31.45	3.69	2.71	5.91	0.750	20.33
LNP	68.33	50.33	84.33	10.454	15.30	52.11	38.00	75.00	9.916	19.03
FBW (kg)	1.43	0.59	3.39	0.654	45.58	0.88	0.48	1.29	0.196	22.24
DBW (kg)	0.49	0.12	0.85	0.187	38.28	0.24	0.14	0.34	0.053	21.89

PH: plant height; SD: stem diameter; PL: petiole length; LL: leaf length; LW: leaf width; LNP: leaf number per plant; FBW: fresh biomass weight; DBW: dry biomass weight, St. dev.: Standard deviation

Table 1b: Description of the characters measured in the combined treatments

Characters	Combined treatments				
	Mean	Min	Max	St. dev.	CV (%)
PH (cm)	50.40	29.93	86.80	13.468	26.72
SD (mm)	6.55	4.48	9.97	1.307	19.94
PL (cm)	4.67	3.08	7.76	0.827	17.71
LL (cm)	8.92	6.68	12.46	1.139	12.76
LW (cm)	4.00	2.71	8.74	1.135	28.34
LNP	60.22	38.00	84.33	13.005	21.60
FBW (kg)	1.16	0.48	3.39	0.555	47.90
DBW (kg)	0.36	0.12	0.85	0.184	50.68

PH: plant height; SD: stem diameter; PL: petiole length; LL: leaf length; LW: leaf width; LNP: leaf number per plant; FBW: fresh biomass weight; DBW: dry biomass weight, St. dev.: Standard deviation

Analysis of variance of the measured characters

The multi-factor variance analysis performed on the different measured traits shows that there is a significant difference between varieties, different fertilizers, and soil types (on- and off-farm) for each of the traits considered. The interaction between the applied fertilizers and the soil type is significant for the eight characters measured indicating that the responses from the application of fertilizers are under the control of the action of the soil types. The assessment of the interaction between fertilizers and soil types also indicates a significant interaction justifying fertilizer expression due to soil type for all the traits measured. As for the interaction between varieties and soil type, a significant difference was observed for all traits except stem diameter (DT), petiole length (LP), and leaf length (LL). Similarly, the interaction between fertilizers and varieties is significant for all traits.

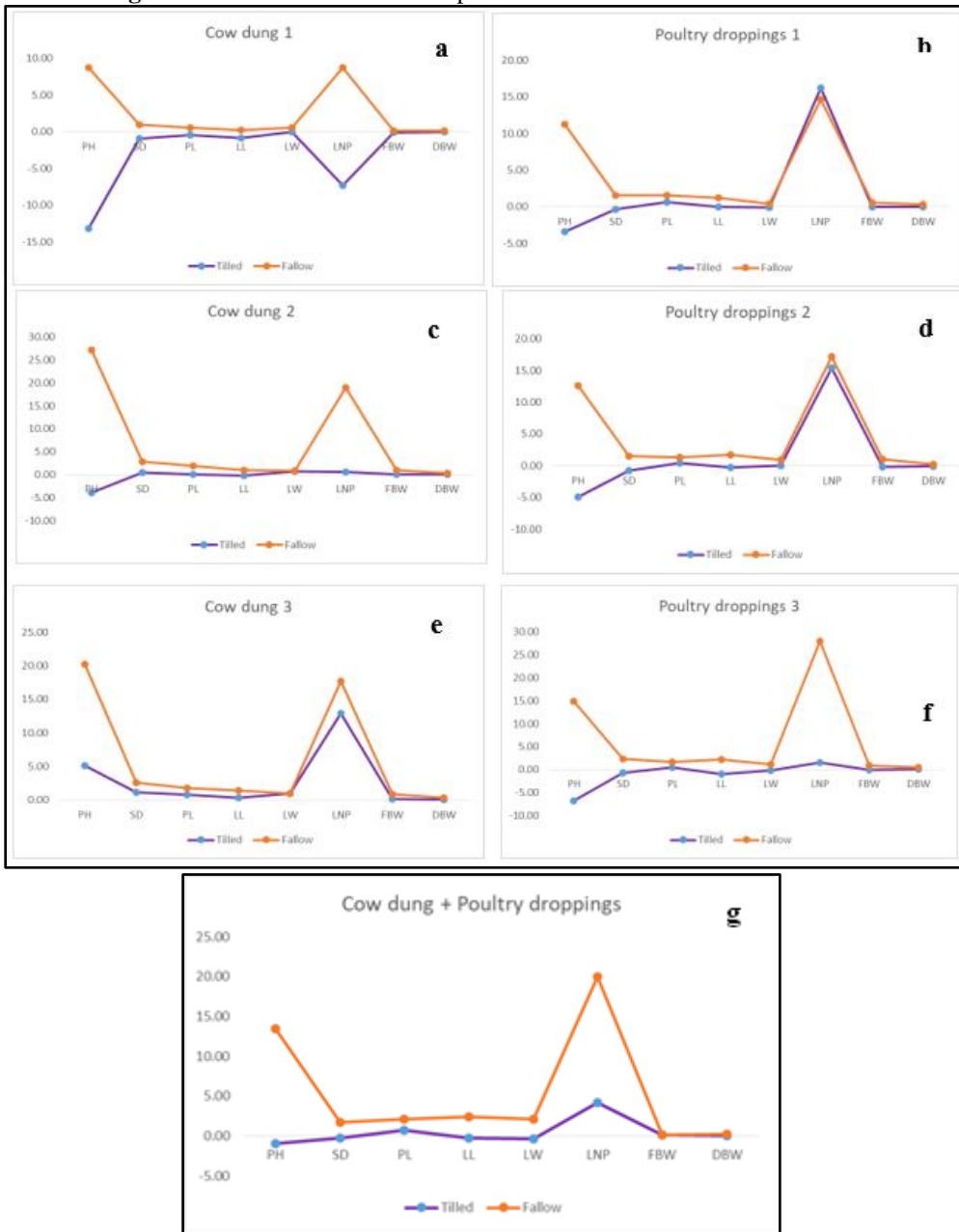
Although there were no significant differences in the interaction between soil type and varieties for some traits, the interaction between soil type, fertilizers, and varieties was significant for all traits assessed (**Table 2**). The interaction between variety and soil type showed no significant difference in stem diameter (SD), leaf length (LL), and petiole length (PL). Following the analysis of these significant differences, selections can be made at each site and for each fertilizer. Figure 2 shows the expression of the traits in the presence of fertilizer application on both soils. The application of different doses of cow dung (2 kg/m², 2.5 kg/m²; 3 kg/m²) to help improve the growth of *Corchorus olitorius* plants (Figure 2 a, c, and e) on the unexploited part. The application of the different doses of poultry droppings (0.5 kg/m², 0.75 kg/m², 1 kg/m²) further contributed to the improvement in the growth of the characters evaluated with values essentially positive on the (Figure 2b, d and f) on the unexploited part. Thus, the treatment carried out by the combination of cow dung and poultry droppings at respective doses of 2 kg/m² and 0.5 kg/m² allowed an improvement of the eight characters (Figure 2g) compared with the single doses of cow dung (Figure 2a) and poultry droppings (Figure 2f).

Table 2: Analysis of the Variance of the Characters During the Different Processes

Source	Model	Soil	Fert.	Variety	Sol*Fert.	Soil*Variety	Fert.*Variety	Sol*Fert.*Variety	
DDL	1	1	7	2	7	2	14	14	
PH (cm)	SC	243885.6	6848.4	2234.3	4695.6	1646.4	345.2	529.4	854.7
	MC	243885.6	6848.4	319.2	2347.8	235.2	172.6	37.8	61.0
	F	148163.9***	4160.5***	193.9***	1426.3***	142.9***	104.8***	23.0***	37.1***
SD (cm)	SC	4120.911	41.265	41.704	10.786	16.683	0.787	25.020	13.048
	MC	4120.911	41.265	5.958	5.393	2.383	0.393	1.787	0.932
	F	15300.73***	153.21***	22.12***	20.02***	8.85***	1.46 ^{NS}	6.64***	3.46***
PL (cm)	SC	2095.585	8.625	24.631	7.286	5.195	0.803	8.726	5.387
	MC	2095.585	8.625	3.519	3.643	0.742	0.402	0.623	0.385
	F	22991.21***	94.63***	38.60***	39.97***	8.14***	4.41 ^{NS}	6.84***	4.22***
LL (cm)	SC	7645.651	33.318	17.397	16.572	21.027	1.307	14.443	12.371
	MC	7645.651	33.318	2.485	8.286	3.004	0.654	1.032	0.884
	F	54141.81***	235.94***	17.60***	58.68***	21.27***	4.63 ^{NS}	7.31***	6.26***
LW (cm)	SC	1538.508	9.278	10.884	62.911	14.862	7.669	5.635	7.801
	MC	1538.508	9.278	1.555	31.455	2.123	3.834	0.402	0.557
	F	22800.24***	137.50***	23.04***	466.16***	31.47***	56.83***	5.96***	8.26***
LNP	SC	348124.6	6310.4	3691.2	1696.0	2231.3	35.8	1083.2	844.9
	MC	348124.6	6310.4	527.3	848.0	318.8	17.9	77.4	60.3
	F	95153.32***	1724.84***	144.13***	231.79***	87.13***	4.89***	21.15***	16.50***
FBW (kg)	SC	128.7372	7.3317	4.1042	1.2557	4.7557	0.7669	5.8818	4.3178
	MC	128.7372	7.3317	0.5863	0.6278	0.6794	0.3835	0.4201	0.3084
	F	7574.167***	431.354***	34.496***	36.938***	39.971***	22.561***	24.718***	18.145***
DBW (kg)	SC	12.71670	1.46520	0.57533	0.14251	0.31123	0.03111	0.33596	0.36016
	MC	12.71670	1.46520	0.08219	0.07125	0.04446	0.01555	0.02400	0.02573
	F	57585.08***	6634.89***	372.18***	322.66***	201.33***	70.43***	108.67***	116.49***

PH: plant height; SD: Stem Diameter; PL: petiole length; LL: leaf length; LW: leaf width; LNP: leaf number per plant; FBW: fresh biomass weight; DBW: dry biomass weight; Fert: Fertilizer, ***: highly significant at 1% level, NS: non-significant

Figure 2: Effects of fertilizers on parameters measured in different soils.



PH: plant height; SD: Stem Diameter; PL: petiole length; LL: leaf length; LW: leaf width; LNP: leaf number per plant; FBW: fresh biomass weight; DBW: dry biomass weight

Agronomic performance of *C. olitorius* and effect of fertilizers on different assessment soil

The evaluation of the performance of each of the varieties on the different soils in the presence of fertilizers shows results specific to each of

the varieties through the expression of their agronomic performance. Thus, following the specific interaction between soils and varieties, specific selections can be made for the identification of the performance variety according to each of the traits studied. The analysis of variance (ANOVA) therefore indicates that the V2 variety showed the best performance for seedling height (PH) and leaf width (LW) with mean values of 49.2 ± 7^a and 4.44 ± 0.689^a respectively on cultivated soil. This variety also performed poorly for all the other traits evaluated. No significant differences in performance were observed between V1 and V3 varieties. SD and PL characters showed no significant difference between the performance of the local varieties studied (**Table 3**). On uncultivated soil, there were no significant differences between the varieties for fresh biomass weight (FBW), dry biomass weight (DBW), and stem-to-collar diameter (SD). In contrast to the commonly used site, the local variety V3 showed better agronomic performance for leaf length (LL) (10.14 ± 1.16^a cm), and number of leaves per plant (LNP) (72.9 ± 11.265^a) (**Table 3**). In this medium, the variety V2 has, in addition to the characters PH (71.39 ± 9.042^a cm) and LW (5.86 ± 1.261^a cm), a better performance at the level of PL (5.47 ± 1.081^a cm). LL and LNP indicated low values for V2 while the local variety V1 was the least effective in evaluating the length of the petiole (4.59 ± 0.796^b cm).

In addition to determining the best-performing varieties on each soil, the high significance of the soil fertilizer interaction makes it possible to identify the fertilizer that has produced better performance of the varieties following the evaluation of the measured characteristics. The three doses of cow dung applied showed significantly different results for the expression of the different characters except the weight of the fresh biomass, the effect of which was different compared with the effect of poultry droppings (**Table 4**). On the other hand, with droppings, the expression is not significant for the characters PH, SD, PL, and LW. In general, the fertilizer F3 (3 kg/m² of cow dung) performed better in terms of height of the plants, diameter at the collar, length of the petiole, length of the leaf, and width of the leaf with respective averages of 50.63 ± 3.68^a cm, 7.26 ± 0.7^a cm, 4.82 ± 0.503^a cm, 8.93 ± 0.162^a cm, and 4.56 ± 0.90^a cm. The lowest performances for these same traits were obtained with the fertilizer F1 (2 kg/m² of cow dung). The best expression of the number of leaves per plant is obtained with the fertilizer F4 for an average value of 62.89 ± 11.008^a cm and the lowest expression is recorded with the fertilizer F1. Assessment of biomass through determination of fresh and dry weight shows best expression with the respective application of F7 fertilizer consisting of a mixture of cow droppings and dung and F6 fertilizer consisting solely of poultry droppings.

Analysis of the expression of these different traits in the presence of the same fertilizer doses on untapped soil also shows diversified responses. In

contrast to the cultivated soil, the plot with no fertilizer showed the lowest performance regardless of the character evaluated (**Table 5**). Also, the best performance is recorded with the application of F2 for the height of the plants (PH) and the diameter at the collar (SD) with a respective average of 72.45 ± 10.965^a cm and 8.33 ± 1.022^a cm. The F7 fertilizer mixture induced better performance at PL (5.74 ± 1.385^{ab} cm), LL (10.61 ± 0.628^{ab} cm), and LW (5.59 ± 2.286^{ab} cm). The best performance in LNP (80.72 ± 4.548^{ab}) and DBW (0.65 ± 0.037^{ab} kg) is obtained with F6 (1 kg/m² of poultry droppings) whereas F5 (0.75 kg/m² of poultry droppings) made it possible to record a good performance for FBW with an average of 1.91 ± 0.465^{ab} kg. It should be noted that the different doses of fertilizer applied to this soil from the droppings (0.5 kg/m², 0.75 kg/m², 1 kg/m²) indicated no significant differences between them. Significant differences were recorded in plots subjected to the application of the doses of cow dung with the best results obtained with F2 (2.5 kg/m² of cow dung) or F3 (3 kg/m² of cow dung) depending on the character. Finally, the F7 mixture (2 kg/m² of cow dung + 0.5 kg/m² of poultry droppings) indicated performances similar to those obtained only with poultry droppings (Table 5).

Table 3: Agricultural performance of local varieties

Soil	Variety	PH (cm)	SD (cm)	PL (cm)	LL (cm)	LW (cm)	LNP	FBW (kg)	DBW (kg)
Cultivated	V1	38±6.69.86 ^b	5.68±1.022 ^a	4.15±0.403 ^a	8.51±0.397 ^a	3.26±0.478 ^b	54.88±11.243 ^a	0.83±0.177 ^b	0.22±0.043 ^b
	V2	49.2±7 ^a	6.34±1.138 ^a	4.61±0.723 ^a	7.86±0.737 ^b	4.44±0.689 ^a	46±19.6.567 ^b	0.98±0.155 ^a	0.27±0.038 ^a
	V3	37.98±5.54 ^b	5.67±0.934 ^a	4.35±0.436 ^a	8.64±0.539 ^a	3.39±0.413 ^a	55.27±9.073 ^a	0.83±0.225 ^b	0.23±0.06 ^b
Uncultivated	V1	52.18±9.223 ^b	6.76±1.178 ^a	4.59±0.796 ^b	9.49±1,219 ^{ab}	3.48±0.515 ^b	69.52±10.202 ^a	1.16±0.307 ^a	0.42±0.165 ^a
	V2	71±39.9.042 ^a	7.68±1.128 ^a	5.47±1.081 ^a	8.9±0.989 ^b	5.86±1,261 ^a	62.56±7.228 ^b	1.54±0.632 ^a	0.55±0.161 ^a
	V3	52.99±7.919 ^b	7.18±1.191 ^a	4.86±0.738 ^{ab}	10.14±1.16 ^a	3.61±0.315 ^b	72.9±11,265 ^a	1.6±0.852 ^a	0.5±0.215 ^a

The means with the same letter in a column were not significantly different at 5% threshold. PH: plant height; SD: Stem Diameter; PL: petiole length; LL: leaf length; LW: leaf width; LNP: leaf number per plant; FBW: fresh biomass weight; DBW: dry biomass weight; Fert: Fertilizer

Table 4: Effect of fertilizers on yield and its components in the cultivated soil

Fertilizer	PH (cm)	SD (cm)	PL (cm)	LL (cm)	LW (cm)	LNP	FBW (kg)	DBW (kg)
F0	45.46±9.093 ^a	6.08±1.095 ^{ab}	4.03±0.284 ^{bc}	8.61±0.275 ^{ab}	3.55±1 ^b	46±6,67.088 ^{bc}	0.9±0.233 ^{ab}	0.23±0.067 ^{bcd}
F1	32.25±2.724 ^b	5.12±0.348 ^b	3.6±0.119 ^c	7.76±0.729 ^b	3.55±0.403 ^b	39±39.1,255 ^c	0.75±0.22 ^{ab}	0.18±0.045 ^d
F2	41.59±9,501 ^{ab}	6.55±1.592 ^{ab}	4.13±0.331 ^{abc}	8.41±0.484 ^{ab}	4.29±0.612 ^{ab}	47±22.6344 ^{bc}	0.89±0.126 ^{ab}	0.22±0.044 ^{cd}
F3	50.63±3.68 ^a	7.26±0.7 ^a	4.82±0.503 ^a	8.93±0.162 ^a	4.56±0.909 ^a	59.56±3.195 ^a	1.03±0.164 ^{ab}	0.28±0.014 ^{ab}
F4	42.06±4.906 ^{ab}	5.7±0.339 ^b	4.64±0.393 ^{ab}	8.63±0.812 ^{ab}	3.47±0.401 ^b	62.89±11.008 ^a	0.86±0.156 ^{ab}	0.23±0.036 ^{bcd}
F5	40±48.7,522 ^{ab}	5.3±0.526 ^b	4.42±0.343 ^{ab}	8.34±0.409 ^{ab}	3.53±0.64 ^b	62.11±9.29 ^a	0.72±0.188 ^b	0.21±0.015 ^d
F6	38±65±4,727 ^{ab}	5.38±0.706 ^b	4.54±0.493 ^{ab}	7.64±0.691 ^b	3.34±0.469 ^b	48±1,657 ^{bc}	0.84±0.12 ^{ab}	0.31±0.025 ^a
F7	44.54±9.703 ^a	5.79±1.008 ^b	4.8±0.694 ^a	8.37±0.555 ^{ab}	3.24±0.531 ^b	50.89±4.48 ^b	1.05±0.163 ^a	0.27±0.029 ^{abc}

The means with the same letter in a column were not significantly different at 5% threshold. F: Fertilizer, PH: plant height; SD: Stem Diameter; PL: petiole length; LL: leaf length; LW: leaf width; LNP: leaf number per plant; FBW: fresh biomass weight; DBW: dry biomass weight; Fert: Fertilizer

Table 5: Effect of fertilizers on yield and its components in untapped soil

Fertilizer	PH (cm)	SD (cm)	PL (cm)	LL (cm)	LW (cm)	LNP	FBW (kg)	DBW (kg)
F0	45±29.6.696 ^b	5.5±0.532 ^b	3.61±0.37 ^b	8.22±0.416 ^b	3.45±0.651 ^b	52.67±1,921 ^b	0.85±0.205 ^b	0.24±0.089 ^b
F1	54.01±11.168 ^{ab}	6.45±1.207 ^{ab}	4.13±0.595 ^{ab}	8.48±0.805 ^{ab}	3.98±1.303 ^{ab}	61.44±7.164 ^{ab}	0.98±0.076 ^{ab}	0.37±0.099 ^{ab}
F2	72.45±10.965 ^a	8.33±1.022 ^a	5.49±0.543 ^a	9.26±1.047 ^a	4.29±1.304 ^a	71.67±9.435 ^a	1.87±0.761 ^a	0.62±0.208 ^a
F3	65.56±9.549 ^a	8.15±1.036 ^a	5.4±0.733 ^a	9.65±1.817 ^a	4.41±1.194 ^a	70.33±10.183 ^a	1.78±1.172 ^a	0.58±0.276 ^a
F4	56.57±12.611 ^{ab}	7.04±0.745 ^{ab}	5.21±0.363 ^{ab}	9.49±1.22 ^{ab}	3.88±0.747 ^{ab}	67.33±6.15 ^{ab}	1.38±0.271 ^{ab}	0.54±0.144 ^{ab}
F5	57±89.9.572 ^{ab}	7.06±0.356 ^{ab}	4.94±0.157 ^{ab}	9.98±0.291 ^{ab}	4.41±1,163 ^{ab}	69±83.7,817 ^{ab}	1.91±0.465 ^{ab}	0.44±0.031 ^{ab}
F6	60.24±14.485 ^{ab}	7.87±1.031 ^{ab}	5.25±0.68 ^{ab}	10.43±0.793 ^{ab}	4.51±1.277 ^{ab}	80.72±4,548 ^{ab}	1.72±0.203 ^{ab}	0.65±0.037 ^{ab}
F7	58 ± 78 ± 8,266 ^{ab}	7.26±0.814 ^{ab}	5.74±1.385 ^{ab}	10.61±0.628 ^{ab}	5.59±2.286 ^{ab}	72±61±8,965 ^{ab}	0.98±0.171 ^{ab}	0.46±0.064 ^{ab}

The means with the same letter in a column were not significantly different at the 5% threshold. F: Fertilizer, PH: plant height; SD: Stem Diameter; PL: petiole length; LL: leaf length; LW: leaf width; LNP: leaf number per plant; FBW: fresh biomass weight; DBW: dry biomass weight; Fert: Fertilizer

Discussion

The results obtained at the level of the different varieties showed a morphological diversity within the characters studied under the results of Kiébré et al. 2016 which proved that the agro-morphological evaluation of the 41 accessions of Burkina Faso revealed the existence of several discriminant characters thus reflecting a very great morphological diversity within the material studied. Our results are also in agreement with those of Mbaye et al. (2001) which showed that the leaves of *C. olitorius* have many common characteristics. However, a closer observation reveals differential characteristics that allow a better evaluation of agromorphological parameters of including varieties.

At the end of the analysis of the performance of the varieties, it is to be noted that, following the analysis of the Weight of the Dry Biomass and the Weight of the Fresh Biomass, a particularity which shows that the improved variety is more efficient than the two local varieties.

The results obtained during the study showed that the effects of fertilizers on growth and yield varied with the dose regardless of the type of soil. The doses of organic fertilizers associated with both cultivated and uncultivated soil significantly influenced the growth parameters. A high degree of variability was observed between varieties for all traits measured at both the assessment medium and combined assessment levels. These could be explained by the availability and rapid release of nutrients as well as the rapid degradation of the fertilizers contained in the two fertilizers used and their easy uptake by the plant. Ouedraogo et al. (2022) in a study reported that fallow plays a very important role in restoring soil fertility and that organic manure and mineral fertilizers are commonly used by farmers during cultivation techniques to assist plants in production. According to the latter authors. Abbas and Abdelguerfi (2005) have shown that fallow plays a more effective role in managing climate risk, maintaining agricultural fertility, combating drought and erosion, preserving the environment, managing space, and maintaining the cultural and social wealth of many areas. Romain in 2010 showed that non-tillage is a means of combating runoff, soil losses, and off-site impacts (muddy floods in particular). In this context, understanding the factors that control runoff formation is crucial to ensuring that the use of non-tillage produces the desired effects. Similar observations are made with the cultivated soil where the coefficient of variation ranges from 7.91% to 22.24%. The largest variations on this soil are obtained with LW, FBW, and DBW for a CV greater than 20%. These variations could also be explained by the availability and rapid release of nutrients contained in the two fertilizers used and their easy uptake by the plant and confirmed by Angui et al. (2019), which reported that organic matter plays a determining role in soil fertility and is essential to retain nutrients and moisture in the soil. It stabilizes its structure,

and nourishes and shelters soil organisms. The same observations were noted by Gomgnimbou et al. (2019), according to which the use of organic manure maintains or improves soil fertility with very good crop yields and does so in a sustainable manner.

The combination of the data from the two media makes it possible to note a wide variation in the yield characters. Similarly, a comparison of the mean values of the different characters from one medium to another associated with the combined data reveals that the lowest mean values were recorded with the harvested soil. However, the dynamics of organic matter contribute to the availability of mineral elements in soils and consequently to the improvement of crop productivity and quality. It is from this perspective that integrated soil fertility management was introduced according to Aboubakar et al. 2020.

Results of the effect of organic fertilizer doses showed that fertilizers significantly improved the performance of the varieties for each of the traits considered. Indeed, according to Ognalaga et al. (2017), manure leads to a significant increase in the height of the plants, which is a sign of greater vegetative development. These results are consistent with those of Tchaniley et al. (2020), who reported that nitrogen is a critical growth factor in plants, especially in leaves and stems. As for the interaction between variety and soil type, a significant difference was observed for traits except for stem diameter (SD), leaf length (LL), and petiole length (PL). The assessment of the interaction between treatment and soil types also indicates a significant interaction through fertilizer expression due to soil type for all measured traits. Evaluating the significant interaction between varieties, fertilizers, and soil type, we can say that organic manure plays an important role in improving crop productivity as reported by Gomgnimbou et al. (2019).

The application of different doses of cow dung (2 kg/m², 2.5 kg/m²; 3 kg/m²) contributed to a slight improvement in the growth of *Corchorus olitorius* plants. This could be justified by the fact that the nutrients contained in cow dung and urine are immediately available for the plants. Kpéra et al. (2017) reported that fertilizer application generally improves plant growth.

The same observation is made with the application of different doses of poultry manure (0.5 kg/m²; 0.75 kg/m²; 1 kg/m²) except that manure applied to the soil already in the course of operation and contributed more to the growth of the traits evaluated with essentially positive values. This result, in line with the conclusions of Gomgnimbou (2019), indicates that the input of poultry droppings is recommended for crops with an immediate need for fertilizers, as it increases the richness of the major elements, the cation exchange capacity (CEC) and thus improves the structural and textural level of the soil. For Ravonjariason et al., (2018) the input of organic and/or mineral fertilizers and the practice of conservation agriculture remain the main knowledge reported by farmers surveyed in a study on the maintenance of soil

fertility. These manures are locally perceived to promote fruiting and plant growth.

Unused land is set aside and yields better as a result of the application of different fertilizer doses. These results are similar to those obtained in Cameroon by Alissou (2011), which showed that organic fertilization (chicken droppings) yields as much and has a much better benefit-cost ratio than mineral fertilizer NPK (19-4-16). Our results are also similar to those obtained by Itelima et al. (2018) and Alissou (2011) in an evaluation study of the effects of liquid organic fertilizer D.I.GROW and mineral fertilizer NPK 17-17-17 + Urea on maize yield and profitability in Ngandajika, Democratic Republic of the Congo.

The results obtained during the study showed that on almost all treatments and varieties, we noticed higher productivity on the unexploited part than the exploited part. This is due to the effectiveness of fertilizers and in addition, the unexploited part contains much more nutrients, according to Tchaniley (2020). Practices become more diverse as land pressure increases and fallow disappears. The work of Kouelo et al. in 2012 confirms that tillage can lead to better water infiltration into the soil. In Burkina Faso, studies by Coulibaly et al. (2018) on soil fertility management indicate that poultry can contribute nearly 30% to the production of organic substrates on farms. It can also allow farms that strongly integrate poultry farming to fertilize nearly 5% of their field, compared to 0.52% for farmers who more closely integrate livestock into agriculture. On the other hand, these farms, which are dominated by livestock rearing, have a greater capacity to fertilize their fields (more than 70% of the cultivated area) with all the organic substrates they produce. The coverage of the organic substrate requirements of other farms varies between 12 and 17% depending on the size of the livestock (Coulibaly et al. 2018). Adekambi et al. (2021) proposed to adopt at least one of four integrated soil fertility management practices: crop rotation and rotation, organic matter use, crop residues, and soil regeneration with legumes.

Conclusion

The results of this study showed that the different parameters evaluated varied considerably depending on the varieties, fertilizers, and the study site. The input of the different doses of organic fertilizers induces a performance on the yield and its components of all varieties. However, better performances were obtained with both “local toothed” and “mono” varieties compared to the improved variety in the study. Soil amendment with the different doses of cow dung (2 kg/m², 2.5 kg/m² and 3 kg/m²) and poultry dung (0.5 kg/m², 0.75 kg/m² and 1 kg/m²) combined with varieties on cultivated or uncultivated soil thus promotes nutrient availability to plants and improves yields. Thus, organic fertilizer is a significant fertilizer capable of improving soil fertility and giving

useful performance to the plant. We note a higher yield on the unexploited part than the exploited part justified by the effect of fallow through the mineralization of dead organic matter and the action efficiency of the fertilizer types. In addition, the fallow area contains many more nutrients than the harvested area. In addition, analyses indicate that nutrients from poultry droppings are more readily available than those from cow dung and contribute more to a good yield.

Authorship

Faton Manhognon Oscar Euloge, Bonou-Gbo Zaki, Montcho Hambada koffi David, Ogoubiyi Chakour-Ola Tounde, Djedatin Gustave, and Gnancadja-Andre Léopold Simplicie contributed to the study conceptualization and designed the experiments. Faton Manhognon Oscar Euloge, Bonou-Gbo Zaki, and Ogoubiyi Chakour-Ola Tounde contributed to the statistical analysis. Faton Manhognon Oscar Euloge wrote the manuscript. Akotegnon Azonwakin Rodrigue, Cynthia Atindehou, Lucie Fanou, Gandonou Gbossegnon Bernard Christophe, Gnancadja-Andre Léopold Simplicie, and Edorh Patrick Aléodjrodo supervised the entire study. Bonou-Gbo Zaki, Montcho Hambada Koffi David, Gnancadja-Andre Léopold Simplicie, and Gandonou Gbossegnon Bernard Christophe reviewed and edited the manuscript. All authors contributed to the manuscript.

Acknowledgments

We are very grateful to the journal's anonymous reviewers for their recommendations and constructive feedback. We would like to offer our heartfelt appreciation to all scientists and professionals who contributed to the study's success.

Conflict of Interest: The authors reported no conflict of interest.

Data Availability: All data are included in the content of the paper.

Funding Statement: The authors did not obtain any funding for this research.

References:

1. Abbas K., Abdelguerfi A. (2005). Prospects for grazed fallow in semi-arid cereal areas. *Fourrages* 184: 533-546
2. Aboubakar A., Zing B., Nzeket A.B., Moussima Yaka D.A., Tchudjo Tchuenta A.N., Mfopou Mewouo Y.C., Birang A Madong C.R., (2020). Effects of the amendments on the growth, yield, and chemical composition of black marrow (*Solanum nigrum* L) in the peri-urban

- area of Yaoundé, Cameroon. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 14(6): 2134-2146
3. Ahmed F. (2021). Nutraceutical potential of molokhia (*Corchorus olitorius* L.): A versatile green leafy vegetable. *Pharmacognosy Research*, 13(1),1-12.
 4. Ali H., Houghton P., Soumyanath A. (2006). α -Amylase inhibitory activity of some Malaysian plants used to treat diabetes; with particular reference to *Phyllanthus amarus*. *Journal of Ethnopharmacology*. 107, 449-455.
 5. Alissou A.E. (2011). Analysis of market gardening practices in the rice lowlands of Agbédranfo-Vovokanmey (Couffo) and Houinga (Mono) in southern Benin, and the effect of nitrogen on the growth and production of crinclin (*Corchorus olitorius* L.) University of Abomey-Calavi, Engineering thesis. P140
 6. Coulibaly K., Sankara F., Pousga S., Nacoulma J.P., Nacro B. H. (2018). Pratiques avicoles et gestion de la fertilité des sols dans les exploitations agricoles de l'Ouest du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 127: 12770-12784
 7. Gomgnimbou A.P.K., Bandaogo A.A., Coulibaly K., S.A., Ouattara S., Nacro H.B., (2019). Short-term effects of the application of poultry manure on maize yield (*Zea mays* L.) and chemical characteristics of ferralitic soil in the South Sudanese zone of Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 13(4): 2041-2052
 8. IPNI. International Plant Names Index 2020. The *Corchorus olitorius* (P3)
 9. Itelima J.U., Bang W.J., Sila M.D., Onyimba I.A., Egbere O.J. (2018). A review: Biofertilizer - A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. *Journal of Applied Biotechnology Reports*. 2(1):22-28.
 10. Kaboré S., Touré A., Kouamé B.K.F.P., Bamba A.E., Kabran A.F., Kadio B.D.K., Coulibaly A. (2021). Phytochemical screening and anti-oxidant activity of leaves of *Amaranthus hybridus* L., *Corchorus olitorius* L and *Hibiscus sabdariffa* L. grown in northern Côte d'Ivoire. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 16(2), 182-189.
 11. Kaho F., Yemefack M., Feujio T.P & Tchanthaouang J.C. (2011). Effet combiné de feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun. *Tropicicultura* 29 : 39-45
 12. Kiebre M., Bationo Kando P., Kiebre Z., Sawadogo M., Sawadogo N., Sawadogo B., Nanema R.K., Traore R.E. (2016). Agromorphological

- evaluation of accessions of jute potager (*Corchorus olitorius* L) of Burkina Faso. International Journal of Innovation and Applied Studies 14(1), 198-209
13. Kitabala M.A., Tshala U.J., Kalenda M.A., Tshijika I.M., Mufind K.M. (2016). Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba, Congo. Journal of Applied Biosciences 102:9669 – 9679
 14. Angui T.K.P., Kotaix A.J.A., Bakayoko S., Kassin K.E., N’goran K.E., Kouame N.N., Kone B., Pierre C.Z.K., (2019). Effects of liquid organic (NPK 5-9-18) and mineral (NPK 12-11-18) fertilizers on soil organic matter of and tomato yield in the South and the Mid-West of Ivory Coast. International Journal of Innovation and Applied Studies. 27(4) pp. 955–964
 15. Kouelo A.F., Badou A., Hounngandan P., Francisco M.M.F., Gnimassoun C.J-B., Sochime D.J., (2012). Impact of tillage and mineral fertilization on the productivity of *Macrotyloma geocarpum* (Harms) Maréchal & Baudet in central Benin. Journal of Applied Biosciences. 51, 3625-3632
 16. Kpéra A., Gandonou C.B., Aboh A.B., Gandaho S., Gnancadja L.S. (2017). Effect of different doses of cow dung, human urine and their combination on vegetative growth and weight of pineapple fruits (*Ananas comosus* (L.) Merr.) to South Benin. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 13(4): 2053-2064
 17. Mbaye M.S. Noba K., Sarr R.S., Kane A., Sambou J.M. and Ba A.T. (2001). Clarification on the systematic occurrence of adventitious species of the genus *Corchorus* l. (tiliaceae) in Senegal, p 53.
 18. Mulaji K. C., (2011). Use of household waste composts to improve the fertility of acidic soils in Kinshasa province, Democratic Republic of Congo. University of Liege, PhD Thesis, P 220
 19. Ngoyi A.N., Masanga G.K., Bila H.M., Yashima A.Y., Milambo M.M., Ndjibu L.N., Baboy L.L., (2020). Effect of organic amendments on the growth and yield of potato (*Solanum tuberosum*) grown on degraded soil in the Kabinda region of the Democratic Republic of the Congo. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 14(5), 1812-1819
 20. Nyembo K.L., Useni S.Y., Chukiyabo K.M., Tshomba K.J., Ntumba N.F., Muyambo M.E., Kapalanga K.P., Mpundu M.M., Bugeme M.D & Baboy L.L., (2013). Rentabilité économique du fractionnement des engrais azotés en culture de maïs (*Zea mays* L.) : cas de la ville de Lubumbashi, sud-est de la RD Congo. Journal of Applied Biosciences 65, 4945 – 4956

21. Ognalaga M., M' Akoué D.M., Medza Mve S.D., Ovono P.O. (2017). Effect of cow dung, NPK 15 15 15 and 46% urea on the growth and production of cassava (*Manihot esculenta Crantz* var 0018) in south-eastern Gabon (Franceville). *Journal of Animal & Plant Sciences*. 31(3), 5063-5073
22. Ouedraogo A., Kabore F., Kabore O. (2022). Perception of soil fertility and adaptation strategies of agricultural producers in Samandeni (Burkina Faso). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 16(4), 1536-1553
23. Ravonjariason N., Penot E., Albrecht A., Razafimbelo T. (2018). Local knowledge and peasant strategies around soil fertility at Lake Alaotra, Madagascar. *Étude et Gestion des Sols*. 25, 29 - 41
24. Romain A. (2010). Study of soil surface conditions and their dynamics for different tillage practices. Development of a runoff indicator, p 48
25. Segnou and Alisou. (2019). Influence of organic fertilizer (AgroBio) and tillage on maize (*Zea mays* L.) productivity in South Benin. P34
26. Soro C., Ocho-anin A., Armand K., Christophe K. (2012). Evaluation de la composition nutritionnelle des légumes feuilles. *Journal of Applied Bioscience*, 51: 3567-3573.
27. Adekambi S.A., Codjovi J.E.A. Yabi J.A. (2021). Factors determining the adoption of integrated soil fertility management (GIFS) measures in northern Benin: application of the multivariate probit model to maize producers. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 15(2), 664-678. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i2.22>
28. Tchaniley L., Ayisah K.D., Dewa Kassa K.A. (2020). Effect of the combination of organic and mineral fertilizers (NPK 15-15-15 and urea) on lettuce (*Lactuca sativa* L.) yield in southern Togo. *Journal of Applied Biosciences*. 151(1), 15540 - 15549

Enquête ethnomédicale sur *Vernonia djalonensis* A. Chev à Dalaba, Guinée

Aboubacar Kadiatou Camara

Faculté des Sciences et Techniques de la Santé, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Guinée. Institut National de Santé Publique, Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, Conakry, Guinée

Mohamed Kerfalla Camara

Tanou Valdez Bah

Institut de Recherche et de Développement des Plantes Médicinales et Alimentaires de Guinée-Dubréka, Guinée

Alpha Oumar Baldé

Mory Guilao

Mamadou Saliou Telly Diallo

Amidou Doumbouya

Mohamed Sahar Traoré

Faculté des Sciences et Techniques de la Santé, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Guinée

Elhadj Saidou Baldé

Faculté des Sciences et Techniques de la Santé, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Guinée. Institut de Recherche et de Développement des Plantes Médicinales et Alimentaires de Guinée- Dubréka, Guinée

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n3p185](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p185)

Submitted: 20 November 2024

Accepted: 29 January 2025

Published: 31 January 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Camara A.K., Camara M.K., Bah T.V., Baldé A.O., Guilao M., Diallo M.S.T., Doumbouya A., Traoré M.S. & Baldé E.S. (2025). *Enquête ethnomédicale sur Vernonia djalonensis* A. Chev à Dalaba, Guinée. *European Scientific Journal, ESJ*, 21 (3), 185.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n3p185>

Résumé

Vernonia djalonensis A. Chev. est une plante endémique de Guinée, particulièrement menacée par l'urbanisation à Dalaba. **Objectif** : Cette étude visait à documenter ses usages ethno-médicaux et à sensibiliser sur la nécessité de sa conservation. **Méthodologie** : La collecte des données réalisée sur une période de huit (8) mois, a consisté à montrer la plante aux populations pour

connaître les différents usages. Un échantillonnage raisonné a permis d'interroger 130 personnes (97 hommes et 33 femmes) dans la commune urbaine de Dalaba. L'utilisation d'entretiens directs et semi-structurés à l'aide d'une fiche validée par la Chaire de pharmacognosie a été réalisée. **Résultats** : montrent que **98,53 %** des répondants utilisent cette plante, principalement contre la toux symptomatique. La plante entière est utilisée, avec une préférence pour les feuilles. La décoction est la méthode de préparation la plus courante. Les analyses phytochimiques ont révélé la présence de **tanins, flavonoïdes et saponosides** dans les feuilles, tiges et racines. **Conclusion** : L'importance de cette recherche réside dans la documentation des usages ethno-médicaux de *Vernonia djalensis*, une plante endémique menacée par l'urbanisation à Dalaba. En identifiant ses applications traditionnelles, notamment contre la toux symptomatique, et en mettant en évidence ses composés bioactifs. Cette étude ouvre la voie à l'exploitation de cette plante pour le développement de traitements naturels. De plus, elle souligne la nécessité urgente de préserver cette espèce, non seulement pour la biodiversité locale, mais aussi pour la conservation des savoirs médicaux traditionnels.

Mots-clés: Ethnomédicale, *Vernonia djalensis*, Usage traditionnel, Dalaba

Ethnomedical Survey on *Vernonia djalonensis* A. Chev in Dalaba, Guinea

Aboubacar Kadiatou Camara

Faculté des Sciences et Techniques de la Santé, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Guinée. Institut National de Santé Publique, Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, Conakry, Guinée

Mohamed Kerfalla Camara

Tanou Valdez Bah

Institut de Recherche et de Développement des Plantes Médicinales et Alimentaires de Guinée-Dubréka, Guinée

Alpha Oumar Baldé

Mory Guilao

Mamadou Saliou Telly Diallo

Amidou Doumbouya

Mohamed Sahar Traoré

Faculté des Sciences et Techniques de la Santé,
Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Guinée

Elhadj Saidou Baldé

Faculté des Sciences et Techniques de la Santé, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Guinée. Institut de Recherche et de Développement des Plantes Médicinales et Alimentaires de Guinée- Dubréka, Guinée

Abstract

Vernonia djalonensis A. Chev. is an endemic plant in Guinea, particularly threatened by urbanization in Dalaba. **Objective:** This study aimed to document its ethnomedicinal uses and raise awareness about the need for its conservation. **Methodology:** Data collection, conducted over eight (8) months, involved showing the plant to the local population to understand its various uses. A purposive sampling method was used to interview 130 people (97 men and 33 women) in the urban commune of Dalaba. Direct and semi-structured interviews were conducted using a form validated by the Chair of Pharmacognosy. **Results:** The findings show that 98.53% of respondents use this plant, primarily for treating coughs. The whole plant is used, with a preference for the leaves. Decoction is the most common preparation method. Phytochemical analyses revealed the presence of **tannins, flavonoids, and saponins** in the leaves, stems, and roots. **Conclusion:** This research highlights the ethnomedicinal uses of *Vernonia djalonensis*, an endemic plant threatened by urbanization in Dalaba. By documenting its traditional applications, particularly for treating symptomatic coughs, and identifying its bioactive compounds, this study provides a basis for developing natural remedies.

Furthermore, it underscores the urgent need to preserve this species, not only to protect local biodiversity but also to conserve traditional medicinal knowledge.

Keywords: Ethnomedical, *Vernonia djalensis*, Traditional use, Dalaba

Introduction

Le règne végétal est une source précieuse de molécules bioactives pouvant conduire à de nouveaux traitements médicaux (Schlienger, 2014). De nombreuses espèces végétales restent inexplorées, présentant un potentiel pour des activités pharmacologiques et des modes d'action inédits (Boussaid, 2014). En Afrique, la médecine traditionnelle est souvent privilégiée pour son coût abordable et son efficacité perçue. Cependant, certains patients la rejettent, la considérant liée à des pratiques superstitieuses (Béné et al., 2016). L'identification de plantes aux effets bénéfiques pourrait permettre une validation scientifique approfondie, notamment pour des applications thérapeutiques (Petros, 2011). Certaines espèces, comme *Vernonia amygdalina*, ont déjà démontré des propriétés pharmacologiques variées (Alara et al., 2017). Peu de recherches existent sur *Vernonia djalensis*, malgré son endémisme au Fouta Djallon et son intérêt potentiel pour la pharmacologie. La plante est en danger et ne subsiste que sur deux sites spécifiques : **Bowal Tankon et Bowal Touppé Mama**, dans la commune urbaine de Dalaba. Une enquête de l'Herbier National de Guinée (Couch et al., 2022) souligne la nécessité de documenter ses usages et propriétés. Face à l'extinction progressive de nombreuses espèces végétales et au danger de disparition de certaines, l'intérêt thérapeutique du genre *Vernonia* et le manque de données sur les propriétés médicinales de *Vernonia djalensis* nous ont poussés à étudier cette plante, dans l'objectif de favoriser la mise en place d'un système de phytovigilance. Cette étude vise donc à **documenter les données ethno médicales sur *Vernonia djalensis*** pour en favoriser une exploitation durable, basée sur des preuves scientifiques. Une telle démarche pourrait aboutir à la préservation de cette espèce et à la découverte de nouveaux traitements médicaux. Les objectifs spécifiques incluent : recensement des différents usages de *Vernonia djalensis* au sein des populations de Dalaba ; description des méthodes de préparation et d'utilisation de *Vernonia djalensis* par la communauté locale et l'identification des principaux groupes phytochimiques présents dans *Vernonia djalensis*.

Matériel et Méthode

Description de la zone d'étude

Situé dans la zone des hauts plateaux du Fouta Djallon, entre les latitudes de 10°45 et 11°30 nord et les longitudes de 11°70 et 12°50 ouest,

Dalaba est l'une des préfectures de la moyenne Guinée avec une altitude moyenne de 1200 m. Sa superficie est d'environ 4.400 km² pour une population de 169.478 habitants soit une densité de 38 habitants par km². La préfecture est répartie entre la commune urbaine de Dalaba et neuf Communautés Rurales de Développement (CRD) : Ditinn, Mitty, Mafara, Mombéya, Kaala, Koba, Kébaly, Kankalabé et Bodié. De type soudano-guinéen, le climat de Dalaba est caractérisé par l'alternance de deux saisons d'une durée presque égale : une saison sèche et une saison pluvieuse. La pluviométrie annuelle oscille entre 1.500 et 2.000 mm. La savane arborée et les forêts classées de Tinka, Sébhory et Galy sont les deux types de végétation qui existent dans cette préfecture. D'un point de vue pédo-génétiques, les sols de la Station du Fouta se rangent dans le sous- sols latéritiques. Les terres cultivables en moyenne Guinée sont estimées à 200.000 ha. Le reste est constitué de cuirasse ferrallitique, de bowé, et de sols hydromorphes (Barry, 2021).

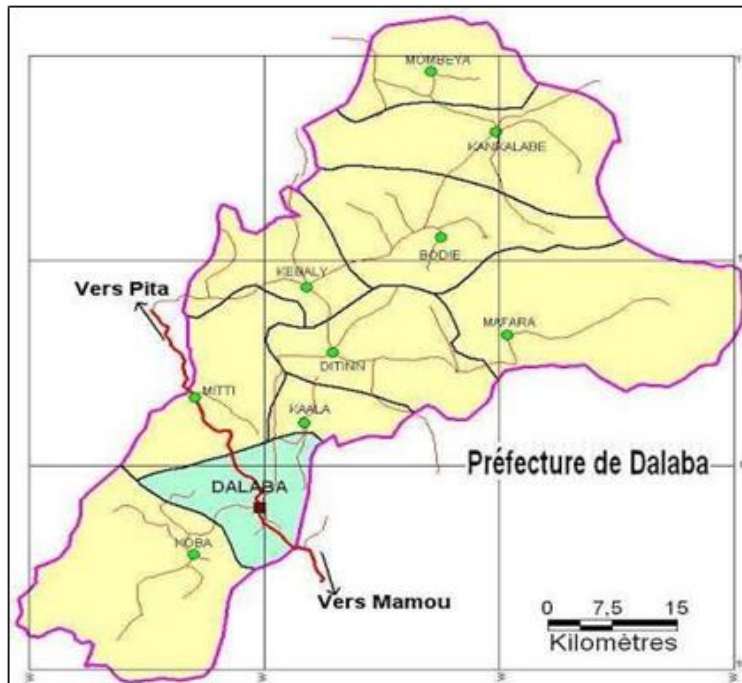


Figure 1. Carte géographique de la préfecture de Dalaba (République de Guinée) (Barry, 2021).

Méthodologie

Type et population d'étude

Il s'agissait d'une étude ethnomédicale et phytochimique réalisée sur *Vernonia djalonensis* pour une durée de 8 mois allant du 1^{er} avril au 31 décembre 2021.

Enquête ethnomédicale

L'étude a consisté à récolter des échantillons de feuilles de *Vernonia djalonensis* afin de les présenter aux populations riveraines de la zone d'enquête. Ces dernières ont été invitées à partager les usages traditionnels associés à la plante en fonction des parties utilisées. La taille de l'échantillon de 130 participants a été choisie pour garantir une représentativité suffisante des différents groupes de la population de la commune urbaine de Dalaba, tout en restant réalisable dans le cadre de l'étude. L'échantillonnage raisonné a permis de cibler spécifiquement les habitants connaissant la plante *Vernonia djalonensis* et ayant accepté de participer, assurant ainsi la pertinence des réponses collectées. La répartition démographique, avec 97 hommes et 33 femmes, tient compte de la composition de la population locale et la volonté d'obtenir un échantillon équilibré en fonction du sexe. Bien que la répartition ne soit pas strictement paritaire, elle reflète la participation volontaire des habitants, et la différence peut être liée à des facteurs culturels ou pratiques dans la commune. Cette répartition permet néanmoins de capturer une diversité d'opinions et d'usages de la plante à travers différents groupes démographiques. Les données ont été collectées par entretiens directs, en utilisant des interviews semi-structurées avec les habitants de Dalaba. Une fiche d'enquête électronique a été utilisée pour collecter les informations. Les échanges se sont déroulés dans les langues locales, telles que le Pular, le Susu et le Maninka. Les questions abordaient deux principaux aspects : des informations générales sur les participants et des détails concernant les usages traditionnels de *Vernonia djalonensis*. Les échantillons récoltés ont servi à deux fins : la préparation d'herbiers pour illustrer les différentes parties de la plante et la réalisation d'analyses phytochimiques pour identifier ses composants.

Identification de l'espèce et Confection des herbiers

L'identification botanique des spécimens a été réalisée à l'**Herbier National de Guinée (H.N.G.)**, où un spécimen a été déposé sous le numéro d'enregistrement **HNG0002604**. Pour la confection des herbiers, les parties de plantes utilisées (feuilles, tige et racine) ont été récoltées en deux périodes distinctes (**première période** : du 1er avril au 10 juin 2021, avant la floraison ; **Seconde période** : du 4 au 20 novembre 2021, pendant la floraison). Les récoltes ont été effectuées sur le plateau de **Diaguissa**, précisément sur les sites **Bowal Tankon** et **Bowal Touppé Mama**, situés dans la commune urbaine de **Dalaba**.

Screening phytochimique

Des parties spécifiques de la plante (**feuilles, tige, racine**) ont été utilisées. Chaque échantillon (1 g de poudre) a été soumis à une extraction séquentielle à l'aide de solvants de polarité croissante : **Éther diéthylique** (20 ml), **Éthanol** (20 ml) et **Eau** (20 ml). La macération de chaque échantillon dans chaque solvant a duré **48 heures**. Les extraits obtenus ont été soumis à des tests phytochimiques classiques (Bruneton, 1999), notamment : **tests de coloration** (détection des alcaloïdes, flavonoïdes, etc.), **tests de précipitation** (identification des tanins et autres composés) et la **Chromatographie sur couche mince (CCM)** pour séparer et détecter les composés bioactifs.

Traitement et analyse des données

Les données collectées ont été analysées à l'aide des logiciels **Word, Excel** et **SPSS version 20**. Les variables sociodémographiques ont été transformées en données qualitatives, puis leurs pourcentages ont été calculés. Les aspects culturels et ethnobotaniques, tels que les dialectes locaux, les usages des plantes dans les langues nationales, les parties de plantes utilisées, ainsi que les modes de préparation, d'administration et d'utilisation, ont également été étudiés et quantifiés.

Considération éthique

Les données collectées respectent les normes éthiques, non seulement par le biais du consentement libre et éclairé des participants, mais aussi en prenant en compte d'autres considérations éthiques essentielles. Les participants ont été pleinement informés des objectifs, des méthodes et des implications de l'étude, et ont consenti à y prendre part de manière volontaire. Par ailleurs, une attention particulière a été portée à la protection de la confidentialité et de la vie privée des participants, ainsi qu'au respect des **valeurs sociales, culturelles et coutumières des communautés** concernées, garantissant ainsi une approche éthiquement responsable et culturellement adaptée.

Résultats

Données socio-démographiques des enquêtés

Au total 130 personnes, majoritairement de sexe masculin ont été interrogées dans la commune de Dalaba. 62,30 % des enquêtés n'ont pas été scolarisés et 34,61 % ont fréquenté l'école coranique. Selon les Professions principales (Agriculteurs : 46,92 %, Commerçants : 20,76 % et Tradithérapeutes : 6,92 %) sont les plus représentés. Parmi les Dialectes parlés : 98,46% des participants parlent le Pular comme langue principale (Tableau I).

Tableau I. Données sociodémographiques des enquêtés dans la commune de Dalaba

Caractéristiques sociodémographiques	Effectif (N= 130)	Proportion (%)
Sexe		
Masculin	97	74,61
Feminin	33	25,38
Niveau de scolarisation		
Non scolarisé	81	62,30
Primaire	3	2,30
Secondaire	1	0,76
École coranique	45	34,61
Profession		
Agriculteurs	61	46,92
Commerçants	27	20,76
Ménagères	21	16,15
Éleveurs	12	9,23
Tradithérapeutes	9	6,92
Dialecte parlé		
Poular	128	98,46
Soussou	1	0,76
Maninka	1	0,76
Total	130	100,00

Nom vernaculaire de *Vernonia djalonensis*, pathologie traitée, commercialisation et motif d'usage

100% des personnes interrogées connaissent cette plante sous le nom de *Tékara* en Pular. 100% des enquêtés identifient *Téko* comme le nom de la toux, une pathologie associée à l'utilisation de cette plante. 99,23% des enquêtés affirment que cette plante n'est pas vendue sur le marché, ce qui montre qu'elle est principalement utilisée dans un cadre domestique ou traditionnel. 98,46% des enquêtés utilisent cette plante principalement pour des raisons thérapeutiques, notamment pour traiter des maladies comme la toux symptomatique (Tableau II).

Tableau II. Répartition selon le nom vernaculaire, la maladie traitée, la commercialisation et le motif de la consommation

Nom vernaculaire de <i>Vernonia djalonensis</i>	Effectif (N=130)	Proportion (%)
Nom vernaculaire de la plante		
Tékara	130	100
Nom de la pathologie traitée		
Téko	130	100
Commercialisation de la plante		
Non commercialisée	129	99,23
Commercialisée	1	0,76
Motif d'usage		
Se traiter	128	98,46
Se nourrir	0	0,0
Non consommée	2	1,53
Total	130	100,00

Parties utilisées de *Vernonia djalonenensis*, modes de préparation et d'administration, durée de traitement

Divers organes de cette plante sont utilisés dans la préparation des remèdes. La plante entière est majoritairement utilisée par **91,53 %** des enquêtés pour traiter la toux symptomatique. **99,20 %** des participants déclarent que la plante est principalement préparée sous forme de **décoction** et administrée **par voie orale**. **99,20 %** des enquêtés affirment que la durée de traitement est d'une semaine. La posologie typique est d'une tasse de thé matin et soir (Tableau III).

Tableau III. Répartition selon les parties utilisées de *Vernonia djalonenensis*, les modes de préparation et d'administration de la plante, la durée de traitement

Parties utilisées de la plante		
Partie utilisée	Effectif (N=130)	Proportion (%)
Plante entière	119	91,53
Feuilles	9	6,92
Fleurs	2	1,53
Mode de preparation		
Décoction	129	99,20
Neant	1	0,7
Mode d'administration des recettes		
Orale	129	99,3
Néant	1	0,76
Durée du traitement		
Une semaine	129	99,20
Néant	1	0,76

Les résultats de screenig phytochimique sur *Vernonia djalonenensis*

Les tests de coloration, de précipitation et la chromatographie réalisés sur les différentes parties de la plante (Feuilles, tige et racine) ont mis en évidence la présence des **tanins**, **saponosides**, **stéroïdes** et **flavonoïdes** (Tableau IV).

Tableau IV. Résultats du screening phytochimique de *Vernonia djalonenensis*

Métabolites secondaires	Parties de la plante		
	Feuille	Tige	Racine
Alcaloïdes	-	-	-
Tanins	+++	++	+
Saponosides	+	+++	+++
Stéroïdes	+++	++	+
Flavonoïdes	+++	++	+
Anthraquinones	-	-	-

Légende : +++ : Fortement positif ; ++ : Moyennement positif ;
+ : Faiblement positif ; - : Négatif

Identification de l'espèce sur le site Bowal Tankon, Bowal Touppé Mama (Dalaba)

Les feuilles, la tige et la racine ont été récoltées en deux périodes avant et pendant la floraison.



Image Prise 30/03/2021 (Auteurs)

Image Prise: 05/05/2021 (Auteurs)

Figure 1 : Feuilles et Fleurs de *Vernonia djalonensis* A. Chev



Image Prise 04/11/2021 (Auteurs)

Image Prise: 04/11/2021 (auteurs)

Figure 2. Feuilles et Fleurs de *Vernonia djalonensis* A. Chev

Discussion

A l'issue de la présente étude, les données ethno médicales sur *Vernonia djalonensis* dans la commune urbaine de Dalaba ont été documentées. La volonté à fournir des informations par la population était remarquable. Les participants sélectionnés de manière raisonnée étaient en grande majorité des hommes (74,61 %) contre 25,38 % de femmes (Tableau I). Cette domination masculine a également été observée dans d'autres recherches ethnobotaniques en Guinée, notamment en Basse Guinée et en Guinée Forestière (Goumou et al., 2022 ; Camara et al., 2023). En revanche, une étude menée au Cameroun par Njuondo et al. (2015) a révélé une prédominance féminine (96,97%) parmi les populations enquêtées dans trois villages du Département du Haut Nyong. De plus, selon une étude réalisée par Lougbegnon et al. (2018), les femmes possèdent généralement davantage de connaissances que les hommes sur les plantes médicinales, car elles s'occupent

particulièrement du séchage, du stockage et de la préparation des remèdes pour les soins familiaux, les hommes n'intervenant que pour la collecte des plantes dans les zones jugées dangereuses. 62,30 % des utilisateurs de *Vernonia djalonensis* étaient non scolarisés, tandis que 34,61 % avaient une formation coranique. Ces résultats confirment que les connaissances sur les usages médicinaux des plantes ne se limitent pas aux non scolarisés, mais incluent toutes les couches sociales. Ces observations concordent avec des résultats similaires obtenus au Maroc par Benkhighe et al. (2011), où les non scolarisés étaient les plus nombreux parmi les utilisateurs de plantes médicinales. Les agriculteurs (46,92 %) et les commerçants (20,76 %) étaient les principaux utilisateurs, suivis par les tradithérapeutes (6,92 %) (Tableau I). Cela reflète une réalité selon laquelle, les pratiques médicinales traditionnelles sont souvent secondaires et associées à des occupations socio-professionnelles rurales ou semi-rurales, comme la maçonnerie, la couture ou le commerce.

Le **pular** est la langue principale parlée par 98,46 % des participants, en cohérence avec la prédominance peule dans la région de Dalaba (Tableau I). Les langues **soussou** et **maninka** sont également présentes mais marginales, reflétant une diversité linguistique limitée. Ces données montrent que *Vernonia djalonensis* occupe une place importante dans la pharmacopée traditionnelle de Dalaba, avec une large accessibilité et utilisation par différents groupes socio-démographiques. La prédominance masculine pourrait être liée à des rôles sociaux ou au contrôle traditionnel des connaissances médicinales. Le rôle des agriculteurs comme principaux détenteurs de savoirs médicinaux soulignent l'importance du lien entre les pratiques agricoles et les usages traditionnels des plantes.

La plante est connue par **100 % des personnes interrogées** sous son nom local, Tékoa. La majorité (**99,23 %**) des participants associent son utilisation au traitement de la **toux symptomatique**, désignée localement comme **Téko** en langue Pular. La plante n'est **pas commercialisée** selon **99,23 % des enquêtés**, ce qui reflète qu'elle est disponible gratuitement dans la communauté. Une grande majorité (**98,46 %**) des personnes interrogées utilisent cette plante pour des raisons médicales (Tableau II). Ceci montre que la population peut se la procurer facilement en cas de besoin sans frais d'achat. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Birendra et al. (2014), soulignant que la culture scientifique, la conservation, et l'usage durable des plantes médicinales sont essentiels pour la conservation des espèces végétales rares, la transmission des savoirs indigènes aux générations futures et la promotion de la croissance socio-économique.

Plus de **91,53 %** des enquêtés préfèrent utiliser la plante entière pour lutter contre la toux symptomatique. La récolte de la plante entière, en particulier lorsque la plante pousse dans un habitat limité (seul site au monde), peut entraîner des **conséquences graves sur la survie de l'espèce, voire**

entraîner sa disparition. Des recherches antérieures (Betti & Lejoly, 2010 ; Dongock et al., 2018) mettent en garde contre les effets néfastes de l'utilisation de parties cruciales comme la racine ou la plante entière, qui menacent la durabilité des espèces médicinales. Comparativement, la récolte des feuilles serait écologiquement moins dommageable. La décoction est le mode de préparation préféré (99,3 %). Les **raisons de** cette préférence sont que la décoction est perçue comme un moyen efficace de réchauffer le corps et de désinfecter la plante ; Elle permet également d'extraire un maximum de principes actifs tout en réduisant les éventuels effets toxiques (Bwassiwé et al., 2014 ; Salhi et al., 2010). Ce mode de préparation est cohérent avec d'autres études dans des régions similaires (Mpondo et al., 2017 ; Fézan et al., 2008 ; Camara et al., 2022). La quasi-totalité des recettes (99,23 %) est administrée par voie orale sous forme liquide (Tableau III). Les avantages de cette voie d'administration sont la simplicité, la rapidité et une meilleure absorption des constituants bioactifs, rendent cette méthode populaire. Cette pratique est bien documentée et confirmée dans d'autres études (Odebunmi, 2022). Dans la zone d'étude, *Vernonia djalonensis* est utilisée pour traiter la toux symptomatique pendant une semaine. La posologie typique consiste en une tasse de thé matin et soir.

Le genre *Vernonia* est parmi les plantes de la famille des astéracées qui sont les plus utilisées dans les domaines pharmaceutiques et médicinales. Un criblage phytochimique qualitatif des extraits diéthyl éther, éthanolique et aqueux des feuilles, tige et racine de *Vernonia djalonensis* par des réactions de coloration et de précipitation, suivi d'une confirmation par chromatographie sur couche mince a été effectué. Les résultats ont montré la présence des groupes phytochimiques tels que les **tanins, les flavonoïdes, les saponosides et les stéroïdes**. Cependant, on note l'absence des alcaloïdes et les anthraquinones (Tableau III). La chromatographie sur couche mince (CCM) a permis de valider la présence des composés identifiés lors des tests qualitatifs. Ce résultat est en accord avec d'autres espèces de *Vernonia* notamment *Vernonia amygdalina* qui présente une composition phytochimique similaire (stéroïdes, tanins, sesquiterpènes lactones, saponines, terpènes et polyphénols). Les études précédentes (Yeap *et al.*, 2010 ; Farombi et al., 2011 ; Ifeoma et al., 2011 ; etc.) confirment également l'absence des alcaloïdes et des anthraquinones dans ces espèces. La présence de saponosides, connus pour leurs propriétés antitussives et expectorantes, pourrait justifier l'utilisation de *Vernonia djalonensis* dans le traitement traditionnel de la toux symptomatique. Les drogues contenant des saponosides, comme celles issues du bois de lierre, de la réglisse, et de la primevère, continuent d'être utilisées pour leurs effets bénéfiques sur les muqueuses, bien que les mécanismes précis restent mal compris (Bruneton, 1999).

Conclusion

Cette étude souligne l'importance cruciale de *Vernonia djalonensis*, une plante médicinale menacée par l'urbanisation rapide dans la commune urbaine de Dalaba. Utilisée en phytothérapie pour soulager la toux symptomatique, elle occupe une place centrale dans les pratiques médicales traditionnelles locales. Toutefois, la menace pesant sur sa survie nécessite une réflexion urgente sur des stratégies de conservation. Il serait pertinent de développer des initiatives visant à protéger son habitat naturel, promouvoir sa culture durable et sensibiliser les communautés locales à sa valeur. En outre, des recherches futures devraient se concentrer sur l'évaluation approfondie de ses propriétés thérapeutiques, ainsi que sur l'étude des méthodes de culture et de gestion durables. Il est également important de reconnaître les limites de cette étude, notamment le cadre géographique restreint à la commune de Dalaba, qui pourrait ne pas refléter la situation dans d'autres régions, et le besoin de davantage de données sur les impacts environnementaux et socio-économiques de l'exploitation de cette plante.

Remerciements

Les auteurs remercient les populations riveraines de Diaguissa dans la Commune urbaine de Dalaba qui ont accepté de participer à notre enquête pour leur franche collaboration.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Alara, O.R., Abdurahman, NH., Mudali, A.K.S., & Olalere, O.A. (2017). Phytochemical and pharmacological properties of *Vernonia amygdalina*: Journal of Chemical Engineering and Industrial Biotechnology. 2 :80.
2. Barry, K. (2021). Identification et étude monographique des plantes alimentaires et médicinales spontanées de Dalaba. Doctorat d'Etat en Pharmacie. Département des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques. S.T.S-UGANC, 2021.P.68
3. Béné, K., Camara, D., Fofie, N.B.Y., Kanga, Y., Yapi, A.B., Yapo, Y.C., Ambe, S.A., & Zirihi, G.N. (2016). Etudes ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le Département de Transua, District

- de Zanzan (Cote d'Ivoire). *Journal of Animal et Plant Sciences* .27 ; 4230-4250.
4. Benkhnigue, O., Zidane, L., Fadli, M., Elyacoubi, H., Rochdi, A., & Douira A. (2011). Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Mechraâ Bel Ksiri (Region du Gharb du Maroc). *Acta Botanica* . 53, 191-216.
 5. Betti, J.L. & Leioly, J. (2010). Contribution à la connaissance des plantes médicinales de la réserve de biosphère du Dja au Cameroun : plantes utilisées dans le traitement des maux de dos. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(1): 193-200.
 6. Birendra, KC., Mohammad, A.J., & Inoue, M. (2014). Community Forestry in Nepal's Terai Region: Local Resource Dependency and Perception on Institutional Attributes. *Environment and Natural Resources Research*; 4. 4.
 7. Boussaid, I., Boulaiche, S., & Bouzenir, D. (2014). Diabète de type 2 et phytothérapie : plantes hypoglycémiantes utilisées par des sujets diabétiques. Mémoire de Diplôme de Master, Université Constantine 1, 101p.
 8. Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. 3ème édition. Éditions médicales internationales. Éditions Technique et Documentation. Pages :683.
 9. Bwassiwe, H., Metowogo, K., Aklesso, P., Mouzou, R., Tossou, R., Ahourou, J., Eklou-Gadegbekou, K., Dansou, P., & Aklikokou, K. (2014). Enquête ethnobotanique sur les plantes utilisées dans le traitement traditionnel des contusions musculaires au Togo. *Rev. Ivoir. Sci. Technol* 24-112-130.
 10. Camara, A.K., Camara, M.K., Diallo, M.S.T., Bah, T.V., Diallo, H., Loua, J., Diané, S., Soumah, A., Condé, M., Baldé, E.S., & Traoré, M.S (2023). Enquête ethnobotanique sur les plantes médicinales utilisées dans le traitement des parasitoses intestinales dans le Grand Conakry. *Revue RAMReS – Série Pharm. Méd. Trad. Afr* ; 22(2) : 33-42.
 11. Camara, M.K., Barry, R., Camara, K.P., Balde, A.O., Loua, J., Diane, S., Balde, E.S., & Balde, A.M. (2022). Enquête sur la gestion traditionnelle des symptômes similaires à ceux de COVID-19 à Kindia en Basse Guinée. *Revue RAMReS – Série Pharm. Méd. Trad. Afr*; 22(1) : 01-12.
 12. Couch, C., Molmou, D., Magassouba, S., Doumbouya, S., Diawara, M., Diallo, M.Y., Keita, S.M., Koné, F., Diallo, M.C., Kourouma, S., Diallo, M.B., Keita, S., Oulare, A., Darbyshire, I., Lughadha, E.N., Van der burgt, X., Larridon, I., & Cheek, M. (2022). Piloting

- development of species conservation action plans in Guinea. *Oryx*, 57(4), 497–506.
13. Dongock, DN., Bonyo, AL., Mapongmestem, PM., & Bayegone, E. (2018). Etude ethnobotanique et phytochimique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies cardiovasculaires à Moundou (Tchad). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1), 203-216.
 14. Farombi, E.O. & Owoeye, O. (2011). Antioxidative and Chemopreventive Properties of *Vernonia amygdalina* and *Garcinia biflavonoid*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 8, 2533-2555.
 15. Fézan, H., Trabi, G.M. I., Kohué, C., N'gaman, C., & Clejesson, H.B.H. (2008). Etudes de quelques plantes thérapeutiques utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle et du diabète : deux maladies émergentes en Côte d'Ivoire. *Sciences et Nature*. 1 : 39-48.
 16. Goumou, K., Haba, NL., Traoré, MS., Bah, F., & Baldé, MA. (2022). Enquête ethnobotanique sur l'utilisation des plantes médicinales dans le traitement traditionnel des dermatoses en Guinée. *Revue RAMReS – Série Pharm. Méd. Trad. Afr.*; 21(1) : 50-65.
 17. Ifeoma, I., Ijeh, C.E., & Ejike, C. (2011). Current perspectives on the medicinal potentials of *Vernonia amygdalina* Del. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(7), 1051-1061.
 18. Loubegnon, T.O., Gbesso, F., Logbo, J., Tente, B., & Godjja, J.T.C. (2018). Etude ethnobotanique des plantes à valeur thérapeutique dans la Commune de Glazoué au Bénin (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 24: 644-655.
 19. Mpondo, E., Ngene, JP., Som, LM., Loe, GE., Boumsong, PCN., Yinyang, J., & Dibong, SD. (2017). Connaissances et usages traditionnels des plantes médicinales du Département du haut Nyong. *Journal of Applied Biosciences*. 113; 11229-11245.
 20. Ndjouondo, G., Ngene, J., Ngoule, C., Kidik, P., Ndjib, R., & Digong, SD. (2015). Inventaire et caractérisation des plantes médicinales des sous bassins versants Kambo et Longmavagui (Douala, Cameroun). *Journal of Animal et Plant Sciences* 25 (3); 3898-3916.
 21. Odebunmi, CA., Adetunji, TL., Adetunji, AE., Olantunde, A., Oluwole, OE., Adewale, IA., Ejiwumi, AO., IHEME, CE., & Aremu, TO. (2022). Ethnobotanical survey of medicinal plants used in the treatment of Covid-19 and related respiratory infections in Ogbomosho South and Nord local Government Areas, Oyo State, Nigeria. *Plants (Basel, Switzerland)*, 11(19), 2667.

22. Petros, Z. (2011). The need of standardized herbal remedies as alternate sources of antimalarial products in Ethiopia - updated review. *Pharmacologyonline* 3 : 1440-1447 .
23. Salhi, S., Fadli, M., Zidane, L., & Douira, A. (2010). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *LAZAROA* 31: 133-146.
24. Schlienger, J.L. (2014). Diabète et phytothérapie : Thérapies à base de plantes pour le diabète sucré : les faits. *Médecine des maladies métaboliques*. 8, 1, 101-106.
25. Yeap, S.K., Wan Yong Ho, W., Beh, B .K., Liang, W.S., Ky, H., Yousr, A.H.N., & Alitheen, N.B. (2010). *Vernonia amygdalina*, an ethnoveterinary and ethnomedical, used green vegetables with multiple bioactivities. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2787-2812.