

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 (Doussouh 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 ferrallitique (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.

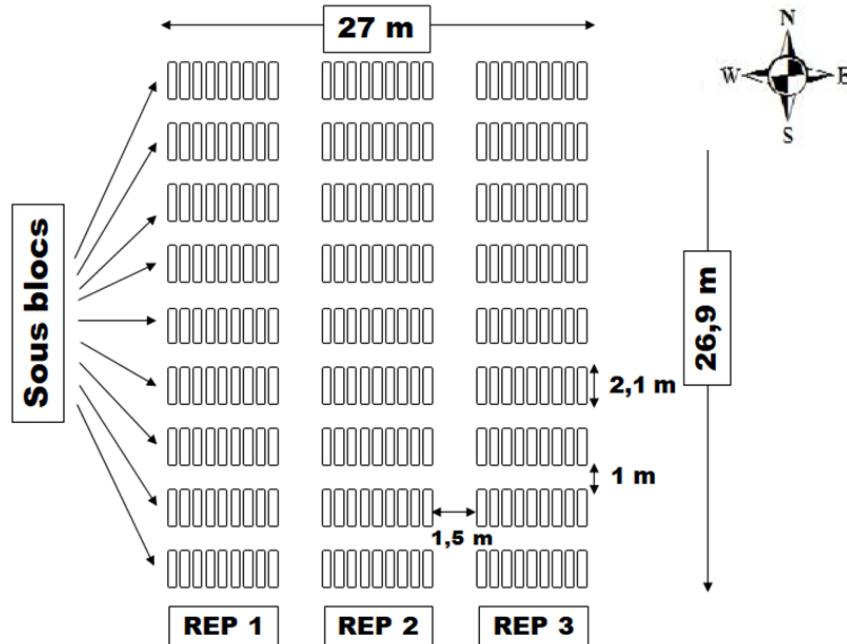


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental

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).

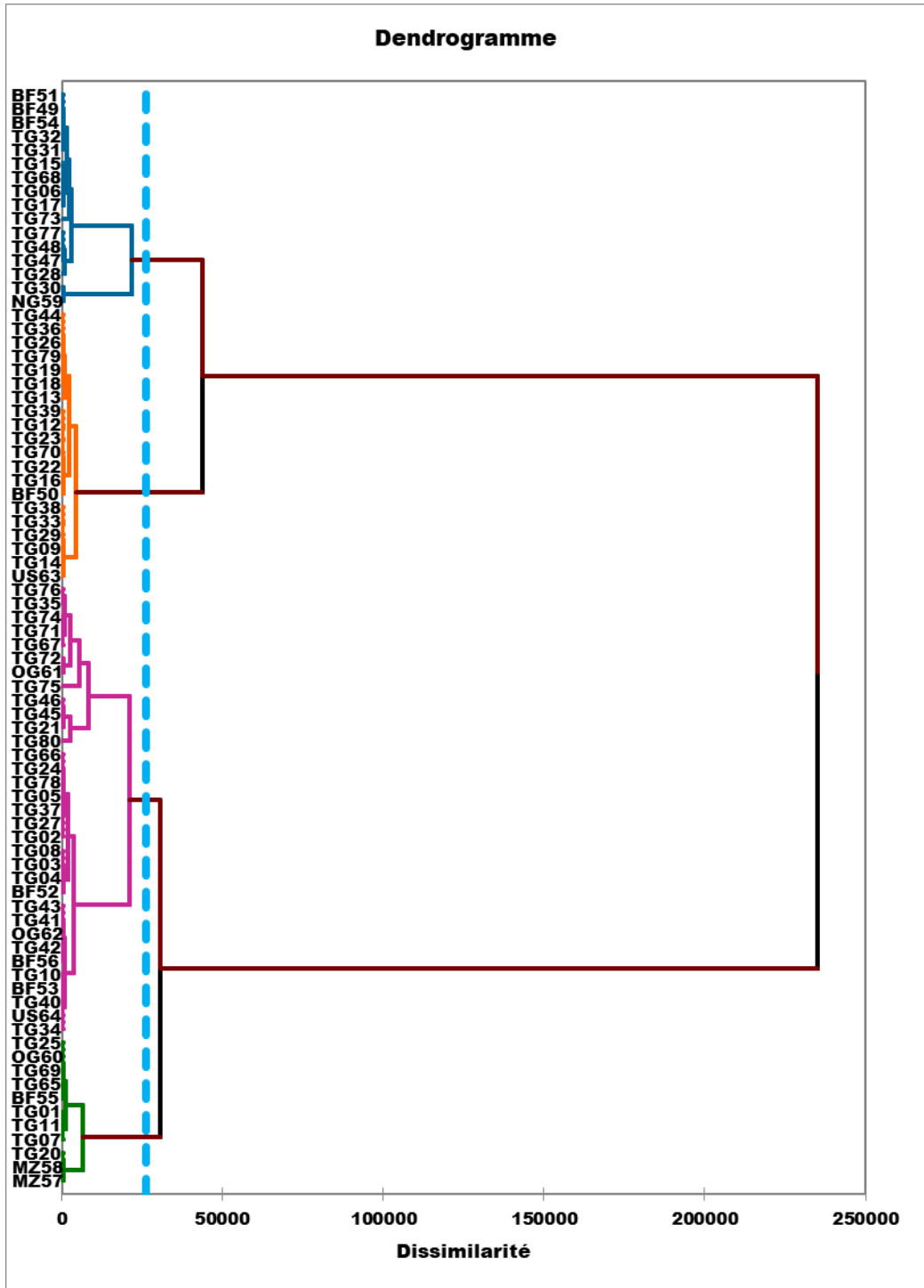


Figure 2: Dendrogramme issu de la CAH de la collection de patate douce du Togo sur la base des caractères quantitatifs

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.

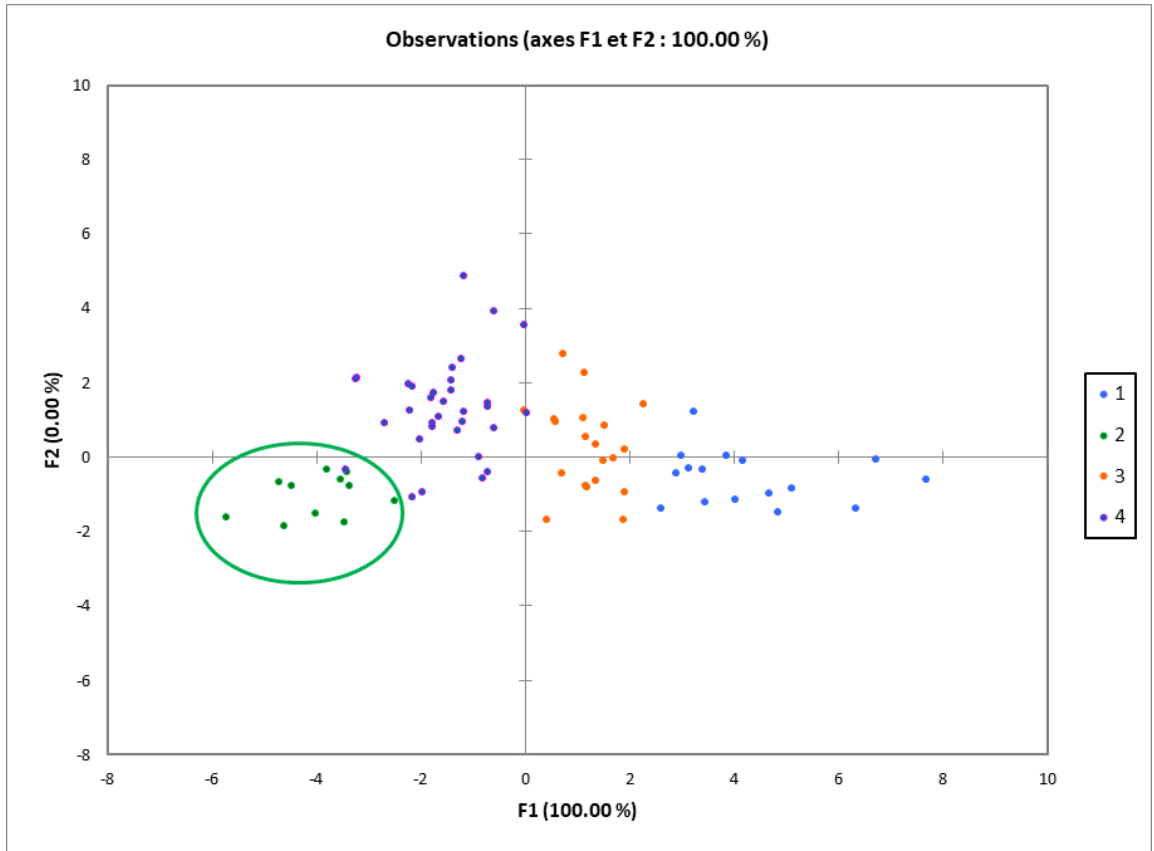


Figure 3: Projection de quatre groupes issus de la CAH sur la base des caractères quantitatifs d'une collection de patate douce du Togo dans le plan formé par les deux premiers axes de l'AFD.

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 Dsso, 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>*