



Available online at <http://www.ifgdg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 16(4): 1448-1458, August 2022

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal
of Biological and
Chemical Sciences

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Etat de fertilité des sols des vergers d'anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) et ses effets sur la productivité en noix d'anacarde au Togo

Alèdi ASSIH* et Amen Yawo NENONENE

Laboratoire de Recherche sur les Agroressources et la Santé Environnementale, Ecole Supérieure d'Agronomie, Université de Lomé, Togo.

*Auteur correspondant ; E-mail : fassih88@gmail.com; Tél.: +228 91251282

Received: 06-04-2022

Accepted: 06-08-2022

Published: 31-08-2022

RESUME

Au Togo, la culture d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) constitue une véritable opportunité pour les petits producteurs compte tenu de son faible niveau d'exigence. Toutefois, les faibles rendements des vergers d'anacardiens constituent un frein au véritable développement de la filière. La gestion durable des sols et l'amélioration des pratiques culturales constituent entre autres des approches de solutions à cette situation. Pour se faire, une meilleure connaissance de la fertilité native des sols et de l'impact des pratiques culturales sur la productivité pourra mieux orienter sur les stratégies de gestion à adopter. Cette étude avait pour objectif de diagnostiquer la qualité des sols des vergers d'anacardiens et d'évaluer son impact et celui des pratiques culturales sur la productivité en noix d'anacarde. Quarante échantillons ont été prélevés dans des vergers d'anacardiens entre 0-30 cm de profondeur dans quatre cantons appartenant à deux zones agro-écologiques. Les résultats d'analyses physico-chimiques montrent que les sols sont à prédominance sablo-limoneux (72,5%) avec un indice de déstructuration élevé ($15,83 \pm 5,41$). Ces sols sont modérément acides avec un pH eau moyen de $6,22 \pm 0,39$ et présentent des teneurs moyenne en azote ($0,06 \pm 0,03\%$). Les teneurs en potassium ($71,79 \pm 28,34$ ppm) et en phosphore ($1,64 \pm 0,51$ ppm) sont plus ou moins limites pour assurer une bonne production en noix d'anacarde. L'association culturale et l'élagage tel que pratiqués par les producteurs entraînent une baisse de la productivité en noix d'anacarde alors que l'amélioration de la teneur en éléments nutritifs majeurs (N, P et K) améliore la productivité en noix. Les pratiques culturales contribuent à définir les caractéristiques physico-chimiques du sol et donc sa qualité productive.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Vergers d'anacardiens, caractéristiques physico-chimiques des sols, pratiques culturales, productivité en noix d'anacarde, Togo.

Soil fertility status of cashew (*Anacardium occidentale* L.) orchards and its effects on cashew nut productivity in Togo

ABSTRACT

In Togo, cashew (*Anacardium occidentale* L.) production contributes to the socio-economic development of many rural households. However, low productivity remains an obstacle to the development of the sector. Sustainable soil management and improved cultivation practices are among the approaches to improve this situation. So, better knowledge of native soil fertility and the impact of agricultural practices on productivity will be able to better guide the management strategies to adopt. This study aims to diagnose the quality of soils

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

9101-IJBCS

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i4.8>

in cashew orchards and evaluate its impact and that of cultural practices on cashew nut productivity. Forty samples were taken in cashew orchards between 0-30 cm depths in four cantons belonging to two agro-ecological zones. The results of physico-chemical analysis show that the soils are mainly sandy-loam (72.5%) with a high destructure index (15.83 ± 5.41). These soils are moderately acidic with an average water pH of 6.22 ± 0.39 and have average nitrogen contents ($0.06 \pm 0.03\%$). Potassium (71.79 ± 28.34 ppm) and phosphorus (1.64 ± 0.51 ppm) contents are more or less limited to ensure a good cashew nut production. Crop association and pruning as practiced by the producers lead to a decrease in cashew nut productivity, whereas the improvement content of major elements (N, P and K) improves cashew nut productivity. Cultivation practices contribute to defining the physico-chemical characteristics of the soil and thus its productive quality.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Cashew orchards, physico-chemical characteristics of soils, cultivation practices, cashew nut productivity, Togo.

INTRODUCTION

L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est une plante des zones de savanes, originaire du Brésil (Oluyole et al., 2017). Il est produit essentiellement pour son fruit, la noix de cajou très prisé dans le commerce international. A travers les revenus qu'il rapporte aux producteurs, l'anacarde participe au développement socio-économique de nombreux ménages ruraux dans le monde. Au Togo, la culture de l'anacarde occupe plus de 18 262 producteurs et se produit dans deux des quatre zones agro-écologiques notamment la zone agro-écologique savane sèche et la zone agro-écologique savane humide (DSID, 2015; MAEH, 2015). La forte demande en noix de cajou qui se traduit par l'augmentation des prix sur le marché international (Diomandé et al., 2021) a eu pour conséquence une augmentation rapide des superficies sur le plan national. De 2015 à 2018, les superficies sont passées de 18 527 hectares à 65 000 hectares (DSID, 2015 ; Ricau, 2019). Toutefois, les rendements sont restés faibles. Le rendement national moyen en noix de cajou est de 394 kg/ha (DSID, 2015) contre 800 kg/ha au Ghana et 500 kg/ha au Bénin (ACi, 2015) ou 706 kg/ha en Inde (DCCD, 2015). La faible productivité des vergers d'anacardiers serait la conséquence de nombreuses contraintes notamment la non adoption des bonnes pratiques agricoles (Djaha et al., 2012 ; MAEH, 2015), la baisse de fertilité des sols (Aminu et al., 2021), la mauvaise qualité du matériel végétal (Djaha et

al., 2012), la pression parasitaire (Banito et al., 2021) et les effets du changement climatique (Balogoun et al., 2016). Pour Mangalassery et al. (2019), le faible niveau de fertilité des sols est l'un des plus importants facteurs limitant la productivité en noix d'anacarde. En effet, nombreuses études ont conclues au rôle prépondérant des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol pour une meilleure production de l'anacarde (Ngatunga et al., 2001 ; Adejumo, 2010 ; Balogoun et al., 2014; Widiatmaka et al., 2014, 2015). Une meilleure connaissance de la fertilité native des sols et aussi de l'impact des pratiques culturales sur la productivité pourra mieux orienter sur les stratégies de gestion des vergers à adopter. Toutefois, aucune étude à notre connaissance n'a jusqu'ici été menée sur le niveau de qualité des sols des vergers d'anacardiers au Togo. L'objectif de cette étude est d'évaluer le niveau de qualité des sols des vergers d'anacardiers ainsi que l'effet des caractéristiques physico-chimiques du sol sur la productivité en noix d'anacarde.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans quatre cantons appartenant à deux zones agro-écologiques favorables à la production de l'anacarde au Togo (DSID, 2015). Il s'agit des cantons de Naki-Est et Ogaro dans la zone agro-écologique savane sèche et les cantons de Koussountou et Alibi 1 dans la zone agro-

écologique savane humide (Figure 1). Tous ces cantons jouissent d'un climat de type soudanien avec une saison sèche bien marquée d'au moins cinq mois (Adewi et al., 2010).

Matériel végétal

Les vergers d'anacardier ont servi de matériel végétal. L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est un arbuste de la famille des anacardiacees. C'est une plante pérenne des zones de savanes, cultivée dans les régions tropicales et subtropicales où la saison sèche est bien marquée. Les vergers qui ont servi à cette étude ont un âge compris entre sept et dix ans.

Echantillonnage et mise en place des carrés de rendement

Dans chaque canton, 10 champs ont été retenus sur la base des pratiques agricoles. Dans chaque champ, des carrés de rendements ont été établis. Ces unités d'observation sont constituées de placettes circulaires à nombre d'arbres fixés (Atindogbe et al., 2011) qui est de 10 arbres dans le cadre de la présente étude. Le choix de cette méthode se justifie par son aspect pratique sur le terrain (Kleinn and Vilčko, 2006) et par l'hétérogénéité des schémas culturaux (Lejeune and Verrue, 2002). Le nombre de répétitions a varié selon la superficie du verger. Pour des vergers de superficie inférieure à 0,5 ha, il a été adopté une seule répétition tandis que pour les plantations de superficie supérieure ou égale à 0,5 ha, il a été adopté deux répétitions (Atindogbe et al., 2011). Lorsque le nombre de répétitions est de deux, les placettes sont installées de sorte qu'il ait au moins une distance de 30 à 40 m l'une de l'autre. Ces placettes ont été mises en place tout en prenant en compte l'effet de bordure ainsi que l'hétérogénéité de la parcelle (densité de peuplement, pente, état du sol, etc.).

Prélèvement d'échantillons du sol

Les échantillons du sol ont été prélevés entre janvier et février 2021. Dans chaque placette, cinq échantillons composites ont été prélevés de façon aléatoire puis mélangés

minutieusement afin d'obtenir l'échantillon à analyser. Les prélèvements ont été effectués à une profondeur de 0-30 cm au moyen d'une tarière. Au total 40 échantillons ont été constitués soit un échantillon par verger. Ces échantillons ainsi constitués ont été préparés puis analysés au Laboratoire Sol Eau Végétaux Engrais (SEVE) de l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA).

Détermination des caractéristiques physico-chimiques des sols

Une fois au laboratoire, les échantillons ont été préparés avant d'être analysés. Cette préparation a consisté à sécher les échantillons trois jours à l'air libre. Après séchage, les échantillons ont été broyés dans un mortier en porcelaine puis tamiser au moyen d'un tamis de 02 mm de diamètre. L'analyse granulométrie du sol a consisté à détruire la matière organique par l'eau oxygénée suivi d'une dispersion au pyrophosphate de sodium 0,1 M et la séparation des différentes fractions par sédimentation. Le potentiel hydrogène (pH) eau a été mesuré dans une suspension eau/sol de 1 : 2,5 au moyen d'un pH-mètre (Tahirou et al., 2022) et la conductivité électrique (CE) dans une suspension eau/sol de 1 : 5 avec un conductimètre. Les méthodes de Kjeldahl et de Olsen ont servi à déterminer respectivement l'azote (N) total et le phosphore (P_2O_5) assimilable. Quant au potassium (K_2O), il a été extrait des échantillons du sol par l'acétate d'ammonium. Le carbone a été dosé selon la méthode de Walkley et Black et pour déterminer la teneur en matière organique, il a été appliqué la formule ci-dessous :

$$\text{Matière organique (\%)} = C (\%) * 1,724$$

Sur la base des résultats d'analyse, l'indice de la déstructuration (St) qui renseigne sur la capacité des agrégats du sol à résister à l'action de l'eau a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Indice de déstructuration (St)} = \frac{\text{Matière organique (\%)}}{\text{Argile (\%)} + \text{Limon (\%)}} * 100$$

Selon Pieri (1989), si $St < 5\%$, le sol est très sensible à l'érosion ; si $St < 7\%$, le sol est

moyennement sensible à l'érosion, si $St > 9\%$, le sol n'est pas sensible à l'érosion.

Analyse statistique

Le logiciel R a servi pour les analyses de données. L'état de fertilité du sol des champs d'anacardiers a été évalué à travers les statistiques descriptives qui ressortent le minimum, le maximum, la moyenne et l'écart type des différentes caractéristiques physico-chimiques du sol évaluées. Une Analyse Factorielle de Données Mixtes (AFDM) a été réalisée afin de ressortir les liens entre les variables du sol, les pratiques culturales et la productivité des vergers d'anacarde. Compte tenu du fait que l'âge des plants ayant servi pour cette étude diffère d'un champ à un autre et que la productivité ne peut pas être dissociée de l'âge, la productivité a été ajustée en fonction de l'âge selon la méthode de Adeniyi et al. (2018) :

$$Y_a = \hat{Y} + (Y_i - \hat{Y}) \text{ où}$$

Y_a est la productivité en noix d'anacarde ajustée à l'âge de l'arbre, \hat{Y} la productivité moyenne, Y_i la productivité observée et \hat{Y} la productivité prédite selon l'âge des anacardiers à partir du modèle, où la relation entre la productivité et l'âge est une fonction de temps : $Y = f(t)$.

Afin de déterminer quels sont les facteurs qui influencent de façon significative la productivité en noix d'anacarde, une régression linéaire multiple a été réalisée en prenant les propriétés du sol et les pratiques culturales comme variables indépendantes. Le modèle peut s'écrire comme suit :

$$Y_a = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \epsilon \text{ Où}$$

Y_a est la productivité ajustée à l'âge, β_0 le coefficient du modèle de régression estimé et x_i (1, 2, 3.....n) sont les paramètres du sol et des pratiques de gestion des vergers et ϵ l'erreur.

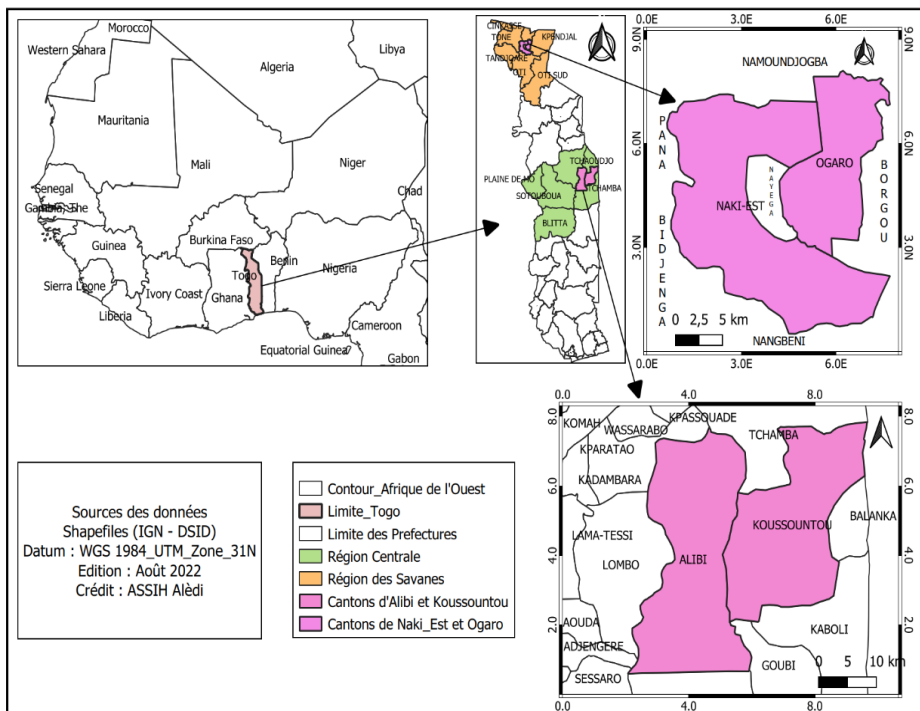


Figure 1 : Carte de la zone d'étude montrant les cantons prospectés.

RESULTATS

Caractéristiques physico-chimiques des sols des vergers d'anacardier

Les résultats d'analyse du sol des vergers d'anacardiers montrent une variabilité plus ou moins grande des propriétés physico-chimiques d'un sol à un autre comme l'indiquent les coefficients de variation (Tableau 1). L'analyse granulométrique a permis de recenser trois grands groupes de sol (Tableau 2). Il s'agit des sols sablo-limoneux (72,5%), sableux (20%) et limono-sableux (7,5%). Les sols sableux sont plus rencontrés dans le canton de Naki Est alors que pour les sols sablo-limoneux, on les rencontre plus dans Ogaro. Dans l'ensemble, la teneur en sable des sols analysés est très importante ($81,24 \pm 4,8\%$) comparativement à l'argile ($6,04 \pm 2,22$) et au limon ($10,72 \pm 3,51\%$) (Tableau 1). L'indice de déstructuration (St) est très variable allant de 7,01 à 28,02%. Les résultats d'analyse indiquent des pH eau acides à modérément acides allant de 5,13 à 6,22 avec une conductivité électrique moyenne de $30,74 \pm 19,51 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$. Le rapport C/N est très élevé ($30 \pm 5,04$) avec une teneur en matière organique très variable d'un verger à un autre (coefficient de variation 43,5%). Les teneurs moyennes en macroéléments N, P et K sont respectivement de $0,06 \pm 0,03\%$, $1,64 \pm 0,51 \text{ ppm}$, $71,79 \pm 28,34 \text{ ppm}$.

Relation entre les propriétés du sol, les pratiques culturales et la productivité en noix d'anacarde

L'Analyse Factorielle de Données Mixtes (AFDM) a permis de visualiser la nature des liaisons entre les données au sein du modèle global. Les deux dimensions de la AFDM résument 52,5% de l'information (Figure 2). La Matière Organique (MO), le carbone (C), le potassium (K), l'azote (N), la conductivité électrique (CE), la teneur en sable, l'indice de déstructuration (St) et le pH eau sont les variables les plus significativement

corrélées avec la première dimension de AFDM. Cette première dimension explique 35,5% de l'information. La deuxième dimension explique que 17% de l'information et est plus corrélée avec le pourcentage de limon dans le sol, le pourcentage du sable dans le sol, l'indice de déstructuration (St), la fertilisation, l'âge des plants et l'élagage des plants. Le Cos^2 indique la qualité de représentation des différentes variables sur les deux premières dimensions de AFDM. Il varie de 0 (couleur bleu) à 1 (couleur rouge) et plus une variable est bien représentée sur les axes, plus son Cos^2 est proche de 1. Ainsi, on constate que la matière organique, le carbone, le potassium et l'azote ont une très bonne qualité de représentation sur les deux premières dimensions ce qui n'est le cas pour le système de culture, l'élagage et le phosphore (P). Ceci suppose que cette représentation n'a pas permis de ressortir clairement le rôle de l'élagage, du système de culture et du phosphore dans la définition de la productivité en noix d'anacarde. Le modèle exprime mieux, la contribution des paramètres ayant un Cos^2 proche de 1 tel que la matière organique, le carbone, la teneur en limon, l'azote, etc. L'analyse du graphe permet de dire que la teneur en matière organique du sol et celle du carbone d'une part, la teneur en sable et l'indice de déstructuration d'autre part sont corrélés positivement.

Niveau d'influence de la qualité du sol et des pratiques culturales sur la productivité en noix d'anacarde

La régression linéaire multiple des propriétés du sol et des différentes pratiques culturales sur la productivité révèle un $R^2=0,522$ ce qui signifie que 52,2% de variabilité dans la productivité est expliquée par les variables prises en compte dans le modèle (Tableau 3). Les facteurs qui influencent de façon significative ($\alpha \leq 10\%$) la productivité en noix d'anacarde sont

l'association culturale, la teneur en argile, la conductivité électrique (CE), la teneur en limon, la teneur en carbone (C) et l'indice de déstructuration (St).

L'analyse des coefficients et des valeurs de probabilités (t) du modèle révèle que l'association culturale affecte négativement ($p < 0,001$) la productivité tout comme le carbone ($p < 0,1$). La productivité est influencée positivement par la teneur en argile ($p < 0,05$), la teneur en limon ($p < 0,1$) tout comme la

conductivité électrique ($p < 0,05$). Quoique non significatif, la fertilisation affecte positivement le rendement en noix d'anacarde. L'élagage quant à lui affecte négativement la productivité. Toutes choses égales par ailleurs, l'augmentation de 1% de la dose d'azote, du potassium, de l'indice de déstructuration, du limon et d'argile entraîne une augmentation de la productivité de 103,7%, 0,1%, 7,9%, 16,9% et 21,7% respectivement.

Tableau 1 : caractéristiques physico-chimiques des sols de la zone d'étude.

Eléments	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type	Coefficient de variation (%)
pH Eau	5,13	6,92	6,22	0,39	6,27
CE ($\mu\text{s.cm}^{-1}$)	6,5	104,7	30,74	19,51	63,47
K (ppm)	15,38	143,59	71,79	28,34	39,48
P (ppm)	0,42	2,76	1,64	0,51	31,10
MO (%)	1,21	6,87	2,63	1,14	43,35
N (%)	0,03	0,16	0,06	0,03	50,00
C (%)	0,7	3,98	1,53	0,66	43,14
C/N	14,36	45,28	30,00	5,04	16,80
Sable (%)	68,54	88,82	81,24	4,8	5,91
Argile (%)	2,20	10,70	6,04	2,22	36,75
Limon (%)	6,20	18,60	10,72	3,51	32,74
Indice de déstructuration (St)	7,01	28,02	15,83	5,41	34,18

Tableau 2 : Importance des types de sols sous vergers d'anacarde.

Canton	Limono-sableux	Sableux	Sablo-limoneux
Naki-Est	1	4	5
Ogaro	0	0	10
Alibi 1	1	3	6
Koussountou	1	1	8
Pourcentage	7,5%	20%	72,5%

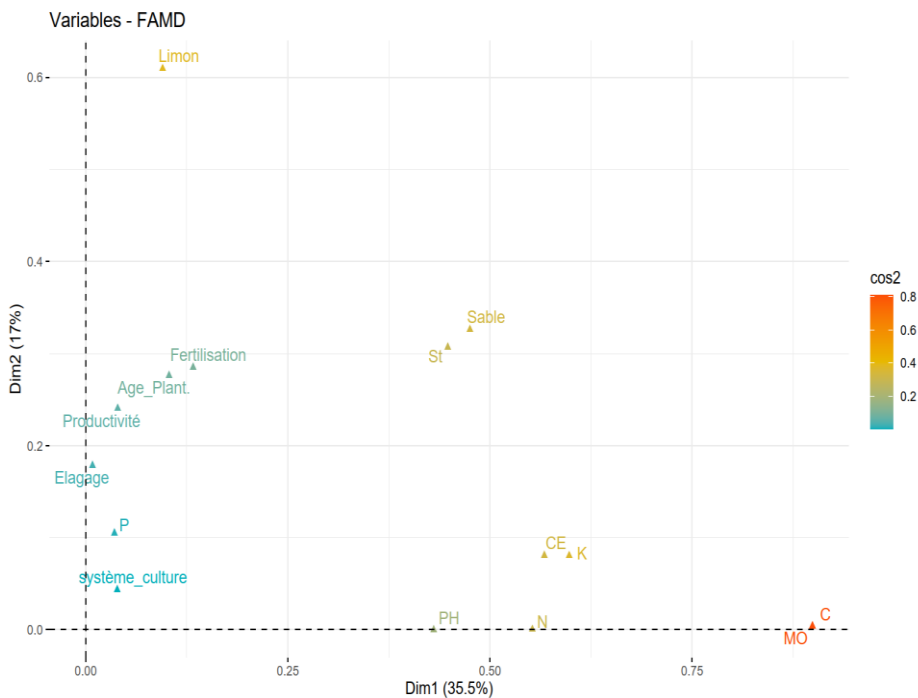


Figure 2 : Représentation graphique de l’analyse factorielle de données mixtes entre la productivité en noix d’anacarde, les propriétés du sol et les pratiques culturales.

Tableau 3 : résultats du modèle de régression linéaire multiple.

Variables indépendantes	Variable dépendante : productivité en noix		
	Coefficient	Erreur standard	t
Constant	-10,624	7,653	-1,405
Association culturale-oui	-0,444	0,106	-4,177***
Fertilisation-oui	0,183	0,161	1,132
Elagage-oui	-0,104	0,129	-0,803
Argile	0,217	0,089	2,423**
Limon	0,169	0,087	1,947*
Sable	0,119	0,077	1,543
pH	-0,283	0,166	-1,705
CE	0,009	0,004	2,074**
K	0,001	0,002	0,469
C	-0,770	0,387	-1,990*
N	1,037	2,437	0,425
P	0,109	0,096	1,144
St	0,079	0,039	2,052*

*** : signification à 0,1%, ** : signification à 5%, * : signification à 10%, R²: 0,522.

DISCUSSION

Les résultats d'analyses montrent que les sols sont à prédominance sablo-limoneux (72,5%). La texture du sol joue un rôle capital dans le stockage du carbone, la rétention et la disponibilité des nutriments (Najmadeen et al., 2010). Selon Widiatmaka et al. (2014), les sols sableux et sablo-limoneux sont de mauvaise qualité pour une bonne production d'anacarde et que les meilleurs sols sont à texture limono-sableuse et limoneuse. A la lumière de cette conclusion, on pourrait affirmer que 92,5% des sols issus de notre zone d'étude ne sont pas propices à la production d'anacarde. Pour Joker (2003), ce sont plutôt les sols sableux ou sablo-limoneux qui sont les mieux indiqués pour la production d'anacarde compte tenu du fait qu'ils sont généralement profonds et drainent bien l'eau. L'anacardier a un système racinaire pivotant qui se développe très rapidement et de ce fait a besoin d'un sol bien profond. Toutefois, la seule condition d'un sol profond n'est pas suffisante, d'où la nécessité de tenir également compte de la capacité d'échange cationique et de la capacité de rétention eau. L'indice de déstructuration moyen est supérieur à 9% témoignant d'une faible sensibilité des sols des vergers d'anacardiers à l'érosion. Ceci s'explique par leur richesse en matière organique et leur forte capacité de drainer l'eau.

Les sols présentent des pH acides à modérément acides (pH : 5,13 à 6,92). Selon ITRA (2021), un sol présentant un pH eau allant de 5,5 à 6,5 est un sol peu acide et c'est le cas pour la plupart des sols de la zone d'étude. Ces résultats sont similaires à ceux de Ndiaye et al. (2020) qui ont prouvé que la majorité des sols sur lesquels est produit l'anacarde en Casamance (Sénégal) est acide (pH = 5,13). Bien que l'acidification des sols soit un processus naturel (Borůvka et al., 2007), ces résultats pourraient s'expliquer par la nitrification de l'ammonium, produit de la minéralisation de la matière organique qui contribue à acidifier le sol. En termes de potentialités pour la production d'anacarde, le pH de ces sols est très propice à la production d'anacarde (Pradesh and Nadu, 2011; Widiatmaka et al., 2014). En effet, selon

Doucet (2006), la plupart des plantes se développent sur les sols moyennement acides (pH 6,5). Ces pH sont satisfaisants pour une bonne activité biologique et un bon échange nutritionnel dans le sol (Soro et al., 2011). Le rapport C/N très élevé (30±5,04) révèle un faible niveau de minéralisation de la matière organique ou d'une faible activité biologique dans ces sols. Ceci témoigne d'une teneur moyenne en matière organique qu'on peut qualifier de très élevée selon la classification de Tahirou et al. (2022). En se référant à Assa (2005), on peut conclure que la teneur en azote des sols est faible. Cette faible disponibilité de l'azote dans le sol a pour conséquence une croissance fortement réduite, des feuilles plus petites, un jaunissement rapide des feuilles les plus anciennes (Diomandé et al., 2021). Les mauvaises pratiques culturales (absence d'apport d'engrais), les pertes par le lessivage ainsi que la faible minéralisation de la matière organique sont autant de facteurs qui contribuent à expliquer la teneur de l'azote dans ces sols. La teneur moyenne en potassium (71,79 ppm) des sols correspond à la teneur normale en potassium d'un sol (Assa, 2005). Toutefois, compte tenu des besoins de l'anacardier en potassium, cette teneur est limite pour une bonne production de l'anacarde (Widiatmaka et al., 2014). La teneur en phosphore quant à elle est très inférieure à 39,69 ppm qui est considérée par Widiatmaka et al. (2014) comme très bon pour la production d'anacarde.

L'analyse factorielle de données mixtes révèle que la productivité est mieux expliquée par des variables telles que la teneur en matière organique, la texture du sol, le potassium et l'azote (caractéristiques du sol), fertilisation et élagage (pratiques culturales). Ces variables sont soit directement ou indirectement affectées par l'âge des plants. En effet, le choix du producteur à fertiliser ses plants est influencé par l'âge des plants. Ceci s'explique par le fait que la fertilisation de l'anacardier est très marginalisée (Adejumo, 2010) et les quelques rares producteurs qui la pratiquent le font dans les toutes premières années quand les plants sont encore plus petits. Pour plusieurs, la fertilisation vise plus les cultures associées. De

l'âge des plants dépend également le choix du producteur d'associer l'anacardier à d'autres cultures annuelles. L'association culturale affecte la pratique de l'élagage qui est dans ce cas plus sévère. En effet, pour avoir de l'espace et la luminosité nécessaires pour les cultures associées, les producteurs ont tendance à élaguer de façon très sévère les plants d'anacardiers. En réduisant l'espace foliaire des plants, les producteurs limitent la productivité.

La régression linéaire multiple montre un effet positif de la fertilisation sur la productivité. Ces résultats s'expliquent par le fait que l'anacardier tout comme les autres cultures ont besoin d'éléments minéraux suffisants pour mieux produire (Mangalassery et al., 2019). La non-restitution des éléments nutritifs prélevés affecte la qualité du sol à travers une baisse de sa fertilité native (Mangalassery et al., 2020). Ces résultats sont similaires à ceux de Wongnaa (2013) qui a conclu dans une étude au Ghana que la fertilisation influence positivement la production d'anacarde. L'influence négative de l'association culturale et de l'élagage sur la productivité constatée s'explique plus par la manière de conduire ces pratiques que les pratiques elles-mêmes. En effet, cas d'association culturale, les producteurs ont tendance à élaguer plus sévèrement les plants d'anacardiers pour faire profiter de l'ensoleillement aux cultures associées. Ces mauvaises pratiques d'élagage affectent le potentiel productif de l'anacardier.

Conclusion

Cette étude visant à caractériser la qualité des sols des vergers d'anacardiers a révélé que les sols sont à prédominance sablo-limoneux avec des pH acides à modérément acides et des teneurs plus ou moins acceptables pour les éléments majeurs. Ils présentent un indice de déstructuration et une teneur en matière organique relativement élevés. Ces sols sont pauvres en azote mais moins exposés à l'érosion. Les teneurs en phosphore et en potassium sont plus ou moins faibles. L'élagage et l'association culturale tel que pratiqués par les producteurs impactent

négalement la productivité en noix d'anacarde. Les éléments majeurs en général et plus particulièrement l'azote à travers leur rôle dans la nutrition des plantes affecte beaucoup la productivité en noix d'anacarde.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AA et AYN, ont participé à la conception du protocole. AA a conduit les travaux sur le terrain et au laboratoire puis la rédaction et à la mise en forme de l'article. AYN a supervisé toutes étapes de ce travail depuis le terrain en passant par le laboratoire et la rédaction de l'article.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier sincèrement l'Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA) pour son appui durant les analyses de laboratoire des échantillons du sol.

REFERENCES

- ACi. 2015. Cashew harvest and technologies. The ACi News Bulletin, Accra, Ghana.
- Adejumo TO. 2010. Effect of NPK fertilization on yield and inflorescence blight of cashew (*Anacardium occidentale*). *J. Agric. Biotechnol. Sustain. Dev.*, **2**(5): 66-70.
- Adeniyi SA, de Clercq WP, van Niekerk A. 2018. Assessing the relationship between soil quality parameters of Nigerian alfisols and cocoa yield. *Agrofor. Syst.*, **93**(4): 1235-1250. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0238-2>
- Adewi E, Badameli KMS, Dubreuil V. 2010. Evolution des saisons des pluies potentiellement utiles au Togo de 1950 à 2000. *Climatologie*, **7**: 89-107. DOI: <https://doi.org/10.4267/climatologie.489>
- Aminu H, Musa IA, Askira HM, Aliyu SH. 2021. A review of research in soil fertility management and plant nutrition of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Nigeria. *World J. Adv. Res. Rev.*, **11**(03):

- 160-167. DOI:
<https://doi.org/10.30574/wjarr.2021.11.3.0434>
- Assa A. 2005. *Précis de Pédologie à l'Usage des Etudiants du Second Cycle des Etudes Universitaires*. Editions Universitaires : Abidjan-Côte d'Ivoire.
- Atindogbe G, Aoudji AK, Fonton NH, Lejeune P, Ekpe R. 2011. Taille des placeaux de caractérisation des teckeraies à sylviculture paysanne au Sud-Bénin. *Bois forêts des Trop.*, **310**(4) : 69-78.
- Balogoun I, Ahoton EL, Saïdou A, Bello OD, Ezin V, Amadji GL, Ahohuendo CB, Babatoundé S, Chougourou CD, Ahanchede A. 2016. Effect of Climatic Factors on Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Productivity in Benin (West Africa). *J. Earth Sci. Clim. Change*, **07**: 1-10. DOI: <https://doi.org/10.4172/2157-7617.1000329>
- Balogoun I, Saïdou A, Ahoton EL, Amadji LG, Ahohuendo CB, Adebo IB, Babatounde S, Chougourou D, Adoukonou-sagbadja H, Ahanchede A. 2014. Caractérisation des systèmes de production a base d' anacardier dans les principales zones de culture au Benin. *Agron. Africaine*, **26**(1) : 9-22.
- Banito A, Kpemoua EK, Dayiwo RK, Tedihou E. 2021. Inventaire des maladies de l' anacardier (*Anacardium occidentale* L.) dans la préfecture de Tchamba au Togo *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **15**(6): 2514-2525. DOI: <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i6.21>
- Borůvka L, Mládková L, Penížek V, Drábek O, Vašát R. 2007. Forest soil acidification assessment using principal component analysis and geostatistics. *Geoderma*, **140**: 374-382. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.04.018>
- Diomandé BL, Soro S, Koné D, Adingra PDK. 2021. Diagnostic de la fertilité chimique des sols sous anacarderaies (*Anacardium occidentale* L.) dans le département de Korhogo au nord de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Innov. Sci. Res.*, **53**(1): 50-60.
- Djaha J-B, N'daadopo A, Koffi E, Ballo C, Coulibaly M. 2012. Croissance et aptitude au greffage de deux génotypes d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) élites utilisés comme porte-greffe en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(4): 1453-1466. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.5>
- Doucet R. 2006. *Le climat et les Sols Agricoles*. Editions Berger : Eastman, Québec.
- DSID. 2015. Rapport final du recensement des planteurs et plantations d'anacarde au Togo. DSID, Togo.
- ITRA. 2021. Projet d'élaboration de la carte de fertilité des sols agricoles du Togo. ITRA, Togo. <https://fertitogo.tg/cartes-de-fertilite>
- Joker D. 2003. Information about Cashew Nut (*Anacardium occidentale*). USDA, USA.
- Kleinn C, Vilčko F. 2006. A new empirical approach for estimation in k-tree sampling. *For. Ecol. Manage.*, **237** : 522-533. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.09.072>
- Lejeune P, Verrue V. 2002. Les inventaires par échantillonnage en futaie feuillue : une alternative aux inventaires complets. *Note Tech. For. Gembloux*, **8**: 1-14.
- MAEH. 2015. Rapport d'analyse de la filière anacarde au Togo. MAEH, Togo.
- Mangalassery S, Kalaivanan D, Philip PS. 2019. Effect of inorganic fertilisers and organic amendments on soil aggregation and biochemical characteristics in a weathered tropical soil. *Soil Tillage Res.*, **187**: 144-151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.12.008>
- Mangalassery S, Preethi P, Babli M, Nayak MG. 2020. Integrated Nutrient Management in cashew. In *E- Training Manual on Cashew Production and Post-Harvest Technologies*. ICAR-Directorate : Karnataka-India ; 39-50.
- Najmadeen H, Othman MA, Hussain M-AH. 2010. Effects of Soil Texture on Chemical Compositions, Microbial Populations and Carbon Mineralization in

- Soil. *Egypt. J. Exp. Biol.*, **6**(1): 59-64.
- Ndiaye S, Charahabil MM, Diatta M, Fall ACAL. 2020. Effet de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) sur les propriétés physicochimiques des sols (Casamance/Sénégal). *Am. J. Innov. Res. Appl. Sci.*, **10**(2): 44-54.
- Ngatunga EL, Cools N, Dondeyne S, Deckers JA. 2001. Soil suitability for cashew in South Eastern Tanzania. *The Land*, **5**(1): 3-16.
- Oluyole KA, Agbeniyi SO, Ayegbonyin KO. 2017. Competitiveness of Cashew Production in Nigeria. *Int. J. Res. Agric. For.*, **4**(8) : 1-7.
- Pieri C. 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au Sud du Sahara. CIRAD-IRAT, Montpellier.
- Pradesh A, Nadu T. 2011. Land suitability evaluation of soils of Dakshina Kannada district Land suitability evaluation of soils of Dakshina Kannada district of Karnataka for cashew production. *J. Plant. Crop.*, **39**(2): 325-329.
- Ricau P. 2019. *The West African Cashew Sector in 2018: General Trends and Country Profiles*. Nitidæ Landscape and Value Chains: France.
- Soro D, Bakayoko S, Dao D, Bitra T, Angui T, Girardin O. 2011. Diagnostic De Fertilité Du Sol Au Centre-Nord De La Côte D'Ivoire. *Agron. Africaine*, **23**(3): 205-215.
- Tahirou S, Zerbo P, Ouattara S, Ado N. 2022. Caractérisation des paramètres physico-chimiques du sol de la zone rizicole de Saga (Niamey) dans la vallée du fleuve Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(2): 842-854. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i2.26>
- Widiatmaka, Ambarwulan W, Sutandi A, Murtilaksono K, Munibah K, Daras U. 2015. Suitable and available land for cashew (*Anacardium occidentale* L.) in the island of Lombok, Indonesia. *J. Appl. Hortic.*, **17**(2): 129-139. DOI: <https://doi.org/10.37855/jah.2015.v17i02.25>
- Widiatmaka, Sutandi A, Daras U, Hikmat M, Krisnohadi A. 2014. Establishing Land Suitability Criteria for Cashew (*Anacardium occidentale* L .) in Indonesia. *Appl. Environ. Soil Sci.*, **2014** : 1-14. DOI : <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1155/2014/743194> Research
- Wongnaa CA. 2013. Analysis of factors affecting the production of cashew in Wenchi Municipality, Ghana. *J. Agric. Sci.*, **8**(1): 8-16. DOI: <https://doi.org/10.4038/jas.v8i1.5377>