



Influence des essences forestières arborescentes sur la productivité des bananiers au deuxième cycle culturel à Kinshasa, RDC.

[Influence of tree species on the productivity of banana trees in the second cultural cycle in Kinshasa, DRC]

Bangata Bitha Nyi Mbunzu Jean Christian* & Mobambo Kitume Ngongo Patrick

Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, Université de Kinshasa, Kinshasa, République Démocratique du Congo.

Résumé

Les systèmes sylvo-bananiers est une réponse efficace, d'une part, aux problèmes de l'amélioration de la productivité de bananiers, d'autre part, à la préservation de nos forêts, surtout dans les régions où la déforestation est accrue. Afin d'améliorer la production des bananes à Kinshasa, une étude évaluative des systèmes sylvo-bananiers a été menée dans les conditions de plateau de Batéké. Il était question de comparer les différentes associations bananiers-arbres, afin de connaître leurs impacts sur la productivité de bananiers. Cinq cultivars de bananiers ont été associés avec douze essences forestières arborescentes, réparties en trois groupes: les légumineuses, les non légumineux et les arbres fruitiers. L'évaluation de l'influence des arbres forestiers sur le comportement de bananiers au deuxième cycle de production avait fait l'objet de cette étude. Ces pieds de bananiers étaient issus de rejets successeurs sélectionnés à la fin du premier cycle de production. Au regard des résultats obtenus avec l'ACP, il sied de noter que sur les 60 associations sylvo-bananières étudiées, les plus performantes (poids de régimes et rendements élevés) étaient celles formées avec le cultivar Nsikumuna respectivement en association avec: *Pterocarpus indicus* Willd.; *Millettia laurentii*; *Maesopsis eminii* Engl.; *Gmelina arborea* Roxb. ; *Eugenia malaccensis* L.; *Lanea welwitschii* (Hiern) Engl.; *Persea americana*; *Terminalia superba* Anglais. & Diels ; *Mangifera indica* L. ainsi que *Dacryodes edulis*. Toutes ces essences peuvent être retenues et recommandées en systèmes sylvobananiers en mettant un accent particulier sur les quatre premières.

Mots-clés : Association, arbres forestiers, bananiers, production, Plateau des Batéké.

Abstract

Silvo-banana systems are an effective response, on the one hand, to the problems of improving banana productivity, and on the other, to the preservation of our forests, especially in regions where deforestation is increasing. In order to improve banana production in Kinshasa, an evaluative study of silvo-banana systems was carried out under Batéké plateau conditions. The aim was to compare different banana-tree associations, in order to determine their impact on banana productivity. Five banana cultivars were combined with twelve tree species, divided into three groups: legumes, non-legumes and fruit trees. The aim of this study was to evaluate the influence of forest trees on the behavior of banana plants during the second production cycle. These banana plants were derived from successor shoots selected at the end of the first production cycle. With regard to the results obtained with PCA, it should be noted that of the 60 forest-banana associations studied, the most successful (high bun weight and yield) were those formed with the cultivar Nsikumuna in association with: *Pterocarpus indicus* Willd.; *Millettia laurentii*; *Maesopsis eminii* Engl.; *Gmelina arborea* Roxb.; *Eugenia malaccensis* L.; *Lanea welwitschii* (Hiern) Engl.; *Persea americana*; *Terminalia superba* Anglais. & Diels; *Mangifera indica* L. and *Dacryodes edulis*. All these species can be selected and recommended for use in silvobanana systems, with particular emphasis on the first four.

Keywords: Association, forest trees, banana trees, production, Batéké Plateau.

*Auteur correspondant: Bangata Bitha Nyi Mbunzu Jean Christian (jeanchristian.bangata@unikin.ac.cd). Tél. : (+243)829 288 880)

Reçu le 16/02/2024; Révisé le 27/02/2024 ; Accepté le 22/03/2024

<https://doi.org/10.59228/rcst.024.v3.i1.73>

Copyright: ©2024 Bangata & Mobambo. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

La République Démocratique du Congo (RDC), est respectivement le deuxième plus grand pays d'Afrique de par sa superficie (2.345.860 km²) et troisième de par sa démographie, avec environ 111.859.928 habitants (FAO, 2020). De plus, le pays renferme la deuxième plus grande forêt tropicale au monde et son potentiel agricole peut nourrir quelque 2 milliards de personnes. Malgré ses potentialités, le Congo reste le deuxième pays le plus touché par l'insécurité alimentaire aiguë. L'exode rural, gonflé par la pauvreté et les guerres civiles, a fait de sa capitale, Kinshasa, une mégalopole de plus de 10 millions d'habitants qui a un besoin élevé en denrées alimentaires, mais aussi en énergie (Nzuzi, 2008, FAO, 2020).

En RDC, les besoins énergétiques domestiques et industriels sont à 90% assurés par les ressources ligneuses forestières transformées en charbon de bois ou « Makala » dans la langue locale, causant ainsi la surexploitation de ses précieuses ressources dans les régions aux alentours de Kinshasa en générale, et au plateau des Batéké en particulier. Jadis, les versants du plateau des Batéké accueillait une forêt dense, mais aujourd'hui cette dernière s'est plus ou moins dégradée suite à la forte pression à laquelle elle est soumise, du fait de la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis (Peltier et al., 2012).

Or, d'après Atyi et Bayol (2008), la cause principale de la déforestation mais aussi la principale menace pour les différentes forêts de la RDC demeure l'intensification de l'agriculture vivrière, dont celle de bananiers qui se pratique en itinérance sur brûlis en association avec d'autres cultures (Bakelana & Muyunga, 1998). D'autre part, en Afrique Centrale et de l'Ouest, les bananes et plantains contribuent essentiellement à la sécurité alimentaire, à la création d'emplois et la diversification de revenus dans les zones rurales et urbaines ; par conséquent à la lutte contre la pauvreté (Fadani & Temple, 1997; Dhed'a et al., 2019).

En raison de l'importance de bananes dans l'alimentation de la population congolaise, il est aujourd'hui nécessaire de continuer à intensifier sa culture partout à travers le pays. Toutefois, à part le fait qu'elle soit accusée de contribuer pour une grande part à la déforestation, l'intensification de cette culture reste encore un défi majeur, car sa production fait encore face aux diverses contraintes, notamment: des pratiques culturelles traditionnelles,

d'épuisement du sol, de la verse due aux vents, les attaques des maladies et des ravageurs faute d'utilisation optimale des variétés, ainsi que d'autres contraintes d'ordre socio-économique (Adheka, 2010; Nair et Garrity, 2012).

Or, d'après la FAO (2017) et Sibelet et al., (2016), les bonnes pratiques agricoles (BPA) sont particulièrement importantes dans le secteur de la banane, non seulement pour la durabilité de la production mais aussi pour la réduction de son impact sur l'environnement.

Au regard de tous les problèmes sus-évoqués, qu'il nous soit permis de proposer comme solution approprié, le recours aux systèmes agroforestiers/sylvo-bananiers, étant donné que beaucoup de chercheurs soutiennent que l'agroforesterie permet une agriculture plus productive et plus respectueuse de l'environnement (Kitanu et al., 2019; Bangata et al., 2023). Selon Nair et Garrity (2012), Lundgren et Raintree (1982), le concept agroforesterie désigne l'ensemble des systèmes et pratiques d'utilisation des terres dans lesquels les plantes ligneuses vivaces sont délibérément cultivées sur la même unité de gestion du sol que les cultures agricoles et/ou les animaux.

L'objectif de cette étude est l'amélioration de la production des bananes dans les conditions de plateau de Batéké, et dans le contexte actuel de changement climatique. Spécifiquement, ce travail vise à évaluer l'impact de douze essences forestières arborescentes sur la productivité des bananiers au deuxième cycle production à Kinshasa.

Pour y arriver, nous sommes posés deux grandes questions à savoir : Quel est le cultivar de bananiers qui produirait mieux au second cycle cultural dans les systèmes sylvobananiers, en association avec les arbres forestiers ? Et quelles sont les essences forestières ligneuses qui influenceraient positivement le comportement de bananiers durant ce cycle de production ?

2. Matériel et Méthodes

2.1. Milieu

Notre essai expérimental a été installé au plateau des Batéké, précisément au village Mpuku N'sele, à environ 130 Km du centre-ville de Kinshasa. Les coordonnées géographiques sont les suivantes : 4° 30' 36,470'' de latitude sud, 15° 55' 7,251'' de longitude Est, et à 472 m d'altitudes. Dans son ensemble, le climat du plateau des Batéké, comme celui de la ville de Kinshasa est du type Aw4 suivant la classification de Köppen. C'est un climat tropical

humide soudanien avec deux saisons bien contrastées; une saison sèche qui s'étend de mi-mai à mi-septembre et une saison humide qui débute à la mi-septembre pour s'achever à la mi-mai.

La température moyenne annuelle est de 26 °C. Elle diminue durant la saison sèche de juin-août, avec une moyenne de 24 °C ; et elle augmente de 0,5 °C pendant la saison des pluies.

La température maximale moyenne mensuelle est de 30 °C, avec un maximum absolu de 39 °C ; tandis que la température minimale moyenne mensuelle est de 19,5 °C durant la saison sèche avec un minimum absolu de 14,5 °C (Nsombo, 2016). L'insolation est suffisamment élevée avec une durée annuelle atteignant 1 838 heures. Elle est basse en saison sèche à cause de la couverture nuageuse et est plus élevée au début de la saison de pluie, avec 194 heures en octobre ; la moyenne mensuelle est de 116 heures (Nsombo, 2016).

Les précipitations ont une double périodicité avec des maximaux aux mois d'avril et de novembre et une courte sécheresse entre janvier et février. La période la plus sèche est le mois de juillet où souvent on enregistre zéro mm de pluie ; tandis que novembre est le mois le plus pluvieux avec des hauteurs des pluies atteignant facilement 242 mm. La moyenne annuelle est de 1561 mm. Les pluies et les nappes aquifères sont les deux sources principales naturelles de l'eau du sol. Au plateau des Batéké, la seconde source ne joue pratiquement aucun rôle, car elle se situe à de très grandes profondeurs (environ 140 m). Les rivières étant très encaissées, il en résulte que le problème d'eau se pose avec acuité dans cette contrée, à l'exception de quelques dépressions (Nsombo, 2016).

L'humidité relative moyenne atteint 90% pendant la nuit et décroît à 50% durant le temps chaud de la journée. La moyenne journalière oscille autour de 80%; cette humidité atmosphérique élevée se maintient au cours de la saison sèche à cause des brouillards qui règnent pendant cette période aux petites heures matinales.

Au plateau des Batéké, le sol est sableux friable, et à faible capacité de rétention d'eau. Dans un tel sol, le seul élément capable de retenir l'eau, de garder l'humidité est la matière organique. Sous les galeries forestières, la teneur en matière organique est relativement élevée et la litière forme une couche de plus de 5 cm. Par contre sous formation herbeuse, où

les feux de brousse sont quasi annuels, la litière est presque inexistante (Nsombo, 2016).

L'essai a été mené au cours de la période allant de 15 octobre 2019 au 28 décembre 2022, faisant ainsi trois ans et deux mois d'expérimentation.

2.2. Matériel

On a utilisé 12 espèces forestières arborescentes réparties en trois groupes dont quatre légumineuses arborescentes (*Milletia laurentii*, *Acacia auriculiformis* Benth, *Inga edulis* Mart. et *Pterocarpus indicus* Willd; quatre arbres forestiers non légumineuses, ayant la biomasse foliaire importante et capable de donner les repousses après l'élagage de leurs branches (*Lanea welwitschii* (Hiern) Engl., *Maesopsis eminii* Engl., *Gmelina arborea* Roxb. et *Terminalia superba* Angl. & Diels) ainsi que quatre arbres fruitiers. Il s'agit de : *Dacryodes edulis* (G.Don) HJLam, *Mangifera indica* L., *Persea americana* et *Eugenia malaccensis* L.

Par rapport aux bananiers, cette expérience a été menée sur cinq cultivars dont un cultivar de bananier dessert (AAA : Gros Michel) et quatre cultivars de plantains (AAB); parmi eux trois cultivars de type French (Bubi, Nsikumuna, Ndongila), un cultivar de type Faux corne (Diyimba). Les semences des essences forestières nous ont été fournies par le Jardin Botanique de Kisantu dans le Kongo-Central. Par contre celles de bananiers ont été fournies par le projet Bioversity International en provenance de l'INERA-Mvuazi dans la province du Kongo-Central. Les caractéristiques de cultivars de bananier utilisés sont consignées dans le [tableau 1](#).

2.2. Méthode

Le dispositif expérimental adopté au cours de la présente expérimentation était le dispositif factoriel associant cinq cultivars de bananiers avec douze essences forestières arborescentes. Le champ était subdivisé en 12 blocs représentant les 12 essences forestières dont chacune par bloc. Chaque bloc comprenait 5 sous-blocs représentant des associations agro-forestières formées d'une essence forestière arborescente avec un cultivar de bananier. Ce qui fait qu'il y avait en tout 60 associations sylvo-bananières (traitements). Le champ expérimental avait une superficie de 35 100 m² (3, 51 ha) soit 390 m de Longueur et 90 m de largeur. Les dimensions des parcelles étaient de 30 m en tous sens, ce qui fait une superficie de 900 m². Chaque parcelle compte 25 plantes

Tableau 1. Caractéristiques des cultivars utilisés

Cultivars de bananiers	Hauteur (cm)	Cycle Végétatif (jour)	Poids de Régime (kg)	Nombre de mains par régime	Nombre de Doigts par Régime	Poids Moyen de Doigt (gr)	Diamètre au collet (cm)
Bubi	280	360 à 390	19	5 – 8	67 – 92	241	59
Diyimba	300	360 - 390	10 – 15	5 – 7	25 – 31	377 - 380	60 -70
Ndongila	230 à 330	400 - 450	29 – 30	7 – 8	98 – 135	227 - 230	70
Nsikumuna	450	540 – 720	45	18 – 22	85 – 120	215 - 216	95
Gros Michel	> 330	360 – 390	26 – 30	7 – 10	101 – 143	210 - 220	80 - 90

Source : *SENASEM (2019)*

des essences forestières disposées aux écartements de 6 m x 6 m, soit au total 75 plantes d'essences forestières transplantées pour chaque traitement. Les bananiers étaient disposés en couloirs aux écartements de 3 m x 2 m.

Il est à signaler que les écartements de bananiers susmentionnés représentent ceux adoptés pour les bananiers lors de la mise en place, pendant le premier cycle de production. Néanmoins, ces écartements ont été légèrement modifiés au deuxième cycle de production étant donné que l'essai portait sur les rejets successeurs qui eux avaient un emplacement un peu décaler des pieds producteurs du premier cycle.

2.2.1. Techniques culturales

La préparation du terrain avait commencé par le labour et le hersage qui ont été effectués à l'aide d'un tracteur agricole suivi de la délimitation des blocs, des parcelles et le piquetage des lignes de plantation. Après avoir préparé le terrain, nous avons procédé par la trouaison des poquets aux dimensions de 40 cm x 40 cm x 40 cm, des différentes parcelles et par répétition.

Nous les avons amendés à raison de 10 kg de bouse de vaches par poquet deux semaines avant la transplantation. L'entretien consistait à faire le regarnissage des vides suivant les répétitions, le paillage autour de chaque pied, le sarclage, l'effeuillage régulier et l'élagage des essences forestières.

Après avoir récolté les régimes du premier cycle de production, les pieds de bananiers producteurs ont été supprimés pour laisser la place aux rejets successeurs. Ces derniers ont été suivis jusqu'à la production et l'évaluation de leur performance en association avec les arbres forestiers a fait l'objet de ,le plus vigoureux a été maintenu, les autres rejets ont été éliminés avec le pied producteur.

les observations réalisées ont été portées sur les paramètres végétatifs et les paramètres de production.

a) Paramètres végétatifs

La Hauteur de la plante mère à la floraison (m); Diamètre au collet du pied mère à la floraison (cm); Nombre des rejets successeurs par pied; Nombre de feuilles vertes du pied mère; Hauteur de rejet fils (plus grand rejet) (m); Surface foliaire (m²); Nombre de feuilles vertes du rejet fils; 50% de floraison ainsi que le cycle végétatif (date de récolte). Nous avons prélevé la hauteur de la plante et la hauteur de rejets fils à l'aide de mètre ruban, ce prélèvement se faisait du collet à la gaine , le diamètre au collet se mesurait par le mètre ruban cinq centimètre du sol en le contournant de la tige du bananier et la valeur trouvée divisée par deux, la surface foliaire se mesurait par le mètre ruban on multipliant la longueur, la largeur et 0,81 qui est le coefficient de correction; le nombre de feuilles vertes du pied mère, nombre de feuilles vertes de rejets fils se comptaient à la main ou se faisaient manuellement et le 50% de floraison.

b) Paramètres de production

Comme paramètres de production, nous avons comparé : Le poids du régime; nombre des mains par régime; nombre de doigts par main; Rendement de bananier en cultures en couloirs/associées. Les poids du régime ont été prélevés par la balance en pesant chaque régime et le nombre des mains par régime ainsi que le nombre de doigts par main ont été compté manuellement.

2.2.2. Analyse statistique des données recueillies

Les données recueillies ont été soumises aux analyses statistiques. Les résultats ont été obtenus au moyen d'une analyse en composante principale (ACP) avec le logiciel R (R 4.2.2). Les variables étant quantitatives, une analyse en composante principale (ACP) a été effectuée afin de vérifier la corrélation existante entre les associations sylvo-bananières et le comportement des cultivars de

bananiers évalués, et de révéler les meilleures associations agro-forestières. Les variables qualitatives collectées ont été utilisées pour décrire les différent(e)s classes/groupes d'associations obtenues.

3. Résultats

3.1. Corrélations entre les variables

La matrice de corrélation entre les paires de caractères (tableau 1) a révélé l'existence des corrélations fortement significatives entre les variables quantitatives mesurées, toutefois les paramètres ci-après étaient corrélés positivement : le rendement à l'hectare avec le poids de régime et le nombre de doigt (100 et 90%) ; la hauteur de plant et le nombre de mains (96,07%) ; le poids de régime et nombre de doigt (89,9%) ; le cycle végétatif et la surface foliaire (89,8%) ; etc...Cependant, le paramètre poids de doigt (Pds_dgt) a quant à lui corrélé négativement avec le nombre de doigt (Nbr_dgt), le poids de régimes (Rgm) et le rendement à l'hectare (Rdt ha).

3.2. Classification hiérarchique

Le plan factoriel des associations sylvo-bananières étudiées (figure 1) les répartit en trois classes. La classe 1 (couleur noir) est composée des cinq associations (Q = Bubi avec *Acacia auriculiformis* Benth; R = Ndongila avec *A. auriculiformis* Benth; S = Diyimba avec *A. auriculiformis* Benth; T = Nsikumuna avec *A. auriculiformis* Benth et U = Gros Michel avec *A. auriculiformis* Benth). La classe 2, constituée de neuf associations sylvo-bananières (X = Nsikumuna avec *Maesopsis eminii* Engl.; E = Nsikumuna avec *Pterocarpus indicus* Willd; Aj =

Nsikumuna avec *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl; At = Nsikumuna avec *Eugenia malaccensis* L; Ad = Nsikumuna avec *Gmelina arborea* Roxb. ; Ao = Nsikumuna avec *Terminalia superba* Anglais. & Diels ; Be = Nsikumuna avec *Mangifera indica* L.; Bj = Nsikumuna avec *Dacryodes edulis* (G.Don) HJLam; Ar = Ndongila avec *Eugenia malaccensis* L ;). Enfin, la classe 3 (C3) est quant à elle composée de quarante-six autres associations.

3.3. Analyse en Composantes Principales

Les figures 2, 3 et 4, subdivisées en deux axes, permettent de vérifier s'il existe une corrélation entre les différentes caractéristiques de cultivars de bananiers étudiés. Les axes présentent respectivement 63,14 % et 13,17 % d'affinité entre les paramètres caractéristiques de cultivars de bananiers.

3.4. Comportement des cultivars de bananiers au sein des associations

En explorant toutes les associations (individus) et les variables sur les graphes ACP (Figures 3 et 4), tout en se référant aux données collectées de différents paramètres, et t il se dégage que les valeurs les plus importantes ont été observées sur les pieds de bananiers des associations cultivar Nsikumuna avec les légumineuses forestiers (Nsna.Pi ; Nsna.MI et Nsna.Ie), suivi Ndongila (Ndla.Pi et Ndla.MI et Nsna.Ie).

Cependant, les valeurs les moins intéressantes ont été observées sur tous les bananiers en association avec *Acacia auriculiformis* Benth. D'où, il s'est observé une contreperformance avec ces associations (Bb.Aa; Ndla.Aa ;Dyba.Aa ; Nsna.Aa et GM.Aa).

Tableau 2. Matrice de corrélation de pearson (ACP normée, variance en l/m)

Variables	Cycle vgt	Dia coll	Hauteur	HRF	Nbr FeV	Nbr_dgts	Nbr Mns	NFRF	NRS	Pds dgt	Pds Rgm	Rdt/ha	Surf Fol
Cycle vgt	1,0000	0,6091	0,7753	0,6509	0,6541	0,6921	0,7672	0,5955	0,2646	0,3095	0,8479	0,8482	0,8983
Dia col	0,6091	1,0000	0,8705	0,6091	0,6399	0,7159	0,7767	0,594	0,6264	0,0567	0,8060	0,8059	0,5454
Hauteur	0,7753	0,8705	1,0000	0,4857	0,6437	0,6392	0,9607	0,5368	0,3901	0,0849	0,8527	0,8523	0,7481
HRF	0,6509	0,6091	0,4857	1,0000	0,5230	0,8919	0,3705	0,6147	0,6145	0,0412	0,7884	0,7892	0,4857
NbrFeV	0,6541	0,6399	0,6437	0,5230	1,0000	0,4832	0,5775	0,6704	0,4585	0,3963	0,6359	0,6361	0,6380
Nbr_dgts	0,6921	0,7159	0,6392	0,8919	0,4832	1,0000	0,5611	0,4833	0,5552	-0,2208	0,8997	0,9001	0,4736
Nbr_Mns	0,7672	0,7767	0,9607	0,3705	0,5775	0,5611	1,0000	0,4145	0,2246	0,0151	0,7989	0,7985	0,7374
NFRF	0,5955	0,5904	0,5368	0,6147	0,6704	0,4832	0,4145	1,0000	0,5929	0,5247	0,5258	0,5264	0,5560
NRS	0,2646	0,6264	0,3901	0,6145	0,4585	0,5552	0,2246	0,5929	1,0000	0,1951	0,4267	0,4269	0,1786
Pds_dgt	0,3095	0,0567	0,0849	0,0412	0,3965	-0,2208	0,0151	0,5247	0,1951	1,0000	-0,0586	-0,0586	0,4198
Pds Rgm	0,8479	0,8060	0,8527	0,7884	0,6359	0,8997	0,7989	0,5258	0,4267	-0,0586	1,0000	1,0000	0,6930
Rdt/ha	0,8482	0,8059	0,8523	0,7892	0,6361	0,9001	0,7985	0,5264	0,4269	-0,0586	1,0000	1,0000	0,6934
Surf fol	0,8983	0,5454	0,7481	0,4857	0,6380	0,4736	0,0042	0,7374	0,1786	0,4198	0,6930	0,6934	1,0000

Tableau 3. Principales statistiques des variables analysées

Traitement	Dia.coll	Hauteur	NbFeVR	Surf.fol	NRS	NFRF	HRF	Cycle.vgt	Nbre.Mns	Pds.Rgm	Nbr.dgts	Pds.dgt	Rdt.ha
Min	17,30	1,700	1,677	1872	1,333	1,000	19,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1st Qu	26,16	2,500	3,917	3128	3,333	2,417	54,51	752,9	6,00	12,07	20,42	154,3	13,93
Median	28,15	2,700	4,333	3477	3,667	3,333	64,65	819,8	7,00	20,90	107,00	1165,0	24,14
Mean	30,49	2,790	4,156	3406	3,706	3,033	63,61	838,4	8,50	18,72	83,32	184,1	21,62
3rd Qu	37,37	2,975	4,667	3752	4,333	3,667	78,06	1053,9	8,00	26,16	115,00	177,2	30,21
Max	42,23	4,100	6,000	4564	5,333	4,333	90,57	1255,7	20,33	33,27	128,33	364,3	38,40

Légende : Dia.coll = Diamètre au collet ; NBFeVR = Nombre de feuille verte de pieds mères ; Surf fol = surface foliaire de pieds mères ; NRS = Nombre de rejets successeurs ; NFRF = Nombre de feuille de rejets fils ; HRF = Hauteur de rejets fils ; Cycle vgt = Cycle végétatif ; Nbre Mns = Nombre de mains ; Pds Rgm = Poids de régimes ; Nbr dgts = Nombre de doigts ; Pds dgt = Poids doigts et Rdt ha = Rendement à l'hectare.

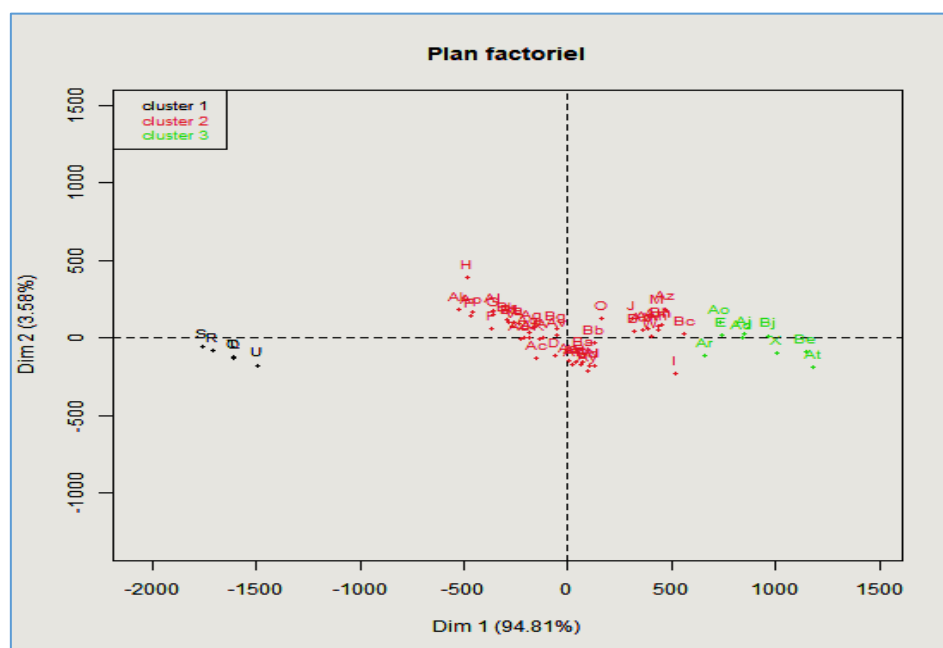


Figure 1. Plan factoriel relatif au regroupement des associations sylvo-bananières

Tableau 4. Valeurs propres des dimensions de l'ACP

	Valeurs propres												
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5	Dim.6	Dim.7	Dim.8	Dim.9	Dim.10	Dim.11	Dim.12	Dim.13
Variance	8,21	1,71	1,39	0,75	0,34	0,24	0,14	0,10	0,05	0,04	0,02	0,01	0,00
% des variances	63,14	13,17	10,65	5,74	2,62	1,88	1,06	0,79	0,41	0,32	0,13	0,08	0,00
% cumulé des variances	63,14	76,31	86,96	92,71	95,33	97,21	98,27	99,06	99,47	99,79	99,93	100,00	100,00

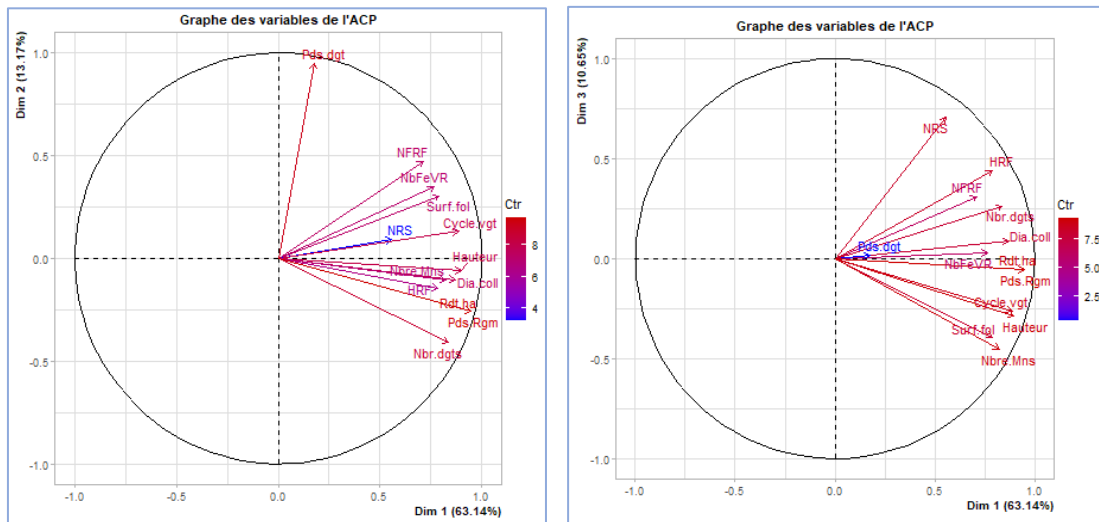


Figure 2 et 3. Graphes des variables/Cercle de corrélation

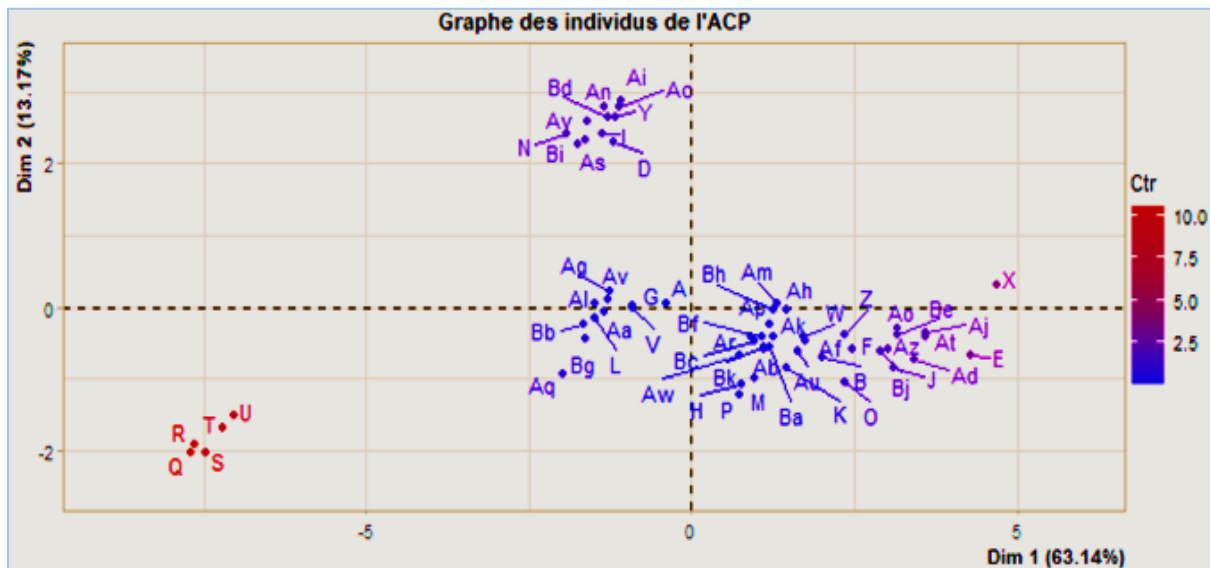


Figure 4. Graphes des individus

Légende :

Paramètres végétatifs: Dia.coll = Diamètre au collet ; NBFéVR = Nombre de feuille verte de pieds mères ; Surf fol = surface foliaire de pieds mères ; NRS = Nombre de rejets successeurs ; NFRF = Nombre de feuille de rejets fils ; HRF = Hauteur de rejets fils ; 50%Fl = Nombre de jours à 50% de floraison ; Cycle vgt = Cycle végétatif ; Nbre Mns = Nombre de mains ; Pds Rgm = Poids de régimes ; Nbr dgts = Nombre de doigts ; Pds dgt = Poids doigts et Rdt ha = Rendement à l'hectare.

Associations sylvo-bananières : A = Bubi avec *Pterocarpus indicus* Willd; B = Ndongila avec *P. indicus* Willd; D = Diyimba avec *P. indicus* Willd; E = Nsikumuna avec *P. indicus* Willd ; F = Gros Michel avec *P. indicus* Willd ; G = Bubi avec *Millettia laurentii*; H = Ndongila avec *M. laurentii*; I = Diyimba avec *M. laurentii*; J = Nsikumuna avec *M. laurentii*; K = Gros Michel avec *M. laurentii*; L = Bubi avec *Inga edulis* Mart.; M = Ndongila avec *I. edulis* Mart.; N = Diyimba avec *I. edulis* Mart.; O = Nsikumuna avec *I. edulis* Mart. ; P = Gros Michel avec *I. edulis* Mart.; Q = Bubi avec *Acacia auriculiformis* Benth; R = Ndongila avec *A.auriculiformis* Benth; S = Diyimba avec *A. auriculiformis* Benth; T = Nsikumuna avec *A. auriculiformis* Benth; U = Gros Michel avec *A. auriculiformis* Benth; V = Bubi avec *Maesopsis eminii* Engl.; W = Ndongila avec *M. eminii* Engl.; Y = Diyimba avec *M. eminii* Engl.; X = Nsikumuna avec *M. eminii* Engl.; Z = Gros Michel avec *M. eminii* Engl. ; Aa = Bubi avec *Gmelina arborea* Roxb.; Ab = Ndongila avec *G. arborea* Roxb. ; Ac = Diyimba avec *G. arborea* Roxb.; Ad = Nsikumuna avec *G. arborea* Roxb. ; Af = Gros Michel avec *G. arborea* Roxb.;

Ag = Bubi avec *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl; Ah = Ndongila avec *L. welwitschii* (Hiern) Engl; Ai = Diyimba avec *L. welwitschii* (Hiern) Engl; Aj = Nsikumuna avec *L. welwitschii* (Hiern) Engl; Ak = Gros Michel avec *L. welwitschii* (Hiern) Engl; Al = Bubi avec *Terminalia superba* Anglais. & Diels; Am = Ndongila avec *T. superba* Anglais. & Diels; An = Diyimba avec *T. superba* Anglais. & Diels; Ao = Nsikumuna avec *T. superba* Anglais. & Diels; Ap = Gros Michel avec *T. superba* Anglais; Aq = Bubi avec *Eugenia malaccensis* L; Ar = Ndongila avec *E. malaccensis* L; As = Diyimba avec *E. malaccensis* L; At = Nsikumuna avec *E. malaccensis* L; Au = Gros Michel avec *E. malaccensis* L; Av = Bubi avec *Persea americana*; Aw = Ndongila avec *P. americana*; Ay = Diyimba avec *P. americana*; Az = Nsikumuna avec *P. americana*; Ba = Gros Michel avec *P. americana*; Bb = Bubi avec *Mangifera indica* L.; Bc = Ndongila avec *M. indica* L.; Bd = Diyimba avec *M. indica* L.; Be = Nsikumuna avec *M. indica* L.; Bf = Gros Michel avec *M. indica* L.; Bg = Bubi avec *Dacryodes edulis* (G.Don) HJLam; Bh = Ndongila avec *D. edulis* (G.Don) HJLam; Bi = Diyimba avec *D. edulis* (G.Don) HJLam; Bj = Nsikumuna avec *D. edulis* (G.Don) HJLam; Bk = Gros Michel avec *D. edulis* (G.Don) HJLam.

4. Discussion

L'exploration des résultats de l'ACP (figures 2, 3 et 4), tout en visualisant la base des données révèle que la présence des arbres forestiers a fortement influencé le comportement de tous les bananiers au deuxième cycle de production. Il ressort de ces résultats que les rendements les plus élevés ont été observés sur le cultivar Nsikumuna respectivement en association avec les arbres forestiers ci-après : Nsikumuna avec *Pterocarpus indicus* Willd (38,40 t/ha); Nsikumuna avec *Milletia laurentii* (36,30 t/ha); Nsikumuna avec *Maesopsis eminii* Engl. (35,99 t/ha); Nsikumuna avec *Gmelina arborea* Roxb. (35,00 t/ha); Nsikumuna avec *Eugenia malaccensis* L. (34,04 t/ha); Nsikumuna avec *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl. (33,46 t/ha); Nsikumuna avec *Persea americana* (31,37 t/ha); Nsikumuna avec *Terminalia superba* Anglais. & Diels (31,30 t/ha); Nsikumuna avec *Mangifera indica* L. (30,72 t/ha); Nsikumuna avec *Dacryodes edulis* (30,18 t/ha).

La performance observée avec le cultivar Nsikumuna se justifierait en premier lieu par son génome, comme le démontre le tableau 1 (SENASEM, 2019). Cette réalité a été renforcée d'autre part, par la présence d'arbres forestiers, car les arbres jouent un rôle dans l'amélioration de la fertilité des sols. En améliorant l'infiltration de l'eau, ils permettent de limiter l'érosion du sol et d'amplifier la capacité de rétention de l'eau dans le sol (Asselineau & Domenech, 2007). L'arbre est aussi un formidable outil de recyclage. La

décomposition des feuilles et des racines fines des arbres enrichit le sol en matière organique en surface, apportant une stabilité au sol et un apport en éléments minéraux via la création d'un humus stable (Soltner, 2016).

L'activité des racines des arbres en profondeur permet en outre de limiter la pollution des eaux par les nitrates par prélèvement de l'azote du sol non capté par les cultures. Les acides et bases secrétées par les racines attaquent les minéraux des roches, aboutissant à la création de l'argile et à la libération d'éléments minéraux dans l'eau du sol (Soltner, 2016). Les arbres jouent principalement le rôle de "pompes à nutriment" en puisant des éléments nutritifs non exploités par les cultures et/ou issus de la dégradation de la roche mère en profondeur. Ces éléments sont ensuite redistribués aux cultures par la décomposition des feuilles, branches et racines des arbres (Labant, 2009). De plus, grâce à un réseau racinaire important, les phénomènes de mycorhization sont favorisés et participent à l'amélioration de la fertilité des sols, quelque chose de bénéfique pour la croissance de bananiers (Garbaye, 2013).

Parlant des arbres forestiers (les légumineuses, les non légumineuses, et les fruitières) mises en association avec les cultivars de bananiers au deuxième cycle de production, en visualisant de plus près les données récoltées et résultats obtenus, on peut voir que les arbres les plus influençant étaient les suivants : *Pterocarpus indicus* Willd; *Milletia laurentii*; *Maesopsis eminii* Engl.; *Gmelina arborea* Roxb.; *Eugenia malaccensis* L.; *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl.; *Persea americana*; *Terminalia superba* Anglais. & Diels; *Mangifera indica* L. ainsi que *Dacryodes edulis*. Et ceci s'expliquerait par la vitesse de croissance et la biomasse de ces arbres. Les résultats de certains travaux ont déjà confirmé que ces espèces (*Maesopsis eminii* Engl, *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl., *Terminalia superba* Engl. & Diels et *Gmelina arborea*) ont chacune d'elles un comportement d'espèces à croissance rapide (Moller, 1991; Adam et al., 2005; Kimpouni, 2009).

Par contre, l'espèce *Acacia auriculiformis* Benth reste la seule espèce qui a eu une influence nuisible sur le développement des bananiers au deuxième cycle cultural. Car, le constat était tel que tous bananiers associés avec cette espèce étaient morts. Ce qui pourrait se justifier par l'acidification du sol car, l'*A. auriculiformis* Benth est l'une des espèces ayant les taux les plus élevés de nitrification (Wang

et al., 2010). Le processus de nitrification serait une des causes de l'acidification des sols occupés par l'*A. auriculiformis* Benth (Kasongo et al., 2009 ; Dufey & Delvaux, 2009). Tandis que, la zone de productivité optimale de bananier se situe autour de la neutralité, entre 6 et 7 pour le pH.

Le mauvais côté de l'espèce *A. auriculiformis* Benth pourrait aussi s'expliquer par la vitesse de croissance et la biomasse de cet arbre. Puisque, celle-ci est une essence à croissance rapide ayant un feuillage dense avec une couronne étalée et ouverte; sa canopée pourrait causer un effet d'ombrage sur les bananiers, en conséquence, réduire leur productivité.

Selon Meunier et al. (2011), certains arbres en association avec les bananiers, peuvent avoir des interférences négatives, surtout les arbres à cime étalée, car ils produisent beaucoup d'ombre, réduisant ainsi la croissance des bananiers et leurs rendements. Dans le cas de l'espèce, nous pensons aussi que ces deux situations (l'acidification du sol et l'effet d'ombrage causés par *A. auriculiformis* Benth) auraient causé la mort de bananiers associés avec cette espèce.

Les résultats obtenus dans cette étude sont presque similaires à ceux trouvés par Bangata et al. (2022 et 2023) dans la même zone (plateau des Bateké), qui avaient aussi rapporté, de manière séparée, la performance élevée du cultivar de bananier Nsikumuna en association d'abord avec les légumineuses arborescentes, où les *Pterocarpus indicus* Willd et *Millettia laurentii* étaient dominant; en suite avec les essences forestières non légumineuses, où toutes espèces avaient influencé positivement : *Maesopsis eminii* Engl, *Gmelina arborea* Roxb., *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl et *Terminalia superba* Anglais. & Diels. ; et enfin avec les arbres fruitiers dont respectivement : *Eugenia malaccensis* L., *Persea americana*; *Mangifera indica* L.; *Dacryodes edulis*. Cependant, les résultats de ces mêmes études réalisées par Bangata et al. (2022) avaient classé d'une part ces espèces forestières arboricoles non légumineuses: *Gmelina Arborea*, *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl. et *Terminalia superba* Anglais. & Diels. ; D'autre part la légumineuse *Inga edulis* et les espèces fruitières *Mangifera indica* L. et *Dacryodes edulis* (G.Don) HJLam., comme étant des arbres les moins influençant sur les comportements des bananiers avec les plus faibles résultats obtenus sur presque toutes

les associations formées par ces arbres. Alors que la présente étude a permis de classer ces mêmes espèces forestières dans la catégorie des arbres ayant permis les plus de performances en association avec les bananiers Nsikumuna.

Toutefois, en dehors de ce que nous avons inversement observé avec les associations bananiers-acacia, les résultats obtenus au deuxième étaient supérieurs à ceux trouvés par Bangata & Mobambo (2022) au premier cycle de production. Cependant, la tendance par rapport à la performance des cultivars de bananiers est restée quasiment identique aussi bien au premier qu'au deuxième cycle de production. Ainsi, cette tendance confirme d'avantage la performance du cultivar Nsikumuna et son adaptation dans les différents systèmes sylvo-bananiers.

5. Conclusions

Cette étude avait pour but d'améliorer la production des bananes dans les conditions du plateau des Bateké. Il était question d'évaluer l'association de cinq cultivars de bananiers avec 12 arbres forestiers, en vue de connaître l'impact de ces associations sur le rendement de bananiers au deuxième cycle de production et d'identifier les meilleures combinaisons à recommander aux agriculteurs de cette zone.

Les résultats obtenus avec les systèmes sylvobananiers mis en étude, nous montrent que parmi les cultivars de bananiers évalués, le cultivar Nsikumuna s'est révélé plus performant en association avec les arbres forestiers. Au regard des résultats obtenus avec l'ACP, il sied de noter que sur les 60 associations sylvo-bananières étudiées, les plus performantes (poids de régimes et les rendements les plus élevés) étaient celles formées avec le cultivar Nsikumuna respectivement en associations avec les arbres forestiers ci-après : Nsikumuna avec *Pterocarpus indicus* Willd ; Nsikumuna avec *Millettia laurentii*; Nsikumuna avec *Maesopsis eminii* Engl. ; Nsikumuna avec *Gmelina arborea* Roxb. ; Nsikumuna avec *Eugenia malaccensis* L.; Nsikumuna avec *Lannea welwitschii* (Hiern) Engl. ; Nsikumuna avec *Persea americana*; Nsikumuna avec *Terminalia superba* Anglais. & Diels ; Nsikumuna avec *Mangifera indica* L. ; Nsikumuna avec *Dacryodes edulis*. Ainsi, ces combinaisons, peuvent être recommandées aux producteurs de Kinshasa et

ses environs, en vue de rentabiliser la production de bananier au plateau des Batéké.

Il serait souhaitable que les études ultérieures, plus approfondies, soient orientées sur l'évaluation de la durabilité de ces systèmes sylvobananiens dans les conditions de plateau de Batéké.

Remerciements

Les auteurs remercient tous ceux qui ont contribué à l'amélioration de la qualité de ce manuscrit.

Références bibliographiques

- Adam, K.A. & Krampah, E. (2005). *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm. In D. Louppe, A.A. Oteng-Amoako, M. Brink (Eds). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale) (pp. 215–221). Wageningen, CTA.
- Adheka, G.J. (2010). *Diversité morphologique de bananiers et bananiers plantains utilisés dans le bassin du Congo et leur culture en région forestière du district de la Tshopo dans la province orientale en république démocratique du Congo* [Mémoire de DES, Université de Kisangani].
- Asselineau, E. & Domenech, G. (2007). *De l'arbre au sol - Les bois Raméaux Fragmentés*. Rodez, Editions du Rouergue.
- Atyi, RE. & Bayol, N. (2008). *Les forêts de la République Démocratique du Congo en 2008*. Inédit.
- Bakelana, B.K. & Muyunga, T. (1998). La production de bananes et de bananes plantain en République Démocratique du Congo. In C. Pioq, E. Fouré, & E.A. Frison (Eds.), *Les productions bananières : un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (pp. 103-115). INIBAP.
- Bangata, B.M. & Mobambo, K.N.P. (2022). Évaluation de la productivité de cinq cultivars de bananiers associés aux légumineuses arborescentes à Kinshasa, RD Congo. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* **10**(4): 461-468
- Bangata B.M., Mobambo K.N., Ngwibaba A. & Ngenelo N. (2022). Evaluation de la performance de douze essences forestières arborescentes au cours de leur première année d'installation à Kinshasa/Plateau des Batéké, RD Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **16**(4): 1423-1433. DOI: 10.4314/ijbcs.v16i4.6
- Bangata, B.M.J.C., Mobambo, K.N., Ngwibaba A.F. & Bitha G.S. (2023). Potentiel agronomique de deuxième cycle de production des bananiers installés en association avec les arbres forestiers en conditions de Kinshasa, RD Congo. *Rev. Cong. Sci. Technol.*, **02**(01): 212-219. <https://www.doi.org/10.59228/rcst.023.v2.i1.27>
- Dhed'a D.B., Adheka, G.J., Onautshu O.D. & Swennen, R. (2019). *La culture des bananiers et plantains dans les zones agroécologiques de la République Démocratique du Congo*. Kisangani, Presse Universitaire UNIKIS.
- Dufey, J. & Delvaux B. (2009). *Cours de sciences du sol, volume 1 et 2*. [Syllabus, Université catholique de Louvain].
- Fadani, A. & Temple, L. (1997). Cultures d'exportation et cultures vivrières au Cameroun : L'éclairage d'une controverse par une analyse micro-économique. *Économie rurale*, **239**, 40-48. doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.1997.4867>
- FAO. (2017). Bonnes pratiques agricoles pour les bananes. Forum mondial de la banane, collection de bonnes pratiques. <https://www.fao.org/3/i69177fr/i69177fr.pdf>
- FAO. (2020). *République démocratique du Congo / Plan de réponse humanitaire 2020: Atténuer l'impact de la maladie à coronavirus 2019 (covid-19) sur la sécurité alimentaire*. <https://www.fao.org/3/ca7700fr/CA7700FR.pdf>
- Garbaye, J. (2013). *La symbiose mycorhizienne*. Une association entre les plantes et les champignons. Editions Quae. 280 pages.
- Kasongo, R.K., Van Ranst, E., Verdoordt, A., Kanyankagote, P. & Baert, G. (2009). Impact of *Acacia auriculiformis* on the chemical fertility of sandy soils on the Bateke plateau, D.R. Congo. *Soil Use and Management*, **25**, 21 - 27.
- Kimpouni, V. (2009). *Terminalia superba* Engl. & Diels. In R.H.M.J. Lemmens, D. Louppe & AA. Oteng-Amoako (Eds.) PROTA (Plant Resources of Tropical Africa). Wageningen, CTA.
- Kitanu, T.T., Biloso, M.A., Mbumba, B.M., Akalakou, M.C., Luvunu, P., Ikonso, M.A. & Mukanyimi, L.N. (2019). Analyse des systèmes agroforestiers présents à Menkao en périphérie de Kinshasa, *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, **3**(1), 43-48
- Labant, P. (2009). *Guide technique PAGESA (Principes d'aménagement et de gestion des systèmes agroforestiers) - Replacer l'arbre champêtre au cœur des objectifs agro-*

- économiques, environnementaux et paysagers, des exploitations agricoles.* Inédit.
- Lundgreen, B.O. & Rantree, J.B. (1982). Sustained agroforestry. In Nestel, B. (ed.). *Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia*, (pp. 37-49). Haye, ISNAR.
- Meunier, Q., Lassois, L., Doucet, J.L. (2011). *Guide de plantation et de conduite d'une bananeraie agroforestière en milieu rural au Gabon. Projet : Développement d'Alternatives Communautaires à l'Exploitation Forestières, seconde phase.* Inédit.
- Moller, K. (1991). *Maesopsis eminii : Arbre agroforestier à usages multiples et son comportement initial. Projet d'appui au reboisement villageois.* Inédit.
- Nair, P.K.R. & Garrity D. (2012). *Agroforestry: The future of global land use, Advances in agroforestry.* London, Springer.
- Nsombo, M.B. (2016). *Evolution des nutriments et du carbone organique du sol dans le système agroforestier du plateau des Batéké en République Démocratique du Congo [Thèse de Doctorat, Université de Kinshasa]*
- Nzuzi, F.L. (2008). *Kinshasa, ville et Environnement.* Paris, L'Harmattan.
- Peltier, R., Péroches, A., Marquant, B., Gigaud, M., Diowo, S., Procès, P., Dubiez E., Vermeulen, C. & Marien, JN. (2012). *La Régénération Naturelle Assistée, un outil efficace pour endiguer la savanisation des forêts galeries du plateau Batéké en RD Congo ? [Communication].* Journée REDD, Gembloux Agrobiotech, Université de Liège, 24 octobre 2012.
- SENASAEM. (2019). *Catalogue national variétal des cultures vivrières. Répertoire des variétés homologuées de plantes à racines, tubercules et du bananier.* Kinshasa, Inédit.
- Sibelet, N., Snider, A., Kraus, E., Bosselmann, A. & Faure, G. (2016). Influence of voluntary coffee certifications on cooperatives' advisory services and agricultural practices of smallholder farmers in Costa Rica. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 22 (5): 435-453. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2016.1227418>
- Soltner, D. (2016). *Guide de la nouvelle agriculture. Sur sol vivant : L'agriculture de conservation,* Collection Sciences et Techniques Agricoles.
- Vadenput, R. (1981). *Les principales cultures en Afrique centrale.* Tournai, Presse de l'imprimerie Lesafre.
- Wang, F., Li, Z., Xia, H., Zou, B., Li, N., Liu, J. & Zhu, W. (2010). Effects of nitrogen-fixing and non-nitrogen-fixing tree species on soil properties and nitrogen transformation during forest restoration in southern China, *Soil Science and Plant Nutrition*, 56(2): 297-306. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-0765.2010.00454.x>