

VARIATIONS BIOCHIMIQUES ET MORPHOLOGIQUES AU COURS DE LA CONSERVATION DES VIVO PLANTS DE TROIS VARIETES DE BANANIER PLANTAIN [*MUSA X PARADISIACA*, (MUSACEAE)]

K. R. KOUAKOU¹, S. TRAORE², T. KONE¹, H. D. OUTTARA¹, M. KONE¹ et D. O. DOGBO¹

¹Université Nangui Abrogoua, (Cote d'Ivoire) UFR des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales

²Centre National de Recherche Agronomique Laboratoire de phytopathologie station de recherche de Bimbresso, Côte d'Ivoire

*Auteur correspondance : kromaricdesoka@gmail.com

RESUME

Les pousses feuillées de trois variétés (CORNE1, PITA3 et FHIA21) obtenues après multiplication sur souche décortiquée ont été sevrées puis conservées dans des sachets en plastique pendant 0, 24, 48, 72, 96 heures dans un carton fermé. Des modifications morphologiques ont été observées et les dosages biochimiques ont été réalisés avant leur repiquage. Certains paramètres de croissance ont été mesurés après 30 jours. Aucune différence significative n'a été enregistrée au niveau de la masse des pousses feuillées. Les teneurs en composés phénoliques ont varié à 48 et 96 heures pour la variété Corne1. Pour les variétés PITA3 et FHIA21, les valeurs maximales ont été enregistrées respectivement à 24 et 72 heures et, à 0 et 24 heures. Pour tous les cultivars étudiés, les protéines ont été massivement synthétisées au cours des 48 et 96 heures de conservation. La quantité de sucres totaux a diminué. Les plantules conservées durant 0, 24 et 72 heures ont eu le taux de reprise le plus élevé chez PITA3 et FHIA 21. Chez Corne1, un taux de 55 % a été relevé pour les pousses feuillées conservées 24 heures. Cette étude montre que les pousses feuillées peuvent être conservées.

Mots clés : plantain, souches décortiquées, composé biochimique, conservation

ABSTRACT

BIOCHEMICAL AND MORPHOLOGICAL VARIATIONS DURING THE CONSERVATION OF THE VIVO PLANTS OF THREE VARIETIES OF PLANTAIN

The broken into leaf growths of three varieties (CORNE1, PITA3 and FHIA21) obtained after multiplication on peeled stock were separated then preserved in plastic sachets during 0, 24, 48, 72, 96 hours in a closed paperboard. Morphological modifications were observed and biochemical proportionings were carried out before their road repair. Certain parameters of growth were measured after 30 days. No significant difference was recorded on the level of the mass of the broken into leaf growths. The contents of phenolic compounds varied to 48 and 96 hours for the Corne1 variety. For the maximum varieties PITA3 and FHIA21, values were recorded respectively to 24 and 72 hours and, to 0 and 24 hours. For all the studied cultivars, the proteins were massively synthesized during 48 and 96 hours of conservation. The quantity of total sugars decreased. The seedlings preserved during 0, 24 and 72 hours had the highest rate of recovery at PITA3 and FHIA 21. At Corne1, a rate of 55 % was raised for the preserved broken into leaf growths 24 hours. This study shows that the broken into leaf growths can be preserved.

Key words: plantain, peeled stocks, biochemical compound, conservation

INTRODUCTION

Les bananes et les bananes plantain jouent un grand rôle dans le développement économique, local et régional en garantissant des revenus réguliers aux producteurs du fait d'une production continue sur toute l'année et aussi contribuent à la sécurité alimentaire (Noumbissie, 2014). La production mondiale de banane plantain en 2017, était estimée à plus de 45 millions de tonnes (Anonyme 1, 2017).

En Côte d'Ivoire, avec une production évaluée à 1,7 million de tonnes (MT) par an, la banane plantain occupe la 4^e place des cultures vivrières après l'igname, le manioc et le riz (FAOSTAT, 2017). Cependant, cette quantité demeure insuffisante à cause de la demande sans cesse croissante et aux quantités exportées dans la sous-région et vers l'Europe. Pour augmenter la production de bananes plantain, il est nécessaire de fournir aux producteurs le matériel de plantation adéquat et performant. À cet effet, diverses techniques de multiplication de plantain ont été développées pour accroître la production de plants et permettre l'extension des bananeraies. Les plus simples se pratiquent au champ et augmentent sensiblement le nombre de rejets (Bonte *et al.*, 1995). Plusieurs autres techniques telles que les *vivo* et *vitro* méthodes ont été développées (Jafari *et al.*, 2011 ; Koné, 2014 ; Koné *et al.*, 2016) et ont permis de

produire en masse le matériel végétal chez le plantain.

Parmi les *vivo* méthodes, la technique de multiplication sur souches décortiquées (MSD) permet de produire rapidement, en hors sol, des quantités importantes de matériel de plantation sain (Koné, 2014). Toutefois, la charge de travail contraint les pépiniéristes à sevrer et à conserver les jeunes plants sur des périodes variables avant leur repiquage. L'objectif du présent travail est donc de définir le temps de conservation approprié pour l'expression des potentialités de croissance des pousses feuillées après sevrage. De façon spécifique il s'agit d'estimer les variations morphologiques qui surviennent au cours de la conservation des pousses feuillées; de suivre les modifications biochimiques des pousses feuillées pendant la conservation et d'évaluer le comportement de pousses feuillées après conservation en condition de tunnel.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal est constitué de pousses feuillées (Figure 1) de trois variétés de bananier plantain (CORNE1, PITA3, FHIA21) obtenues par la technique de multiplication sur souche décortiquée (MSD).



Figure 1 : Matériel végétal utilisé.

Vegetal materiel used.

Dispositif de production de pousses feuillées

Il est constitué de tunnel à ossature en bois entièrement recouvert d'un film plastique blanc de dimensions 14 m x 3 m. À l'intérieur du tunnel se trouvaient deux bacs (14 m x 1 m). Ces bacs ont été remplis de substrat constitué de sable traité avec du rugby qui est un produit à caractère nematicide. L'ensemble a été recouvert d'une ombrière.

Préparation des souches décortiquées (MSD) et mise en tunnel

A l'aide de ciseau palmiste, les bananiers au stade de floraison ont été dessouchés. Les souches obtenues ont été lavées à l'eau propre et parées à blanc à l'aide d'une machette puis décortiquées. Les souches décortiquées ont été désinfectées par pralinage dans une solution de mancozèbe (fongicide) et disposées en bloc

aléatoire complètement randomisé légèrement enfoncées dans le substrat (sable) placé dans les bacs sous le tunnel à un mètre de distance chacune.

Suivi des souches, sevrage, conservation et repiquage des pousses feuillées

Deux à trois semaines après ensemencement des souches, les pousses feuillées de rang 1 formées ont été scarifiées. Après huit (8) semaines, les pousses feuillées de rang 2 ont été prélevées chaque jour sur une période de quatre jours. À chaque prélèvement, des lots de pousses feuillées morphologiquement identiques ont été constitués. Après lavage de ces pousses feuillées, elles ont été introduites dans des sachets en polyéthylène noirs perforés puis conservés durant 0, 24, 48, 72 et 96 heures dans un carton fermé (Figure 2).



Figure 2 : Vivo plants de bananier plantain contenus dans des sachets en polyéthylène noirs et disposés dans un carton pour conservation.

Vivo seedlings of plantain contained in sachets out of polyethylene black and laid out in a paperboard for conservation.

Aux différents temps de conservation, une partie des pousses feuillées a été évaluée morphologiquement puis des prélèvements ont été effectués pour les dosages biochimiques. L'autre partie des pousses feuillées a été repiquée en condition de tunnel sur le même type de substrat

Evaluation morphologiques des pousses feuillées en conservation

La masse des pousses feuillées a été évaluée à l'aide d'une balance de précision en fonction du temps de conservation. Le temps d'apparition

des racines (TAR) après conservation a été calculé par la formule suivante:

Evaluation de la performance des plantules après conservation

Après la conservation, les pousses feuillées ont été repiquées, sous tunnel, dans des sachets en polyéthylène noir perforés contenant un substrat constitué d'un mélange de 2/3 de matière organique et de 1/3 de terre de plantation. Leur vigueur a été mesurée à travers le taux de reprise des plantules, le temps moyen d'apparition des racines, le nombre moyen et la longueur

moyenne des racines produites par plantule.

été calculé par la relation suivante :

-Le taux de reprise des plantules (TRP) a

$$\text{TRP (\%)} = \frac{\text{nombre de pousses feuillées ayant repris}}{\text{nombre total de pousses feuillées ensemencés}}$$

-Le nombre moyen de racines produites par plantule après une semaine d'ensemencement

sur substrat a été calculé par la formule suivante :

$$\text{NMR} = \frac{\Sigma \text{ racines produites}}{\text{nombre de pousses feuillées ayant emises des racines}}$$

-La longueur moyenne des racines (LMR)

est estimée par la relation ci-dessous:

$$\text{LMR} = \frac{\Sigma \text{ longueurs des racines}}{\text{nombre total de racines}}$$

Evaluation de la croissance des plantules

La croissance des plantules a été évaluée avec les paramètres tels que la circonférence à 1 cm au-dessus du collet, la hauteur du plant, le nombre, la longueur et la largeur des feuilles. La circonférence a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse. La hauteur de la plantule a été mesurée à partir du collet jusqu'au niveau du « V » formé par les deux dernières feuilles à l'aide d'une règle graduée. La hauteur et la circonférence ont été exprimées en cm. Le nombre de feuilles a été compté, la longueur moyenne et la largeur moyenne des feuilles ont été déterminées à l'aide d'une règle graduée. Les mesures ont été effectuées quatre semaines après le repiquage.

liaisons osidiques entre le D-glucose et le D-fructose mettant en solution tous les sucres présents, qui ont été révélés par le phénol.

Pour ce faire, 0,2 ml de phénol 5 % a été ajouté à 0,2 ml d'extrait. Ce mélange a été complété à 1 ml avec de l'eau distillée auquel a été ajouté 1 ml d'acide sulfurique concentré à 96 %. Après une incubation de 5 min. dans un bain bouillant, le milieu réactionnel a été refroidi à l'obscurité pendant 30 min. L'intensité de la coloration produite par la réaction est mesurée au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 480 nm contre un témoin ne contenant pas d'extrait. La quantité de sucres totaux estimée en milligramme par gramme de matière fraîche (mg de sucres / gMF), a été déterminée à l'aide d'une courbe étalon réalisée avec une solution de glucose (200 µg / ml).

DOSAGES BIOCHIMIQUES

Pour tous les dosages, trois répétitions à raison de quatre tubes à essais sont utilisées.

Extraction et dosage des sucres

Une quantité de 0,5 g de bulbe frais (germe) de pousse feuillée a été broyée dans 10 ml d'éthanol 80 %. Le broyat a été centrifugé à 5000 tours / min pendant 5 min. Le culot a été repris avec 10 ml d'éthanol 80 % et centrifugé comme précédemment. Le surnageant obtenu après ces deux centrifugations et ajusté à 30 ml avec l'éthanol 50 %, a constitué l'extrait brut. Le dosage des sucres totaux a été réalisé par la méthode utilisant le réactif au phénol-sulfurique (Dubois *et al.*, 1956). Dans cette méthode l'acide sulfurique (H₂SO₄) a permis de rompre les

Extraction et dosage des protéines

Une quantité de 0,5 g de bulbe frais (germe) de pousse feuillée a été broyée dans 10 ml de tampon phosphate de sodium 0,1 M à pH 7,5 en présence de Polyvinylpyrrolidone (PVP). Le broyat obtenu a été centrifugé à 5000 tours / min pendant 20 min. Le surnageant obtenu a constitué l'extrait à doser.

Le dosage des protéines a été réalisé selon la méthode de Bradford (1976). La densité optique du complexe coloré avec le bleu de coomassie, a été mesurée au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 595 nm contre un témoin ne contenant pas d'extrait.

Le milieu réactionnel est composé de :

- 0,1 ml d'extrait brut ;
- 0,9 ml de tampon phosphate de sodium

0,1 M pH 7,5 ;

- 2 ml de solution de bleu de coomassie (réactif).

La teneur en protéine, estimée en milligramme par gramme de matière fraîche, est déterminée à l'aide d'une courbe étalon réalisée avec une solution de sérum albumine bovine (SAB) à 50 µg / ml.

Extraction et dosage des phénols

Une quantité de 0,5 g de bulbe frais (germe) de pousse feuillée a été broyée dans 10 ml d'éthanol 80 %. Le broyat a été centrifugé à 5000 tours / min pendant 5 min. Le culot a été repris avec 10 ml d'éthanol 80 % et centrifugé comme précédemment. Le surnageant obtenu après ces deux centrifugations et ajusté à 30 ml avec l'éthanol 50 %, a constitué l'extrait brut.

Le dosage des composés phénoliques a été fait par la méthode de Swain et Hillis (1959) modifiée et adaptée à notre matériel végétal. Le mélange réactionnel est composé principalement d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique qui ont été réduits en milieu alcalin, parallèlement à l'oxydation des phénols. La présence des phénols a été révélée par l'addition de 0,5 ml de réactif (0,5 N de Folin Ciocalteu) et de 2 ml de Na₂CO₃ (17 %) dans 0,5 ml d'extrait. L'intensité de la coloration bleue produite par cette réaction, proportionnelle à la concentration des composés phénoliques, a été mesurée au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 725 nm contre un témoin réalisé sans l'extrait.

Pour tenir compte des composés non phénoliques mais, pouvant réagir avec le réactif (Folin Ciocalteu), 0,1 g de PVP a été ajouté à 5 ml d'extrait et le mélange a été centrifugé à 5000 tours / min. pendant 5 min. Le surnageant

obtenu a été dosé comme précédemment. La différence entre la quantité de composés phénoliques obtenue sans PVP et celle obtenue avec PVP a constitué la quantité de composés phénoliques totaux de notre échantillon.

Les quantités de phénols totaux sont déterminées à l'aide d'une courbe étalon réalisée avec une solution de tyrosine (200 µg / ml). Cette quantité est estimée en milligramme de phénols par gramme de matière fraîche (mg de phénols / gMF).

Dispositif expérimental et analyses statistiques

Les pousses feuillées sur substrat ont été disposées sous tunnel par bloc complètement aléatoires en fonction de leurs temps de conservation. Pour toutes les expériences réalisées, le logiciel Statistica 7.1 a été utilisé pour les analyses statistiques. L'analyse de variance (ANOVA) a permis de savoir s'il y a une différence entre les traitements étudiés. Lorsqu'une différence a été observée, le test des rangs multiples de Newman-Keuls au seuil de 5 % a été adopté pour séparer les moyennes. L'identification des variables qui caractérisent le mieux le matériel biologique étudié, a été réalisée par l'analyse en composante principale (ACP).

RESULTATS

Effet de la conservation des pousses feuilles sur quelques variations morphologiques

Le Tableau 1 montre que les masses des pousses feuillées ont statistiquement été identiques.

Tableau 1 : Masse des pousses feuillées de trois cultivars de bananier plantain après différents temps de conservation

Mass broken into leaf growths of three cultivars of plantain after various times of conservation.

Variétés	temps de conservation(h)	masse(g)	Temps d'apparition des racines(h)
Corne1	0	15,48 ± 0,00 ^a	-
	24	15,32 ± 0,14 ^a	-
	48	13,35 ± 0,37 ^a	-
	72	13,68 ± 0,14 ^a	72
	96	12,14 ± 0,12 ^a	72
PITA 3	0	15,74 ± 0,14 ^a	-
	24	15,39 ± 0,14 ^a	-
	48	13,67 ± 0,27 ^a	-
	72	13,48 ± 0,14 ^a	72
	96	12,35 ± 0,37 ^a	72
FHIA 21	0	15,64 ± 0,14 ^a	-
	24	15,44 ± 0,14 ^a	-
	48	13,64 ± 0,14 ^a	-
	72	13,50 ± 0,14 ^a	72
	96	12,48 ± 0,38 ^a	72
	<i>P</i>	0,3102	-

NB : Dans une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % (test de Newman-keuls), moyenne ± écart-type, h = heure, g = gramme.

NB : *In the same column, the figures followed by the same letter are statistically identical to the threshold of 5 % (test of Newman-keuls), average ± standard deviation, h = hour, g = gramme.*

Apparition de racines sur les pousses feuillées au cours de la conservation

L'observation de la Figure 3 montre que de

nombreuses racines blanchâtres visibles à l'œil nu, de taille variable (2 à 8 cm) et de forme irrégulière sont apparues à 72 heures de conservation.



Figure 3 : Pousses feuillées présentant des racines après conservation.

Broken into leaf growths presenting of the roots after conservation.

Estimation de la teneur des composés biochimiques au cours de la conservation des pousses feuillées

Estimation de la quantité de phénols

L'analyse des résultats du Tableau 2 a montré que la teneur en phénols totaux dans les pousses feuillées du cultivar Corne 1 n'a pas statistiquement varié au cours de la conservation. Par

contre, celle obtenue dans les pousses feuillées des cultivars PITA3 et FHIA21 a subi une variation. Au niveau de PITA3, la plus faible valeur est obtenue pour 48 heures de conservation alors que chez FHIA21, ce sont 72 heures et 96 heures de conservation qui ont donné les plus faibles valeurs. La quantité de phénols a été plus forte au début et à 24 heures de conservation chez FHIA21 et PITA3.

Tableau 2 : Effet de la conservation sur l'estimation de la quantité de phénols totaux dans les plantules de bananier plantain.

Effect of the conservation on the estimate of the quantity of total phenols in the seedlings of plantain.

Variétés	Temps de conservation(h)	Quantité phénols totaux (10 ⁻³ mg/gMF)
Corne 1	0	1,45 ^b
	24	1,55 ^b
	48	1,65 ^b
	72	1,54 ^b
	96	1,64 ^b
PITA 3	0	1,58 ^b
	24	1,82 ^a
	48	1,14 ^c
	72	1,61 ^b
	96	1,37 ^c
FHIA 21	0	1,72 ^a
	24	1,73 ^a
	48	1,61 ^b
	72	1,27 ^c
	96	1,34 ^c
<i>P</i>		<i>0,0430</i>

NB : Dans une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % (test de Newman-keuls), moyenne ± écart-type, h = heure.

NB : In the same column, the figures followed by the same letter are statistically identical to the threshold of 5 % (test of Newman-keuls), average ± standard deviation, h = hour,

Estimation de la teneur en sucres

Les résultats du Tableau 4 présentent la variation de la teneur en sucres totaux dans les pousses feuillées de trois cultivars de plantain conservées

à différents temps. La quantité de sucres statistiquement identique de 0 à 48 heures de conservation chez Corne 1 et PITA 3 et, de 0 à 72 heures chez FHIA 21, a diminué à la fin du temps de conservation.

Tableau 4 : Influence de la conservation sur l'estimation de la quantité de sucres totaux des plantules de bananier plantain.

Influence conservation on the estimate of the quantity of total sugars of the seedlings of plantain.

Variétés	Temps de conservation (h)	Quantité sucres totaux (10 ⁻⁵ mg/gMF)
Corne1	0	0,23 ^a
	24	0,24 ^a
	48	0,25 ^a
	72	0,15 ^b
	96	0,08 ^c
PITA 3	0	0,22 ^a
	24	0,25 ^a
	48	0,21 ^a
	72	0,17 ^b
	96	0,09 ^c
FHIA 21	0	0,21 ^a
	24	0,27 ^a
	48	0,31 ^a
	72	0,20 ^a
	96	0,10 ^b
<i>P</i>		<i>0,0001</i>

NB : Dans une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % (test de Newman-keuls), moyenne ± écart-type, h = heure.

NB : In the same column, the figures followed by the same letter are statistically identical to the threshold of 5 % (test of Newman-keuls), average ± standard deviation, h = heure.

Estimation de la quantité de protéines

La variation de la teneur en protéines totales des pousses feuillées au cours de la conservation est consignée dans le Tableau 3. Pour toutes les variétés étudiées, la teneur en

protéines a été généralement plus élevée dans les pousses feuillées ayant subi la conservation. La quantité de protéines la plus élevée a été obtenue dans les pousses feuillées conservées pendant 48 heures et 96 heures pour PITA3 et, 96 heures pour Corne1 et FHIA21.

Tableau 3 : Effet de la conservation sur l'estimation de la quantité de protéines dans les plantules de bananier plantain.*Effect of the conservation one the estimate of the quantity of total phenols in the seedlings of plantain.*

Variétés	Temps de conservation (h)	Quantité protéines (10 ⁻⁶ mg/gMF)
Corne 1	0	5,55 ^c
	24	10,46 ^b
	48	16,05 ^a
	72	8,44 ^b
	96	18,35 ^a
PITA 3	0	6,18 ^c
	24	12,35 ^b
	48	15,64 ^a
	72	7,52 ^{cb}
	96	15,48 ^a
FHIA 21	0	4,42 ^c
	24	7,23 ^{cb}
	48	14,84 ^a
	72	9,46 ^b
	96	17,45 ^a
	<i>P</i>	0,0251

NB : Dans une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % (test de Newman-keuls), moyenne ± écart-type, h = heure.

NB : In the same column, the figures followed by the same letter are statistically identical to the threshold of 5 % (test of Newman-keuls), average ± standard deviation, h = hour.

Influence du temps de conservation sur la reprise des plantules

Les résultats expérimentaux consignés dans le

Tableau 5 ont montré que le taux de reprise le plus élevé pour Corne1 se situe à 24 heures de conservation tandis que pour PITA3 et FHIA21 ce taux se situe à 72 heures de conservation.

Tableau 5 : Influence de la conservation sur le taux de reprise des plantules de bananier plantain.
Influence conservation on the rate of resumption of the seedlings of plantain.

variétés	temps de conservation (h)	taux de perte (%)	taux de reprise (%)
Corne1	0	54,68 ± 2,25 ^b	45,01 ± 3,32 ^c
	24	44,32 ± 3,52 ^b	55,68 ± 4,05 ^b
	48	64,21 ± 2,88 ^a	35,79 ± 2,85 ^c
	72	59,50 ± 2,20 ^a	40,50 ± 2,25 ^c
	96	68,13 ± 4,10 ^a	31,87 ± 1,08 ^c
PITA3	0	10,53 ± 3,15 ^d	89,47 ± 3,24 ^a
	24	31,30 ± 2,05 ^c	68,70 ± 3,45 ^b
	48	53,25 ± 3,80 ^a	46,75 ± 2,76 ^c
	72	29,45 ± 2,10 ^c	70,55 ± 3,13 ^a
	96	56,52 ± 3,30 ^a	43,48 ± 2,17 ^c
FHIA 21	0	12,32 ± 3,20 ^d	87,68 ± 2,27 ^a
	24	39,78 ± 3,57 ^b	60,22 ± 4,05 ^b
	48	43,51 ± 2,08 ^b	56,49 ± 3,81 ^b
	72	16,75 ± 1,17 ^d	84,25 ± 4,07 ^a
	96	41,35 ± 2,15 ^b	58,65 ± 3,11 ^b
	<i>P</i>	0,0052035	0,0027054

NB : Dans une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % (test de Newman-keuls), moyenne ± écart-type, h = heure.

NB : In the same column, the figures followed by the same letter are statistically identical to the threshold of 5 % (test of Newman-keuls), average ± standard deviation, h = hour.

Influence du temps de conservation sur l'enracinement des pousses feuillées sur substrat

Le Tableau 6 montre que le nombre moyen et la longueur moyenne de racine les plus élevés se

situent à 96 heures pour Corne1. Pour PITA3 le nombre moyen de racine le plus important est atteint à 72 heures et la longueur moyenne de racine obtenu à 24 heures. Au niveau de FHIA21 le nombre moyen élevé de racine est à 72 heures et la longueur moyenne la plus élevée à zéro heure de conservation.

Tableau 6 : Influence du temps de conservation sur le nombre et longueur moyenne de racines produites par les pousses feuillées de bananier plantain.

Influence time of conservation on the number and average length roots produced by the broken into leaf growths of plantain.

variétés	temps de conservation (h)	nombre moyen de racine par plantule	Longueur moyenne des racines (cm) par plantule
Corne1	0	1,55 ± 1,33 ^a	2,97 ± 1,53 ^b
	24	1,90 ± 1,28 ^a	2,63 ± 1,18 ^b
	48	2,28 ± 1,97 ^a	3,37 ± 2,10 ^a
	72	1,83 ± 0,98 ^a	3,76 ± 2,91 ^a
	96	2,37 ± 1,30 ^a	3,88 ± 1,35 ^a
PITA3	0	1,84 ± 1,67 ^a	2,96 ± 1,43 ^b
	24	1,62 ± 0,91 ^a	3,47 ± 1,80 ^a
	48	2,12 ± 1,35 ^a	2,35 ± 1,05 ^b
	72	2,14 ± 1,67 ^a	2,16 ± 0,68 ^c
	96	1,50 ± 0,70 ^a	3,25 ± 1,23 ^a
FHIA 21	0	1,50 ± 0,75 ^a	2,94 ± 1,10 ^b
	24	1,66 ± 1,04 ^a	2,12 ± 1,16 ^c
	48	1,64 ± 0,93 ^a	2,10 ± 1,36 ^c
	72	2,15 ± 1,38 ^a	2,37 ± 1,49 ^b
	96	1,77 ± 0,73 ^a	2,53 ± 1,27 ^b
	<i>P</i>	0,704410	0,025432

NB : Dans une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % (test de Newman-keuls), moyenne ± écart-type, h = heure, cm = centimètre.

NB : In the same column, the figures followed by the same letter are statistically identical to the threshold of 5 % (test of Newman-keuls), average ± standard deviation, h = hour, cm = centimeter.

Influence du temps de conservation sur les paramètres de croissance des plantules

L'analyse des résultats (Tableau 7) a montré que la quantité de feuilles produites ($P = 0,0003298$), la hauteur du plant ($P = 0,0011045$),

la longueur des feuilles ($P = 0,0000063$) et la largeur des feuilles ($P = 0,000007$) ont varié en fonction des temps de conservation et des variétés étudiées. Par contre, le temps de conservation n'a pas eu d'effet sur la circonférence au collet des plantules ($P = 0,0587124$).

Tableau 7 : Paramètres de croissance des plantules de bananier plantain après conservation.*Parameters of growth of the seedlings of plantain after conservation.*

variétés	temps de conservation	nombre de feuille	hauteur du plant	longueur de feuille	Largeur de feuille	circonférence au collet
Corne1	0	2,42 ± 0,82 ^b	6,95 ± 1,32 ^b	8,49 ± 1,55 ^{ab}	2,61 ± 0,64 ^{bc}	6,42 ± 1,33 ^{bc}
	24	2,59 ± 0,84 ^b	6,22 ± 1,26 ^b	7,73 ± 1,94 ^{bc}	3,01 ± 1,11 ^b	6,53 ± 1,37 ^{bc}
	48	1,86 ± 0,62 ^c	5,33 ± 1,22 ^c	6,63 ± 1,77 ^c	2,51 ± 0,88 ^{bc}	5,57 ± 1,36 ^c
	72	2,73 ± 1,12 ^b	7,15 ± 1,66 ^b	8,98 ± 1,63 ^{ab}	3,13 ± 0,70 ^b	6,88 ± 1,54 ^{bc}
	96	3,78 ± 0,66 ^a	9,23 ± 2,83 ^a	12,88 ± 5,24 ^a	3,87 ± 1,23 ^b	7,93 ± 1,54 ^b
PITA3	0	3,44 ± 0,67 ^a	9,06 ± 2,01 ^a	11,44 ± 5,67 ^a	3,92 ± 1,82 ^b	8,54 ± 1,28 ^a
	24	3,34 ± 0,47 ^a	9,46 ± 2,08 ^a	12,48 ± 3,50 ^a	4,31 ± 1,17 ^a	7,82 ± 1,18 ^b
	48	2,20 ± 0,45 ^b	6,94 ± 1,53 ^b	9,66 ± 1,92 ^b	3,95 ± 0,87 ^b	6,52 ± 1,51 ^{bc}
	72	3,46 ± 0,50 ^a	9,28 ± 1,08 ^a	11,02 ± 1,58 ^a	3,76 ± 0,81 ^b	7,80 ± 1,86 ^b
	96	1,45 ± 0,50 ^c	8,65 ± 1,68 ^a	11,48 ± 3,29 ^a	5,14 ± 1,58 ^a	6,04 ± 1,34 ^{bc}
FHIA 21	0	3,11 ± 0,62 ^a	8,23 ± 1,49 ^a	9,58 ± 1,97 ^b	3,51 ± 1,14 ^b	7,29 ± 1,06 ^b
	24	2,21 ± 0,78 ^b	7,92 ± 1,61 ^b	10,00 ± 2,56 ^b	3,94 ± 0,74 ^b	6,94 ± 1,52 ^{bc}
	48	2,17 ± 0,71 ^b	8,33 ± 1,51 ^a	8,41 ± 1,74 ^{ab}	3,34 ± 0,90 ^b	5,70 ± 0,75 ^c
	72	3,03 ± 0,84 ^a	9,76 ± 1,68 ^a	12,11 ± 3,15 ^a	4,34 ± 0,76 ^a	8,35 ± 1,19 ^a
	96	2,88 ± 0,97 ^b	9,70 ± 1,92 ^a	10,78 ± 3,56 ^b	4,07 ± 1,24 ^a	9,07 ± 1,96 ^a
	<i>P</i>	0,0003298	0,0011045	0,0000063	0,000007	0,0587124

NB : Dans une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5 % (test de Newman-keuls), moyenne ± écart-type, la hauteur, la longueur et la largeur sont en centimètre (cm) la circonférence en millimètre (mm), temps de conservation en heure.

NB : *In the same column, the figures followed by the same letter are statistically identical to the threshold of 5 % (test of Newman-keuls), average ± standard deviation, the height, the length and the width is in centimetre (cm) the circonférence in millimetre (mm), time of conservation in hour.*

Les résultats de l'ACP montrent que les pousses feuillées des trois variétés de plantain n'ont pas le même comportement morpho-logique et biochimique en fonction des différents temps de conservation. En effet, chez le cvr. Corne1 (Figure 4 A & B), le %R et la Lra sont fortement corrélés à T72. Les %QP et %P ainsi que la MPF, le Nra et la QPh sont faiblement corrélés aux temps T0 et T24. La QS est faiblement corrélée à T96 et aucun paramètre n'est lié à T48. Pour le cvr. PITA3 (Figure 4 C & D), les %P et %R évoluent

également en sens inverses de même que TAR et QS. Le %P est faiblement corrélé à T0. La MPF et la Lfe sont corrélés à T24. Le Nra, la Lfe sont corrélés T72. La HPI et la QPh sont corrélés à T48. Au niveau de FHIA 21 (Figure 4 E & F), le %P et %R évoluent aussi en sens inverses. La QP, la MPF, la HPI et le TAR sont corrélés à T96. Le %P est fortement corrélé T48. La Lra, le Nfe, la QS et le Nra sont corrélés à T24. La Lfe, la Cco et la Lfe sont eux liées à T72.

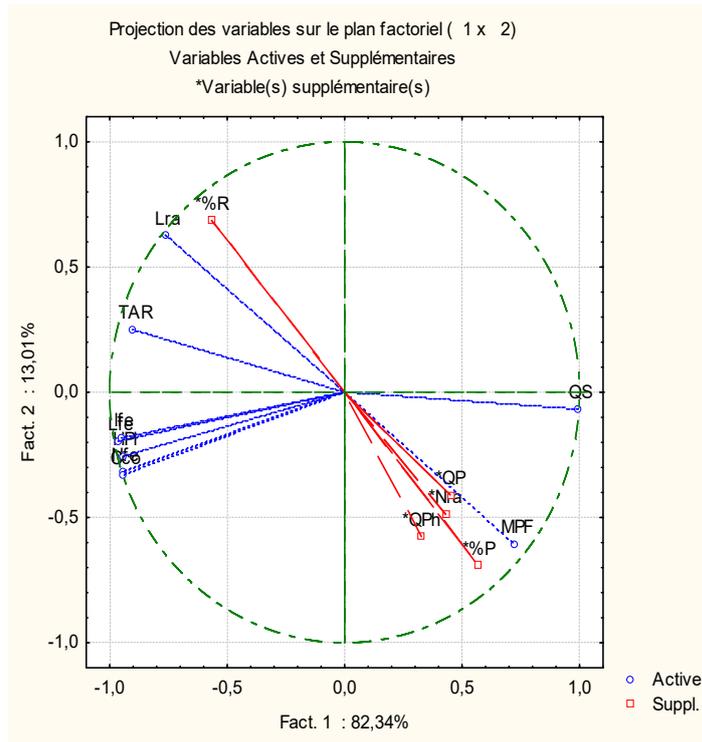


Figure 4A : Cercle de corrélation issue de l'ACP exprimant la représentativité des variables (CORNE1).

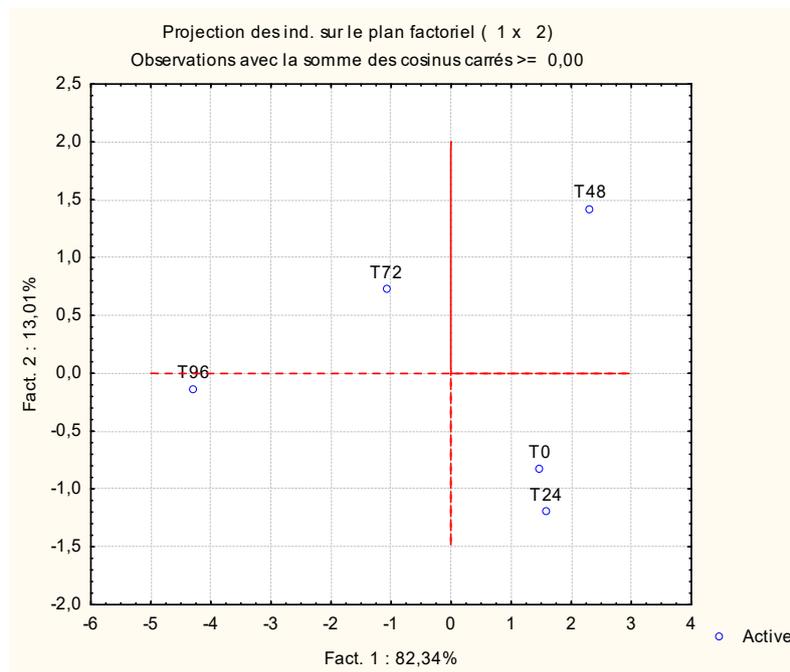


Figure 4B : Représentation graphiques des traitements dans le plan formé par les axes 1 et 2 (CORNE1).

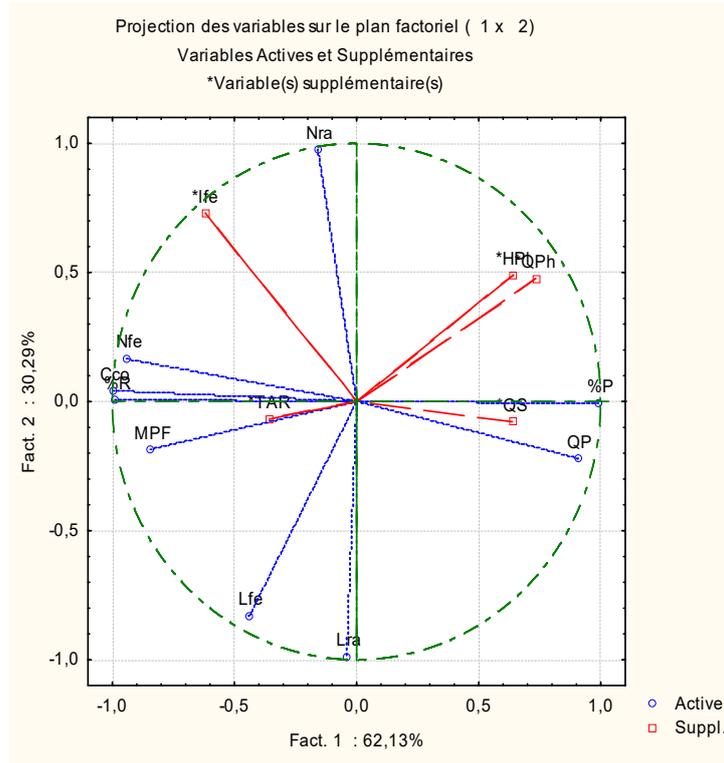


Figure 4C : Cercle de corrélation issue de l'ACP exprimant la représentativité des variables (PITA3).

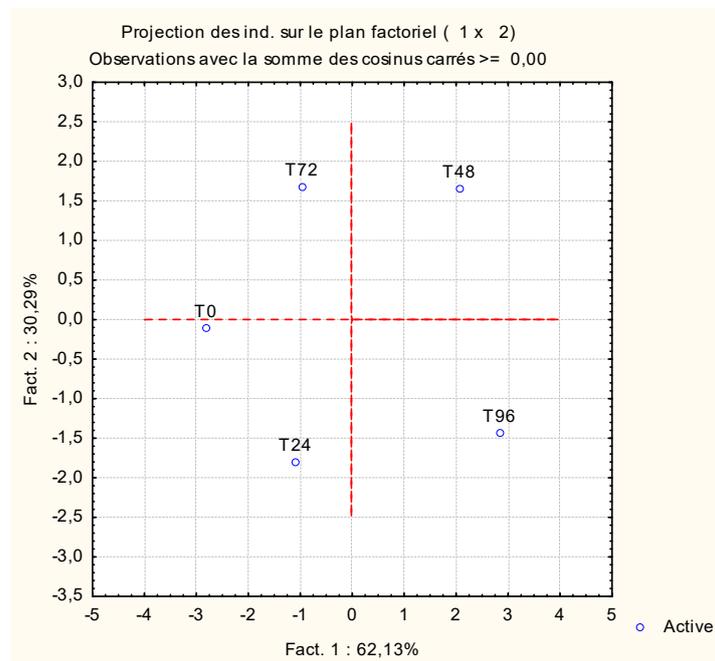


Figure 4D : Représentation graphique des traitements dans le plan formé par les axes 1 et 2 (PITA3).

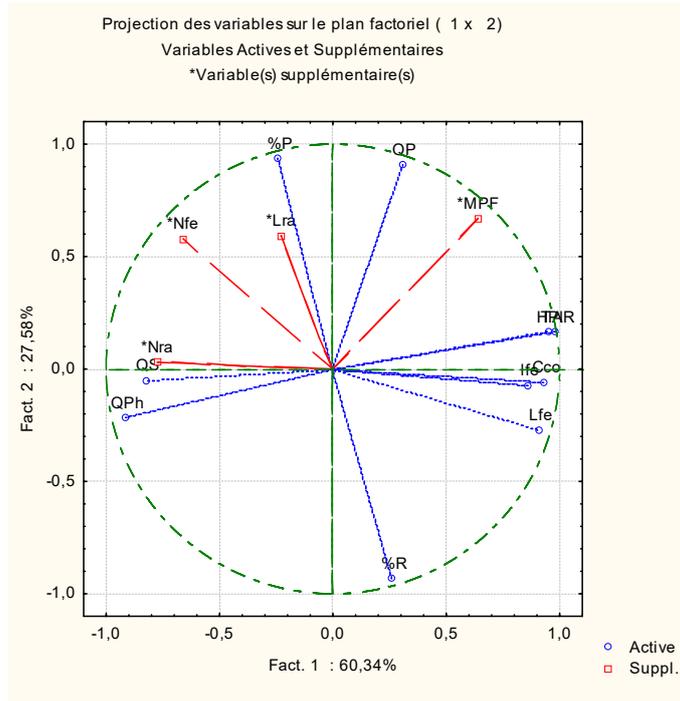


Figure 4E : Cercle de corrélation issue de l'ACP exprimant la représentativité des variables (FHIA21).

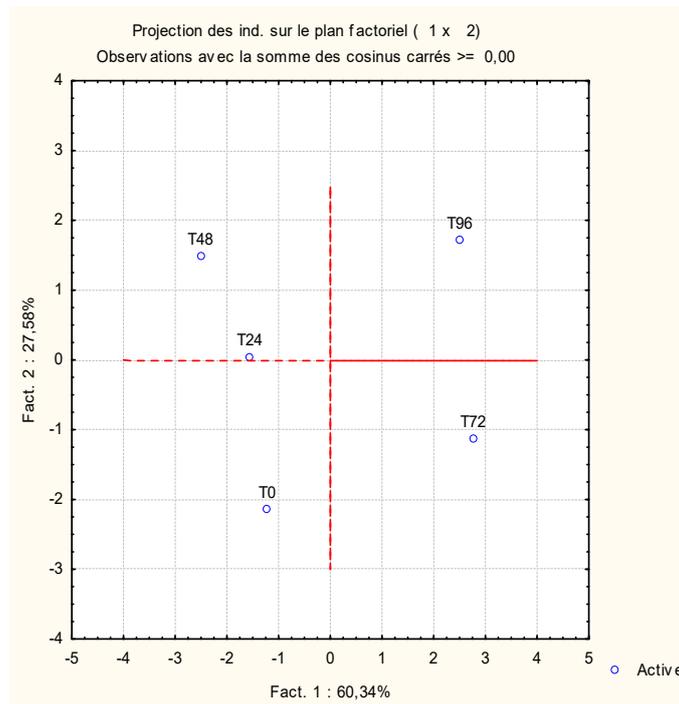


Figure 4D : Représentation graphique des traitements dans le plan formé par les axes 1 et 2 (FHIA 21).

Figure 4 : Cercles de corrélations issues de l'ACP exprimant la représentativité des variables et représentation graphiques des traitements dans le plan formé par les axes 1 et 2. (A&B : CORNE1, C&D : PITA3, E & F : FHIA21) : MFP : masse pousse feuillée, TAR : temps d'apparition des racines, %R : pourcentage de reprise, %P : pourcentage de perte, Nra : nombre moyen de racine, Lra : longueur moyenne de racine, Nfe : nombre de feuille, HPI : hauteur du plant, Lfe : longueur de la feuille, lfe : largeur de la feuille, Cco : circonférence au collet, QP (10^{-6} mg/gMF), QPh (10^{-3} mg/gMF), QS (10^{-5} mg/gMF), T0 : 0 heure de conservation, T24 : 24 heures de conservation, T48 : 48 heures de conservation, T72 : 72 heures de conservation, T96 : 96 heures de conservation.

Circles of correlations resulting from the ACP STATE expressing the representativeness of the variables and chart of the treatments in the plan formed by axes 1 and 2. (A&B : CORNE1, C&D : PITA3, E & F : FHIA21) : MFP:mass pushes broken into leaf, TAR : time of appearance of the roots, %R : percentage of recovery, %P : percentage of loss, Nra:numbers average root, Lra : average length of root, Nfe : numbers of sheet, HPI : height of the seedling, Lfe : length of the sheet, lfe : width of the sheet, Cco : circumference with the collet, QP (10^{-6} mg/gMF), QPh (10^{-3} mg/gMF), QS (10^{-5} mg/gMF), T0 : 00 0 hour of conservation, T24 : 24 hours of conservation, T48 : 48 hours of conservation, T72 : 72 hours of conservation, T96 : 96 hours of conservation.

DISCUSSION

Le temps de conservation n'a pas eu d'influence sur la masse des pousses feuillées, la masse a été statistiquement identique quel que soit le temps de conservation. La stabilité de la masse pourrait être due à la conservation d'eau dans les structures cellulaires. En effet, les pousses feuillées ont été conservées dans un carton hermétiquement fermé où l'humidité était élevée. Ce fort taux d'humidité pourrait engendrer la fermeture des stomates et donc réduire la transpiration. La stabilité de la masse pourrait être aussi expliquée par le court délai de conservation.

Une baisse de la teneur en sucres a été enregistrée au cours de la conservation des pousses feuillées de bananier. Cette baisse résulterait de l'augmentation et/ou de la reprise du métabolisme. Après la séparation des pousses feuillées de la souche nourricière, ces plants doivent synthétiser l'énergie nécessaire à leur métabolisme. Pour ce faire, les sucres sont dégradés via la glycolyse, pour fournir l'ATP ou les coenzymes réduites comme le $FADH_2$ considérée comme une agression. Les plantes réagissent en synthétisant les composés phénoliques dont les réactions aboutissent à la formation d'un tissu cicatriciel résistant aux infections au niveau de la blessure. De même, grâce à leurs propriétés antimicrobiennes, les phénols oxydés limitent la prolifération de l'infection et l'altération des tissus de la plante (Zawistowski *et al.*, 1991). Ces barrières de protection ont été observées chez la patate douce, la carotte et la pomme

de terre (Cheriot, 2007). Selon ces auteurs, la capacité d'une espèce végétale à résister à l'attaque des insectes et des micro-organismes est souvent corrélée avec la teneur en composés phénoliques. Les phénols interviennent également dans la croissance cellulaire et la différenciation organogène (Kouakou, 2010). La différence observée dans la cinétique de production de phénols dans les pousses feuillées des trois variétés pourrait être interprétée par un effet génotype. Des résultats similaires ont été obtenus par différents auteurs qui ont montré une fluctuation de la teneur en phénols totaux dans les racines de variétés sensibles de bananiers inoculés avec des nématodes et des nématodes associés à des champignons telluriques (Mateille, 1992; Kobenan, 2000 ; Traoré *et al.*, 2005).

Le temps de conservation des pousses feuillées a eu une influence sur la reprise des plantules après le repiquage. Le fort taux de reprise a été obtenu pour les pousses feuillées de PITA3 et FHIA21 conservées durant 72 heures ainsi que les témoins. Pour la variété Corne 1, ce sont les pousses feuillées conservées pendant 24 heures qui ont donné un taux de 55,68 % de reprise. Si la reprise de ces plantules nécessite la mobilisation des substances de réserve comme indiqué par Koné (2014), alors, dans le cas des rejets de bananier, la variété et la nature de ces réserves pourraient aussi jouer un grand rôle. Ce qui expliquerait le fort taux de reprise obtenu chez les témoins de PITA 3 et FHIA 21. Selon Kwa (1993), cette mobilisation dépendrait de l'activité des enzymes hydrolytiques présentes dans les pousses feuillées au moment du sevrage. Cette phase

constituerait la période la plus critique de la production de *vivo* plants chez de nombreuses espèces de plantes (Baiyeri, 2005), puisqu'elle est le reflet du succès de la méthodologie utilisée.

En conservation, les racines sont apparues à partir de 72 heures. La présence de ces racines témoigne de la reprise du métabolisme. La couche de mangin présent sur les pousses feuillées sevrées a eu le temps de se reconstituer et de favoriser l'initiation de nombreuses racines. En effet, la rhizogénèse résulte de la mérése et de l'auxèse de certaines cellules du bulbe ; ce qui démontre que les racines les plus longues sont rencontrées au niveau des pousses feuillées conservées pendant 96 heures. Le rythme de division des cellules serait différent au sein des variétés étudiées. Les racines ont été plus longues chez la variété Corne 1. Par contre, les racines formées auraient dû inhiber l'apparition d'autres racines de sorte que leur nombre n'a pas montré de différence.

La hauteur des pousses feuillées de Corne1 conservées durant 96 heures a été supérieure à celle des pousses feuillées des autres temps de sevrage sous tunnel. Cette augmentation de la hauteur des pousses feuillées résulterait du processus métabolique enclenché pour mobiliser les réserves nutritives au cours d'une conservation prolongée chez cette variété. La disponibilité des nutriments a activé des divisions cellulaires au niveau des tissus de la plantule qui ont favorisé l'élongation des organes nouvellement édifiés. Les autres paramètres de croissance n'ont pas été influencés par la conservation. Ce phénomène a été constaté par Koua (2014) lors de ses travaux. En effet, il a montré qu'au terme du durcissement des plantules, le taux de croissance n'a pas varié quel que soit le substrat testé.

CONCLUSION

Dans cette étude, cinq temps de conservation des pousses feuillées ont été testés afin de définir le temps de conservation approprié pour l'expression de leurs potentialités de croissance sous tunnel. Il en ressort que la morphologie et la teneur en composés biochimiques des pousses feuillées évoluent en cours de conservation et détermine leurs vigueur en condition de tunnel. Le meilleur temps de conservation est de 72 heures pour PITA 3 et FHIA 21 et 24 heures pour Corne1.

REFERENCES

- Anonyme 1.2017.http://www.cirad.fr/nos-recherches/filières_tropicales/banane-et-plantain/contexte-et-enjeux. Consulté le 07 Janvier 2018.
- Aragon C., Escalona M., Capote I., Pina D., Cejas I., Rodriguez R., Noceda C., Sandoval J., Roels S., Debergh P. and J.L. Gonzales-Olmedo 2006 Importance métabolique de l'amidon dans l'acclimatation des plants de bananier plantain 'CEMSA ¾' (AAB), *InfoMusa*, 15 (1) : 32 - 35.
- Bradford M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Annals of Biochemistry*, 72 : 248 - 254.
- Baiyeri K.P. and S.C. Aba 2005 Response of *Musa* species to macro-propagation. I : Genetic and initiation media effects on number, quality and survival of plantlets at pre-nursery and early nursery stages. *African Journal of Biotechnology*, 4 (3) : 223 - 228.
- Bonte E., Verdonck R. and L. Gregoire 1995. La multiplication rapide du bananier et du plantain au Cameroun. *Tropicultura*, 13 (3) : 109 - 116.
- Cheriot S .2007. Rôle des produits de la réaction de Maillard dans l'inhibition de l'oxydation enzymatique des phénols et des lipides. Thèse de Doctorat, *Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement*, AgroParis Tech., 241p
- Dubois M., Gilles K. A, Hamilton J. K, Rebers P. A and F. Smitth 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances, *Annals of Chemistry*, 28 : 350 - 356. excised shoottips. *African Journal of Biotechnology*, 8 (21) : 5755 - 5761.
- FAOSTAT, 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org>. Consulté le 12 Janvier 2018
- Koné T., Soumahoro B. A., Coulibaly K. Z., Traoré S., Koné D and M. Koné 2016. Effect of substrates, weight and physiological stage of suckers on massive propagation of plantain (*Musa paradisiaca* L.), *International Journal of Research Granthaalayah*, 4 (1) : p1 - 13.
- Koné T. 2014. Optimisation de la production de matériel végétal sous forme de semences chez trois variétés (Orishele, Corne 1 et French 2) de bananiers plantain [*Musa* spp., AAB (Musaceae)] cultivés en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'Université Nangui

- Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 163 p.
- Kobenan K., Traore S., Gnonhour G. P. and N. T. Yao 2005. Comportement en Côte d'Ivoire d'hybrides FHIA et CRBP de bananiers et de bananiers plantain vis-à-vis de la maladie des raies noires. Rapport d'étape N° 1 IMTP ; 21 p.
- Kobenan K. 2000. Pathologies telluriques des bananiers et des bananiers plantain en Côte d'Ivoire : activités pathogènes des champignons (*Cylindrocladium* et *Zythia spp.*) et des nématodes (*Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae*). Thèse de Doctorat Ingénieur. Université Cocody Abidjan 199 p.
- Kouakou T.H., P.W. Waffo Tégou, J. Valls, Y.J. Kouadio, A. Décendit & J.-M. Mérillon, 2006. - First evidence of trans-resveratrol production in cell suspension cultures of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 86, 405 - 409.
- Kouakou.T.H. 2010. Embryogenèse somatique chez le cotonnier [*Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae)] variation des composés phénoliques au cours de la callogenèse et de la culture des suspensions cellulaires. Thèse de Doctorat d'État ès Sciences Naturelles, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire 149 p.
- Kwa M. 1993. Architecture, morphogenèse et anatomie de quelques variétés de bananiers. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, Montpellier, France, 286p.
- Koua T.C. 2014. Effets de différents types de substrats sur la croissance des *vivo* plants de bananiers plantain (*Musa sp.*) en phase d'acclimatation. Mémoire de master de protection des végétaux et de l'environnement, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 44 p.
- Mateille T. 1992. Contribution à l'étude des relations hôte-parasite entre bananier *Musa accuminata* (groupe AAA) et trois nématodes phytoparasites: *Radopholus similis* ; *Helicotylenchus multicinctus* *Hoplol imus paratobustus* (Tylenchidea) ; (ed) ORSTOM, Paris, 251 p.
- Noumbissie T. G. B. 2014. Ségrégation des chromosomes dans un croisement interspécifique de bananiers (AAAB x AA) et redistribution des séquences du Banana streak virus intégrées au génome B. Thèse pour obtenir le grade de docteur. Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques, Montpellier, France, 154p.
- Swain T. and W Hillis. 1959. Phenolic constituents of *Punus domestica*. The quantitative analysis of phenol constituents. *J. Sci. Food Agric.* 10 : 63 - 68.
- Zawistowski J, Biliaderis CG and Eskin NAM 1991. Polyphenol oxidase. In *Oxidative enzymes in foods*. Robinson DS, Eskin NAM, Eds, Elsevier Appl. Sci., London 6 : 217 - 273.