



Multiplication végétative du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) par la technique de bouturage direct sous tunnel plastique.

[Vegetative propagation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) by direct cutting under plastic tunnel.]

Koko Louis², **Koffi NGoran**¹, **Konan Amani**²

¹Projet CFC/ICO/30/Côte d'Ivoire. coffengoran@yahoo.fr

²CNRA Divo, Programme cacao, BP 808 Divo, Côte d'Ivoire. attro@yahoo.fr

Corresponding author email: jkokolouis@yahoo.fr

Original Submitted In 8th August 2011. Published online at www.biosciences.elewa.org on October 28, 2011.

RESUME

Objectif: L'objectif de cette étude est de mettre au point une méthode alternative au bouturage des cacaoyers en bac de propagation, rendu inopérante en raison de l'indisponibilité de la sciure de bois rouge utilisé comme substrat d'enracinement des boutures.

Méthodologie et Résultat: L'étude a été conduite à la pépinière de la Station de Recherche cacaoyère du CNRA de Divo (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Le dispositif expérimental est un essai factoriel (6 x 2) en blocs complets randomisés avec 4 répétitions ou tunnels. Les facteurs étudiés sont le matériel végétal (6 clones : IFC5, ICS1, Pa150, T60/887, T79/501 et T85/799) et la fréquence d'arrosage des boutures (F1 = arrosage tous les 2 jours pendant 3 mois et F2 = arrosage 1 fois tous les 3 jours pendant le premier mois suivi d'un arrosage ramenée à 1 fois tous les 2 jours pendant 2 mois). De façon hebdomadaire, les observations ont porté sur le relevé d'existence et la croissance des boutures à travers le dénombrement de boutures produisant des flushes. L'aptitude des clones de cacaoyers au bouturage a été évaluée à travers le relevé des plantules de trois mois.

Conclusion et application : L'évaluation de la mortalité et de la croissance des boutures de cacaoyer a montré qu'il existe un effet du clone. Globalement, les boutures s'enracinent et produisent plus de flushes dès la 4^{ème} semaine d'élevage sous tunnel plastique avec un arrosage une fois tous les 3 jours durant le premier mois. A la 8^{ème} semaine d'élevage, plus de 60 % des boutures produisent des flushes. Lorsque l'arrosage est ramené à une fois tous les 2 jours pendant deux mois, le bouturage direct sous tunnel plastique enregistre, au bout de trois mois d'élevage, les meilleurs taux de réussite, soit 95, 93 et 81 % respectivement pour les clones Haut Amazonien T60/887, T79/799 et Pa150. Les clones Bas Amazonien IFC5 et Trinitario ICS1 enregistrent respectivement 74 et 71 % de taux de réussite contre 50 % pour le clone T85/799. Ces résultats confortent le bouturage direct sous tunnel plastique comme une très bonne technique de multiplication végétative des clones de cacaoyers.

Mot clés : bouturage, tunnel plastique, cacaoyer, arrosage.

Abstract

Objective: The objective of this study was to develop an alternative method of propagation by cutting of cacao-trees on a vat, made inoperative because of the unavailability of the red sawdust used like rooting substrate of the cuttings.

Methodology and Results: The study was done in the seedbeds of the Research Station of cacao-plantation of CNRA of Divo (Mid-west of the Côte d'Ivoire). The experiment was a factorial test (6 X 2) in complete blocks randomized with 4 repetitions or tunnels. The studied factors were the vegetable material (6 clones: IFC5, ICS1, Pa150, T60/887, T79/501 and T85/799) and the frequency of watering of the cuttings (F1 = watering every 2 days for 3 months and F2 = watering 1 time every 3 days during the first month followed by a watering brought back to 1 time every 2 days for 2 months). Weekly, the observations related to the growth of the cuttings.

Conclusion and application of findings: The evaluation of the mortality and the growth of the cuttings of cacao-trees showed that there is a clone effect. Generally, the cuttings takes roots and produce more flushes as of the 4th week of breeding under plastic tunnel with a watering once every 3 days during the first month. To the 8th week of breeding, more than 60 % of the cuttings produce flushes. When watering is brought back to once every 2 days for two months, the direct cutting under plastic tunnel records, at the end of three months of breeding, the best rates of success is 95, 93 and 81 % respectively for the clones Haut Amazonien T60/887, T79/799 and Pa150. The clones Bas Amazonien IFC5 and Trinitario ICS1 respectively recorded 74 and 71 % of rate of success and 50 % for the clone T85/799. These results consolidate that the direct cutting under plastic tunnel is a very good technique for vegetative propagation of the clones of cacao-trees.

Key word: cutting, plastic tunnel, cacao-tree, watering.

INTRODUCTION

La multiplication végétative représente un ensemble de techniques utilisées pour reproduire de jeunes cacaoyers sans passer par le semis des fèves (Mossu, 1990). Ces plants appelés clones reproduisent les caractéristiques de la plante mère dont ils sont issus. La multiplication végétative du cacaoyer peut s'opérer par greffage (Gervais, 1981). Cette méthode donne de bons résultats mais requiert une main d'œuvre qualifiée qui n'est pas toujours disponible pour répondre à la demande quantitative de production du matériel végétal cloné.

Le procédé le plus utilisé reste le bouturage ; il consiste, par un traitement spécial, à faire apparaître des racines sur des fragments de tiges feuillées qui se comportent alors comme de jeunes plants (Koko, 2002). Les considérations physiologiques, techniques et environnementales du bouturage du cacaoyer ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche (Amoah, 2006a et 2006b). Ces études ont porté principalement sur l'origine génétique du clone (Jorge et Gustavo, 1981; Evans, 1953; Hall, 1963; Toxopeus, 1970; Ramadasan, 1979), l'aoutement des branches plagiotropes et le nombre de feuilles portées par la bouture (Charrier, 1969 ; Vogel, 1977 ; Amoah, 1986), la lumière, la température et l'humidité

ambiante (Ramadasan, 1979), les substances rhizogènes et les substrats d'enracinement (Amoah, 1986; Ramadasan, 1979, Kouamanan, 2001). Des progrès portant sur le bouturage des rameaux orthotropes du cacaoyer ont permis l'obtention de racines pivotantes (Amefia *et al.*, 1985). Malgré les avantages physiologiques des boutures orthotropes à racines pivotantes, permettant de les assimiler à de jeunes plants issus de semis, la rareté de pousses des rameaux orthotropes sur les cacaoyers limitent leur utilisation pour le bouturage (Bertrand et Agbodjan, 1989 ; Bertrand et Dupois, 1992).

Aujourd'hui en Côte d'Ivoire, il est admis l'usage des plants de cacaoyers issus de bouturage uniquement en Station de Recherche pour l'implantation de parcelles spécifiques appelées champs semenciers de cacaoyers. A partir de ces champs où sont plantés des clones de cacaoyers, il est possible de produire des cabosses élites issues de pollinisations contrôlées et de les distribuer aux paysans. Ces cabosses fournissent les fèves qui permettent de mettre en place des pépinières d'hybrides sélectionnés de cacaoyers destinées à la régénération des plantations. Toutes ces étapes décrivent donc l'importance du matériel végétal cloné issu du bouturage.

Traditionnellement, l'obtention des clones de cacaoyers se faisait par la méthode de bouturage dans les bacs de propagation contenant de la sciure de bois rouge utilisée comme substrat d'enracinement (Grimaldi et Divaret, 1960). Toutefois, la diminution du parc forestier de la Côte d'Ivoire a entraîné l'indisponibilité du bois rouge fournissant la sciure de bouturage. Cette

contrainte majeure a contribué à l'abandon progressif du bouturage en bac de propagation. Par conséquent, la recherche de solutions alternatives s'est posée avec acuité. Cette étude a donc été conduite à la Station de Recherche cacaoyère du CNRA de Divo dans le but de mettre au point une nouvelle méthode simplifiée de bouturage des cacaoyers.

MATERIEL ET METHODES

Localisation de la zone d'étude : L'étude a été conduite à la pépinière de la Station de recherche cacaoyère de Divo (5° 48' N, 5° 18' W) située dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Le climat est tropical humide avec deux saisons pluvieuses, de mars à juin et de septembre à octobre, qui alternent avec deux saisons sèches. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1400 mm, l'ensoleillement moyen annuel est de 1 700 à 1 900 heures et les températures moyennes annuelles varient entre 28 et 32°C.

Matériel végétal : Les clones de cacaoyers utilisés pour l'expérimentation appartiennent à trois groupes génétiques : les Forastero Bas Amazonien, les Forastero Haut Amazonien et les Trinitario. Ce sont :

- le clone IFC5, Forastero Bas Amazonien de type Amelonado, est fréquemment utilisé dans les essais d'évaluation clonale pour sa forte productivité et sa forte résistance à la pourriture brune des cabosses ;
- le clone ICS1 (Imperial College Selection), appartient au Trinitario avec des caractéristiques botaniques et des qualités intermédiaires entre Criollo et Forastero ;
- le clone Pa150, Forastero Haut Amazonien, a été prospecté en Haute Amazonie et appartient à la première génération dite G0 ;
- Les clones T60/887, T79/501 et T85/799, Forastero Haut Amazonien, appartiennent à la deuxième génération dite G1 issue de croisement entre des clones de la génération G0.

Mise en place du milieu de l'expérimentation : Le tunnel, d'une longueur de 14 m sur 1 m de largeur, constitue le milieu de culture des boutures (figure 1). Pour sa construction, des barres de fer ont été arquées et piquées à raison de 10 barres par tunnel. Sur ces barres de fer, il a été disposé des traverses en bambou au nombre de 5 à 6 par tunnel ; elles sont fixées à l'aide de fil de fer de 60 cm de longueur. Cet ensemble d'une hauteur de 0,8 m est ensuite recouvert par un film plastique translucide. Les sachets de pépinière sont ensuite remplis de terre humifère et disposés dans le tunnel.

Les tunnels sont disposés sous un abri de pépinière qui est constitué d'une charpente de palmes de 2 m de hauteur qui laisse passer environ 50 % de la lumière totale. Avec le lent dessèchement des palmes, le passage de la luminosité extérieure devient progressif jusqu'à 65 %, favorisant l'acclimatation et l'endurcissement des boutures durant leur développement.

Un modèle unique d'habillage des boutures a été effectué, consistant à la réduction de la surface foliaire de moitié ou d'un tiers et à supprimer les bourgeons terminaux. Chaque bouture comporte trois à quatre feuilles selon sa longueur. La taille à la base a été faite en coupe transversale. Cette base est trempée dans une substance rhyzogène sous forme de talc appelée la Rootone F (composition : 0,056 % de AIB + 0,065 % de NAD, 0,032 % d'acide 2 méthyl-1-naphtyl acétique et 0,013 % de 2 méthyl-1-naphtylacetamide) à raison de 10 g pour 200 boutures. Les boutures sont ensuite repiquées dans les sachets remplis de terre humifère qui ont été arrosés abondamment la veille (figures 2 et 3).

Dispositif Expérimental : Le dispositif expérimental est un essai factoriel (6 x 2) en blocs complets randomisés avec 4 répétitions. Un tunnel a constitué une répétition. Les facteurs étudiés sont le matériel végétal (6 clones) et la fréquence d'arrosage (F) des boutures : F1 = arrosage tous les 2 jours pendant 3 mois et F2 = arrosage 1 fois tous les 3 jours pendant le premier mois suivi d'un arrosage ramenée à 1 fois tous les 2 jours pendant 2 mois. Chaque bloc ou tunnel contenait 12 lots de sachets de 80 boutures par clone. Les lots de sachets, qui ont donc constitué les unités expérimentales, sont randomisés dans le tunnel. L'essai a comporté au total 3840 boutures (80 boutures X 6 clones X 2 fréquence d'arrosage X 4 répétitions). L'arrosage a été effectué à l'aide d'un arrosoir en raison de 6 litres d'eau par unité expérimentale.

Observations effectuées : Un relevé d'existence a été réalisé durant l'essai de façon hebdomadaire. En

référence au bouturage en bac de propagation où l'enracinement est obtenu au bout de 6 semaines, les boutures ont été évaluées à ce stade afin de juger le taux de réussite à mi-temps de l'essai. Quelques sachets ont été détruits pour vérifier l'enracinement des boutures.

Le développement des boutures a été évalué de façon hebdomadaire à travers le nombre de boutures possédant de nouvelles poussées foliaires ou flushes (figure 4). L'aptitude des clones de cacaoyers au bouturage a été jugée à travers le relevé des boutures âgés de trois mois et ayant émis au moins une poussée foliaire.



Figure 1 : Tunnel recouvert d'un film plastique



Figure 2 : Boutures de cacaoyers repiqués dans les sachets et disposés sous le tunnel



Figure 3 : Tunnel ouvert pour l'arrosage des boutures



Figure 4 : Boutures de cacaoyers de 8 semaines possédant des flushes

Traitement statistique des données : L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel SAS (1989). Cette analyse a concerné les variables « mortalité » et « croissance » des boutures. Un modèle d'analyse de

variance à trois facteurs a été utilisé : le clone, la fréquence d'arrosage et le tunnel. Le classement des clones a été fait avec le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

RESULTATS ET DISCUSSION

Au stade de six mois de bouturage, les taux de mortalité des clones ont été significativement différents quelque soit la fréquence d'arrosage. L'effet de l'intensité de l'arrosage a été relativement marqué sur les clones Pa150 et T85/799 avec des taux de mortalité

variant entre 10 et 27 % (Tableau 1). Chez ces clones, la fréquence d'arrosage 1 fois tous les 2 jours semblerait augmenter le taux de mortalité (27 %). Les clones T60/887 et T79/501 enregistrent les plus faibles taux de mortalité (moins de 5 %).

Tableau 1 : Effet de l'intensité d'arrosage sur le taux mortalité (%) des clones de cacaoyers au cours du bouturage à la 6^{ème} semaine d'élevage sous tunnel.

Clones	Fréquence d'arrosage F1	Fréquence d'arrosage F2
T60/887	2 c	1 c
T79/501	4 b	5 b
ICS1	9 ab	8 ab
IFC5	12 ab	9 ab
Pa150	27 a	10 ab
T85/799	27 a	24 a
F obs.	5,56*	11,8*
CV (%)	44,09	18,87

* Significatif à $p = 5\%$. Les valeurs (%) suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls.

Quelque soit la fréquence d'arrosage appliquée, il a existé une différence très significative entre les clones par rapport à leur aptitude au bouturage. Globalement, les taux de réussite intra-clones ne sont pas différents d'une fréquence d'arrosage à l'autre. L'effet dépressif de l'arrosage intensif tous les 2 jours pendant le premier mois semble donc disparaître au bout de trois mois d'élevage des boutures. Les clones Haut Amazonien T60/887 (95 %), T79/501 (93 %) et Pa150 (81 %) ont montré une excellente aptitude au bouturage direct (Tableau 2); les clones Bas Amazonien IFC (74 %) et Trinitario ICS (73 %) ont enregistré une relative bonne aptitude au bouturage alors que le clone T85/799 a montré une moins bonne aptitude, notamment avec un arrosage continu une fois tous les deux jours (40 % de taux de réussite).

Au-delà de l'influence de l'arrosage sur la mortalité des boutures, ces résultats montrent aussi que l'effet du clone est très prédominant au cours du bouturage, laissant apparaître une différence de taux de réussite entre les groupes de cacaoyers. Ces observations sont conformes à ceux effectuées par Amoah (2006a) qui a noté que parmi les facteurs physiologiques influençant

le bouturage des cacaoyers, les différences génétiques entre les clones, la surface foliaire, l'âge physiologique, les traits anatomiques, les facteurs nutritionnels et biochimiques exercent la plus forte influence. Cet auteur ajoute que les clones Haut Amazonien et Trinitario s'enracinent mieux que les clones Amelonado, les causes des différences étant nutritionnelles (Amoah, 2006a). Cette variabilité des taux de réussite au bouturage en fonction du clone a été aussi observée par Kouamanan (2001) qui a noté une différence significative entre les clones ICS1, IMC47, Pa120 et IFC5 lors du bouturage en bac de propagation avec le sable fin comme substrat. Selon les travaux de cet auteur, les taux de mortalités des boutures à l'âge de six semaines sont plus élevés pour les clones ICS1 et IFC5, soit respectivement 25 et 34 %. Cependant, lors du bouturage sous tunnel, ces clones ont présenté des taux de mortalités relativement faibles, entre 8 et 12 % (Tableau 1), ce qui traduit un avantage significatif de cette méthode comparativement au bouturage en bac de propagation.

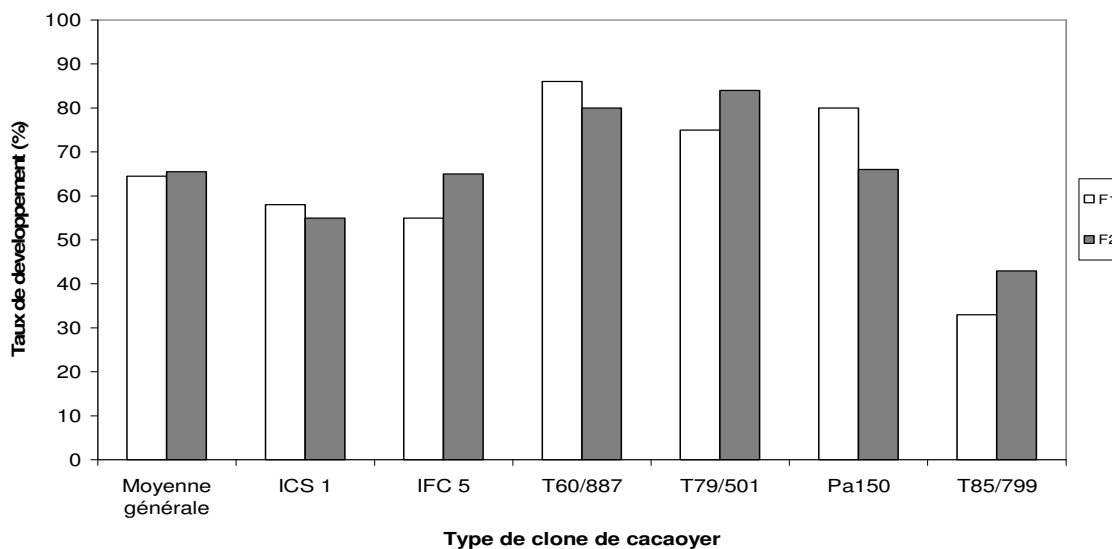
Tableau 2 : Effet de l'intensité d'arrosage sur l'aptitude au bouturage des clones de cacaoyers (en % de taux de réussite) à la 12^{ème} semaine d'élevage sous tunnel.

Clones	Fréquence d'arrosage F1	Fréquence d'arrosage F2	Moyenne clonale
T79/501	96 a	93 a	94,5
T60/887	93 a	93 a	93
Pa150	86 ab	76 ab	81
ICS1	71 b	75 b	73
IFC5	66 b	81 b	73,5
T85/799	40 c	60 c	50
F obs.	11,8*	5,56*	
CV (%)	18,87	44,09	

* significatif à $p = 5\%$. Les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles au seuil de 5 % selon le test de Newman-Keuls

Avec 12 % de boutures à flushes, les clones T60/887, T79/799, Pa150, IFC5 et ICS1 ont émis rapidement leurs premières poussées foliaires dès la 5^{ème} semaine lorsqu'ils ont été arrosés une fois tous les 3 jours durant le premier mois sous le tunnel. Alors que durant cette période, l'arrosage une fois tous les 2 jours a permis d'obtenir 3,5 % de boutures à flushes. Cette différence de comportement révèle l'importance du rythme d'arrosage en début de bouturage. En effet, l'excès de l'humidité crée par un arrosage intensif devient rapidement un facteur limitant avec le développement inéluctable de la pourriture des boutures. Des observations similaires ont été effectuées par Amoah (2006b) qui a indiqué que

l'humidité et les relations air-humidité sont parmi les principaux facteurs externes qui influencent l'enracinement des boutures. A la fin du processus d'élevage des boutures, soit au bout de 3 mois, il n'y a pas eu de différence significative intra-clone sous l'effet de l'intensité d'arrosage (figure 5). Globalement, avec les arrosages F1 et F2, on obtient respectivement 64,5 et 65,5 % de boutures ayant émis de nouvelles poussées foliaires. Cette égalité de comportement montre que l'apport d'eau une fois tous les 2 jours après le premier mois sous tunnel devient un facteur favorable à la croissance des boutures durant les deux derniers mois.



1F1 = arrosage tous les 2 jours pendant 3 mois et F2 = arrosage 1 fois tous les 3 jours pendant le premier mois suivi d'un arrosage ramenée à 1 fois tous les 2 jours pendant 2 mois.

Figure 5 : Taux de développement des boutures ayant obtenus des flushes à la 8^{ème} semaine d'élevage.

CONCLUSION

L'objectif principal de cette étude était de mettre au point une méthode alternative au bouturage des cacaoyers en bac de propagation, rendu inopérante en raison de l'indisponibilité du substrat requis que soit la sciure de bois rouge. Ainsi, la méthode de bouturage direct sous tunnel plastique a-t-elle été évaluée à travers l'analyse du comportement de six clones au bouturage et l'identification de la fréquence d'arrosage propice à l'enracinement et à la croissance des boutures. Les résultats obtenus indiquent la possibilité d'enraciner les boutures et d'obtenir des flushes dès la 4^{ème} semaine d'élevage sous tunnel plastique. A la 8^{ème} semaine d'élevage, plus de 60 % des boutures produisent des nouvelles poussées foliaires. Ces performances sont atteintes grâce à un arrosage des

boutures une fois tous les 3 jours durant le premier mois d'élevage. Par la suite, l'arrosage doit être ramené à une fois tous les 2 jours jusqu'à l'ouverture des tunnels en deux temps, soit à la 8^{ème} et 9^{ème} semaine d'élevage. A la fin du processus, soit à la 12^{ème} semaine, le bouturage direct sous tunnel plastique enregistre les meilleurs taux de réussite de 95, 93 et 81 % respectivement pour les clones Haut Amazonien T60/887, T79/799 et Pa150. Les clones Bas Amazonien IFC5 et Trinitario ICS1 enregistrent respectivement 74 et 71 % de taux de réussite contre 50 % pour le clone T85/799. Ces résultats confortent le bouturage direct sous tunnel plastique comme une très bonne technique de multiplication végétative des clones de cacaoyers.

In Memoriam : Cet article est publié en hommage au Pr Assa Ayémou Désiré et au Dr NGoran Jeanne Andi pour leur encadrement scientifique ayant contribué à l'expérimentation et à la promotion de la technique du bouturage direct sous tunnel plastique du cacaoyer en Côte d'Ivoire.

REFERENCES

- Amefia YK, Cilas C, Djiekpor EK et Partiot M, 1985. La multiplication végétative du cacaoyer. Notes sur une méthode d'obtention de boutures à enracinement orthotrope. *Café Cacao Thé* 29: 83-88.
- Amoah FM, 1986. Studies on the rapid propagation of cacao (*Theobroma cacao* L.) (Ph D Thesis). Wye College, University of London. 280 pp.
- Amoah FM, 2006a. Review of vegetative propagation of cacao (*Theobroma cacao* L.) by rooted cuttings. 1. Physiological considerations. *Ghana Journal of Agricultural Science* 39: 209-216.
- Amoah FM, 2006b. Review of vegetative propagation of cacao (*Theobroma cacao* L.) by rooted cuttings. 2. Environmental and technical considerations. *Ghana Journal of Agricultural Science* 39: 217-226.
- Bertrand B et Agbodjan AK, 1989. Le bouturage orthotrope du cacaoyer. Premier résultats et perspectives. *Café Cacao Thé* 33 :147-156.
- Bertrand B et Dupois V, 1992. Contribution à la mise au point du clonage du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.). *Café Cacao Thé* 36 : 9-26.
- Charrier A, 1969. Contribution à l'étude de la morphogenèse et de la multiplication végétative du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.). *Café Cacao Thé* 13 : 97-115.
- Evans H, 1953. Recent investigations on the propagation of cocoa. Report on Cacao Research (1945-1951). Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. pp. 29-37.
- Gervais M, 1981. Greffage du cacaoyer en fente terminale. *Café Cacao Thé* 25 : 55-59.
- Grimaldi J et Divaret, 1960. Contribution à l'étude du bouturage du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.). *Café Cacao Thé* 4 : 3-15.
- Hall THR, 1963. The cuttings production and rooting potential of some WACRI cocoa clones. *Trop. Agric.* 40: 223-228.
- Jorge, SV et Gustavo, AE, 1981. International Cacao Cultivar Catalogue. Impreso en San Jose de Costa Rica. 156 pp.
- Koko LKEJ, 2002. Contribution à l'étude de la multiplication végétative du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.): le bouturage direct sous tunnel plastique. DEA Sciences Agronomiques, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), 57 pp.
- Kouamanan OK, 2001. Multiplication végétative du cacaoyer : le bouturage. Mémoire de Maîtrise, Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire). 40 pp.
- Mossu G, 1990. Le cacaoyer. Le technicien d'agriculture tropicale. Edition Maisonneuve et Larose, (Paris), France, 159 pp.

- Ramadasan K, 1979. Studies on the production of rooted cuttings of *Theobroma Cacao* L. under Malaysian conditions (M Sc Thesis). University of Malaya, Kuala Lumpur.
- SAS, 1989. SAS/STAT User's Guide - Ver 6. Cary (Caroline du Nord, États-Unis) : SAS Institute.
- Toxopeus H, 1970. Seasonal trend of the rooting success of cuttings of cacao clones in Nigeria and the relation with establishment ability. *Euphytica* 19: 426-429.
- Vogel M, 1977. Influence de la feuille et de l'aoûtement de la tige sur l'enracinement des boutures de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.). *Café Cacao Thé* 21 : 91-98.