



Étude de l'acclimatation en serre de vitroplants de bananiers de la FHIA: «cas de FHIA-01 AAAB et FHIA-23 AAAA»

Mazinga Kwey Michel⁽¹⁾, Useni Sikuzani Yannick^{(2)*}, Nyembo Kimuni Luciens⁽²⁾, Kasongo Lenge Mukonzo Emery⁽³⁾, Tshitungu Bilitu Eddie⁽⁴⁾, Kapenda Dumba Eric⁽²⁾, Mario Godoy Jara⁽⁵⁾, Julien Louvieux⁽⁵⁾, Baboy Longanza Louis^{(2)&(6)}, Van Koninckxloo Michel⁽⁷⁾.

⁽¹⁾Laboratoire de culture *in vitro* des plantes, Département de phytotechnie, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi B.P 1825 Lubumbashi, RD Congo. E-mail : michelmaz2003@yahoo.fr. Tél : +243970648542 ;

⁽²⁾Département de phytotechnie, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi B.P 1825 Lubumbashi, RD Congo ;

⁽³⁾Département de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi B.P 1825 Lubumbashi, RD Congo ;

⁽⁴⁾École Supérieure des Ingénieurs Industriels (ESI), Université de Lubumbashi B.P 1825 Lubumbashi, RD Congo ;

⁽⁵⁾Haute École Provinciale du Hainaut Occidentale-Condorcet et laboratoire de culture *in vitro* du centre de Recherches « Centre pour l'agronomie et l'agro-industrie de la Province de Hainaut » (CARAH asbl), rue Paul Pastur 11, 7800 ATH/Belgique ;

⁽⁶⁾Collaborateur Scientifique au Service d'Écologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, à l'Université Libre de Bruxelles, Avenue F.D. Roosevelt 50, CP 169 B-1050 Bruxelles, Belgique ;

⁽⁷⁾Centre pour l'agronomie et l'agro-industrie de la Province de Hainaut (CARAH asbl) et Inspection générale de l'enseignement supérieur de la Province de Hainaut, rue Paul Pasteur 11, 7800 ATH/Belgique.

*Auteur correspondant: yannickuseni@gmail.com

Original submitted in on 6th November 2013 Published online at www.m.elewa.org on 31st January 2014.

RÉSUMÉ

Objectifs : Les plants issus de la culture *in vitro* nécessitent une période d'acclimatation avant leur transfert au champ. Dans cette étude, la réponse des vitroplants de bananier aux fluctuations des températures et des quantités d'eau a été évaluée, lors de la phase d'acclimatation.

Méthodologie et résultats : Dans le premier essai utilisant des vitroplants du bananier plantain, hybride FHIA-23 groupe AAAA, quatre fréquences d'irrigation goutte à goutte étaient mises en application (T0= une irrigation par jour de 100 ml/goutteur/minute correspondant à un volume journalier de 3,93 mm ; T1= le double du volume d'eau de T0, T2=le triple de T0 et T4= le quadruple du volume de T0). Pour le second essai d'acclimatation en chambre de culture Binder, les vitroplants de FHIA-01 issus de la phase d'enracinement *in vitro* ont été placés sous l'influence des fluctuations continues de température variant de 14°C, 15°C, 18°C à 24°C et de l'humidité relative variant de 70 à 80 %. Les résultats obtenus montrent une cinétique d'émission foliaire évoluant nettement au cours du temps d'observation, malgré les fluctuations des températures. En outre, la comparaison des différentes quantités d'eau et leurs fréquences

d'irrigation pour chaque traitement permettent de révéler que pour un même matériel végétal et une même durée d'acclimatation, la taille des vitroplants enregistrée est sensiblement différente.

Conclusion et application de la recherche : Un bon choix de la fréquence d'irrigation favorise l'expression des potentialités intrinsèques et extrinsèques des vitroplants de bananier en phase d'acclimatation tandis qu'une résistance à la fluctuation des températures est observée avec l'hybride FHIA-01. Ceci permettrait la réussite et le respect de la durée de l'acclimatation, entraînant ainsi la mise à la disposition en temps opportun en matériel de plantation aux agriculteurs dans la région d'étude.

Mots clés : Acclimatation, serre, bananier, Hybride FHIA, vitroplants

Study of greenhouse acclimatization of micropropagated banana FHIA: "FHIA-01 and FHIA-23 AAAB AAAA"

Abstract

Objectives: The in vitro plants require a period of acclimatization before their transfer to the field. In this study, the response of banana plantlets to temperature and amount of water fluctuations was evaluated during the acclimatization phase.

Methods and results: In the first trial using the hybrid FHIA -23 group AAAA of plantain, three frequencies of drip irrigation were compared with a control treatment (T0 = one irrigation of 100 ml/emitter/min corresponding to a daily volume of 3.93 mm, T1 = twice the volume of water T0, T2 = triple volume of T0 and T4 = quadruple volume of T0). For the second acclimatization trial, the plantlets were placed under the influence of variable temperature varying between 14°C, 15 °C, 18°C and 24°C and relative humidity ranging from 70 to 80%, in a culture chamber Binder. For this test, rooted FHIA- 01 plantlets were used. The results show how foliar emission kinetics significantly evolved during the observation time, despite fluctuations in temperature. In addition, the comparison of different amounts of water and frequency of irrigation for each treatment revealed that for the same plant material and the same period of acclimatization, the size of the plantlets was significantly different.

Conclusion and application of research: A good selection of irrigation frequency encourages the expression of intrinsic and extrinsic potential of banana plantlets in acclimatization phase while resistance to changes in temperature was observed with the hybrid FHIA- 01. This would enable the success of acclimatization, leading to in time availability of plantlets for the farmers in the studied region.

Keywords: Acclimatization, shakes, banana, hybrid FHIA, vitroplants

INTRODUCTION

En culture de bananiers, le principe général est d'assurer l'alimentation en eau des bananiers sans stress hydrique (excès ou manque) avec un bon coefficient d'efficacité de l'arrosage. Un déficit en eau a un effet négatif très important sur la croissance des plants, alors que les nématodes pouvaient encore bien se reproduire. Une fourniture d'eau très élevée réduit légèrement la croissance générale des plants, mais les nématodes pouvaient à peine se reproduire. Un volume d'eau intermédiaire a été le meilleur pour la croissance des plants, mais il était également favorable à la reproduction des nématodes (Elsen, 2002). En conduite conventionnelle, les besoins en eau nécessitent de 30 à 35 mm par semaine, soit

deux arrosages par semaine (Quénéhervé et al., 2005). L'un des facteurs limitants est le besoin en eau. Le maintien d'une bonne fréquence d'irrigation permet d'améliorer la croissance, le développement en serre et le rendement en kilogrammes au champ (Mateille et Foncelle, 1989). La masse du rejet du bananier varie selon que ce dernier est jeune ou âgé. Les rejets jeunes, vitroplants de bananier en phase d'acclimatation tout comme les rejet-écailles, perdent beaucoup d'eau malgré qu'il soit soumis aux mêmes conditions que ceux âgés. Le choix d'une bonne fréquence d'irrigation permettrait une meilleure reprise des vitroplants pendant la phase d'acclimatation. Grâce aux enzymes hydrolytiques,

l'irrigation permet la mobilisation des réserves entraînant ainsi la croissance des vitroplants de bananier (Boyé et al., 2008). Les rhizomes de ces derniers étant principalement riches en amidon, ceux-ci sont hydrolysés par l'amylase en sucres solubles nécessaires à la reprise de croissance des vitroplants de bananier lors de l'acclimatation (Turquin, 2005). Il a été remarqué une dégradation graduelle des tissus internes proportionnellement à la durée du stress hydrique (Turquin, 1998). La bonne fréquence d'irrigation permettrait ou favoriserait un bon système racinaire (Comes, 1992; Bassaglia, 2004 ; Boyé et al., 2008 ; Meyer et al., 2008). Ce domaine d'étude est particulièrement important pour nous, en raison de la baisse des disponibilités en eau et à une longue saison sèche dans le milieu périurbain de Lubumbashi. La connaissance des effets de la température sur le développement de la plante permet aux horticulteurs d'ajuster leur développement aux conditions commerciales à

travers le monde (Elsen, 2002). Le thermopériodisme, succession répétitive de plusieurs températures chacune optimale pour un phénomène biologique, influence la morphogénèse. L'alternance journalière de température : chaude le jour et froide la nuit, avec une différence thermique jour/nuit de l'ordre de 6°C en région tempérée et moins de 6°C en région chaude, est un des facteurs limitants pour le bon développement des végétaux (Morot-Gaudry, 1997 ; Haicour et al., 2002 ; De Riviers, 2003 ; Bournerias et Bock, 2007 ; Prat, 2007). En effet, les plants issus de la culture *in vitro* nécessitent une période d'acclimatation avant leur transfert au champ. Au cours de l'adaptation, les conditions de températures et d'irrigation ainsi que la qualité du substrat font l'objet d'une attention particulière. Dans cette étude, la réponse de vitroplants de bananier aux fluctuations des températures et de quantités d'eau a été évaluée, lors de la phase d'acclimatation.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Effet de volumes d'eau et fréquences d'irrigation sur les vitroplans de FHIA-23: Dans cet essai le matériel d'étude était constitué des vitroplants de bananier plantain, hybride FHIA-23 groupe AAAA. L'essai s'est déroulé de juillet à septembre 2010 dans la serre tropicale expérimentale du CARAH (asbl)/HEPH- Condorcet d'Ath en Belgique. Pour l'optimisation de l'alimentation hydrique, quatre fréquences d'irrigation goutte à goutte étaient mises en application et constituaient les trois traitements en plus d'un témoin. Le témoin (To) a reçu le volume d'eau et la fréquence de référence, soit une irrigation par jour de 100 ml/goutteur/minute correspondant à un volume

journalier de 3,93 mm tandis que le 1^{er} traitement (T1) a reçu le double du volume d'eau de To, le 2^{ème} traitement (T2), le triple de To et enfin le 3^{ème} traitement, le quadruple du volume de To, tel que montré dans le tableau 1. Chaque vitroplant était repiqué dans un pot de 18 cm de diamètre, garni de terreau, sur une surface de 0,0254 m². L'humidité relative était maintenue également par l'irrigation goutte à goutte. Les pots ainsi que le dispositif d'irrigation constitués d'une minuterie ont été placés selon un dispositif expérimental en blocs complets randomisés. Tous les traitements, y compris le témoin, ont été répétés dix fois.

Tableau 1 : Traitements ou fréquences d'irrigation des vitroplants du bananier lors de l'acclimatation en serre

Traitements	N° goutteur	Temps d'irrigation (minute)/jour	Fréquence/jour	Volume d'irrigation (mm)/jour	Volume irrigation (mm)/mois
Témoin	1	1	1	3,93	117,9
T1	1	1	2	7,86	235,8
T2	1	3	3	11,79	353,7
T3	2	3	3	23,58	707,4

Les observations sur les paramètres de croissance et de développement étaient réalisées tous les 15 jours pendant 8 semaines. Ces observations ont porté essentiellement sur la taille des vitroplants, la circonférence du pseudo-tronc, la surface foliaire et le nombre de feuilles par vitroplant. Les données ainsi récoltées ont été soumises à une analyse de la variance (ANOVA), à l'aide du logiciel SPSS. En cas de différences significatives, la comparaison des moyennes était réalisée par le test de Newman-Keuls au seuil 5 %.

Réponse de vitroplants de FHIA-01 AAAB aux fluctuations des températures : Pour l'essai d'acclimatation en chambre de culture « Binder », le matériel végétal était constitué des vitroplants de FHIA-01 issus de la phase d'enracinement *in vitro*, prêts à être transférés en serre pour être sevrés. Ces vitroplants ont été extraits des bocalux et leurs racines réduites à plus ou moins 0,5 cm de longueur. Ceci, bien avant qu'ils soient abondamment rincés à l'eau courante afin d'éliminer tout reste de milieu de culture. Contrairement à la recommandation de Haicour, de plonger les vitroplants pendant une à deux minutes dans un bain de fongicide de type benlate (Haicour et al., 2002). Les vitroplants ont été repiqués individuellement dans des pots de 190 cm² garnis de terreau horticole. L'ensemble des pots était placé dans des bacs métalliques à raison de 6 pots par bac. La culture a été placée dans la chambre de culture **Binder** à une photopériode de 16 h/8 h. L'arrosage des vitroplants pendant l'essai était fait de façon légère tous les 7 jours par un arrosage indirect au cours duquel 1,5 l d'eau du robinet étaient versés dans le bac une fois par semaine, à raison de 10,52 mm/jour soit 95 ml d'eau/jour/bac. Les vitroplants ont été placés sous

l'influence des fluctuations continues des températures variant de 14°C, 15°C, 18°C à 24°C et d'humidité relative variant de 70 à 80 % (Photo 1). Ce choix des différentes gammes de température a été décidé en fonction des températures de la région de Lubumbashi. En effet, la température moyenne annuelle de la région de Lubumbashi est de 20,3°C (Vandenput, 1981) et elle permet de cultiver des bananiers bien que dans des conditions optimales, la température moyenne annuelle requise doit être au-dessus de 22°C (Sys et al., 1993). Dans le cas de cet essai, les observations sur les paramètres de croissance (Taille, diamètre des pseudotruncs, nombre de feuilles et surface foliaire) ont été réalisées tous les quinze jours pendant 8 semaines.



Photo 1 : Essai d'acclimatation des vitroplants de FHIA-01, en chambre de culture Binder.

RÉSULTATS

Effet de volume d'eau et fréquences d'irrigation sur le comportement des vitroplans de FHIA-23 : Une différence significative de la taille de vitroplants en fonction du temps et des traitements a été enregistrée (mieux valait Supprimer la 1^{ère} phrase car avec la 2^{ème} phrase, il y a une répétition inutile). Le traitement T1 a enregistré les meilleures moyennes de taille à toutes les périodes d'observation (Figure 1). Par ailleurs, l'ANOVA a révélé aussi un effet temps dans le même

sens que la taille sur le diamètre du pseudo-tronc entre les différents traitements. Les vitroplants de T1, T2, T3 ont montré des différences significatives entre eux et témoin a enregistré le diamètre inférieur peu importe le temps d'observation. Similairement à la taille, le traitement T1 a enregistré les meilleures moyennes de diamètre du pseudo-tronc à toutes les périodes d'observation (Figures 1).

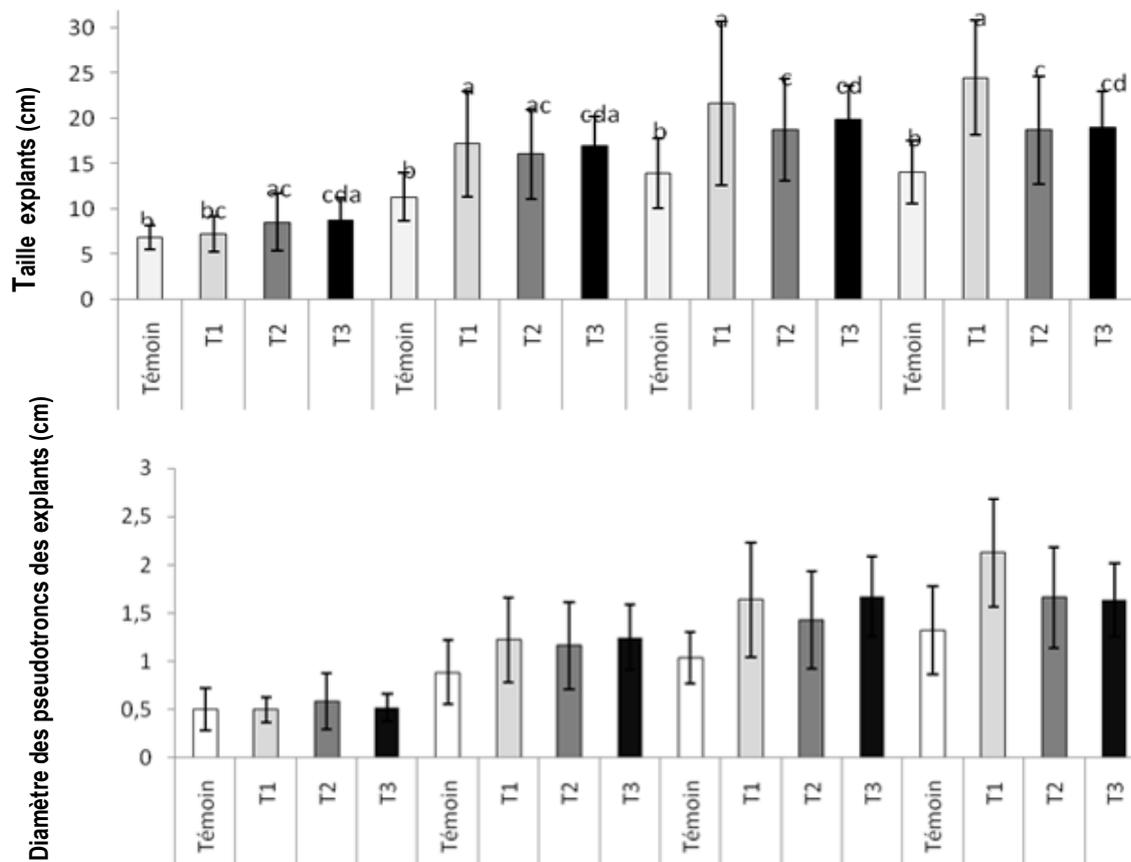


Figure 1. Évolution moyenne de la taille et du diamètre des pseudo-trons des vitroplants de bananier chaque fois en une période de 15 jours sous différents volumes et différentes fréquences d'irrigation au bout de 8 semaines d'acclimatation. Les barres d'erreur sont les Écarts types. Les moyennes des diamètres des traitements suivies d'une même lettre pour une période d'observation soit (2 semaines, 4 semaines, 6 semaines et 8 semaines) ne sont pas statistiquement différentes (Test de Newman-Keuls au seuil 5%).

De la moyenne des feuilles émises, quel que soit le traitement, l'évolution de l'émission foliaire ne révèle aucune différence significative. Pour la surface foliaire, il se dégage des différences significatives selon les

différents temps d'observation. Le traitement T1 a révélé une meilleure évolution de la surface foliaire aux 6^{ème} et 8^{ème} semaines par rapport aux autres (Figure 2).

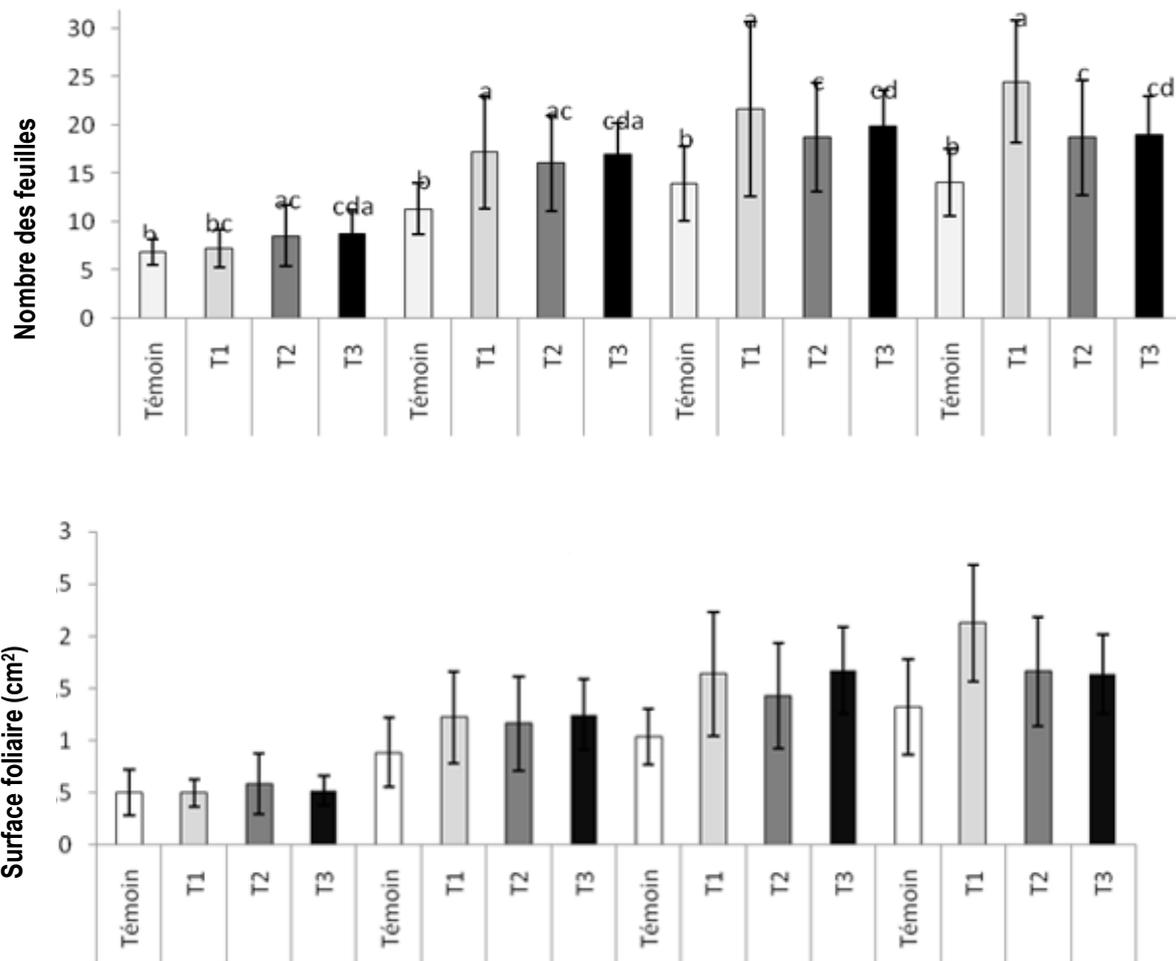


Figure 2. Évolution moyenne de la surface foliaire et d'émission foliaire des vitroplants de bananier chaque fois en une période de 15 jours sous différents volumes et différentes fréquences d'irrigation au bout de 8 semaines d'acclimatation.

En analyse multivariée (analyse discriminante), il a été constaté que seul l'accroissement de l'émission foliaire des deux premières semaines (feuilles1) et celui de la surface foliaire à quatre semaines ont été

significativement influencés par les différents volumes et la fréquence d'irrigation avant classement (Tableau 2).

Tableau 2 : Accroissements moyens journaliers des différents paramètres de croissance et de développement en réponse aux différents volumes et fréquences d'irrigation avant classement

Paramètres	Traitements				Valeur p
	T0	T1	T2	T3	
Feuilles 1	0,06±0,10	0,75±0,08	0,16±0,47	0,09±0,09	0,03
Feuilles 2	0,53±0,28	1±0,53	0,89±0,43	0,85±0,27	0,14
Feuilles 3	0,0±0	0,6±0,36	0,00±0,00	0,00±0,00	0,09
Taille 1	0,30±0,14	0,40±0,45	0,53±0,36	0,54±0,31	0,15
Taille 2	0,17±0,13	2,38±6,04	0,19±0,20	0,19±0,18	0,31
Taille 3	0,08±0,13	6,6±3,51	0,22±0,28	0,12±0,19	0,36
Surface F 1	4,3±1,8	8,9±6,79	8,23±4,86	9,58±5,01	0,08

Surface F 2	0,9±1,1	2,9±6,98	1,06±1,82	0,89±1,57	0,00
Surface F 3	1,3±1,4	0,04±0,30	0,04±0,02	1,72±2,56	0,85
Diamètre 1	0,02±0,01	0,33±0,29	0,01±0,01	0,48±0,23	0,23
Diamètre 2	0,01±0	0,43±0,46	0,03±0,03	0,28±0,16	0,11
Diamètre 3	0,02±			0,01±0,01	0,32
Avant classement %	75	87,5	25	37,5	

En outre, il a été constaté qu'après classement, les accroissements d'émission foliaire à 2 et 4 semaines, les surfaces foliaires à 2 et 4 semaines, la taille à 2

semaines, le diamètre à 4 semaines sont devenus significatifs avec des moyennes appropriées à chaque traitement (Tableau 3)

Tableau 3 : Accroissements moyens journaliers des différents paramètres de croissance et de développement en réponse aux différents volumes et fréquences d'irrigation après classement

Paramètres	Traitements				Valeur p
	T0	T1	T2	T3	
Feuilles 1	0,74±0,10	0,15±0,08	0,00±0,02	0,01±0,07	0,007
Feuilles 2	0,47±0,30	1,00±0,57	0,85±0,03	0,90±0,26	0,029
Feuilles 3	0±0	0,10±0,03	0±0	0±0	0,096
Taille 1	0,26±0,16	0,66±0,36	0,52±0,03	0,61±0,23	0,045
Taille 2	0,16±0,12	0,40±0,45	0,01±0,01	0,26±0,23	0,201
Taille 3	0,12±0,17	2,38±6,04	0,02±0,02	0,06±0,13	0,363
Surface F 1	3,88±2,27	6,61±3,51	8,30±4,64	10,5±4,06	0,007
Surface F 2	0,96±0,16	8,99±6,79	0,03±0,03	1,53±2,22	0,000
Surface F 3	1,71±1,76	2,94±6,98	3,11±3,37	0,96±1,90	0,687
Diamètre 1	0,02±0,15	0,04±0,03	0,04±0,02	0,05±0,02	0,087
Diamètre 2	0,10±0,00	0,03±0,02	0,01±0,00	0,35±0,01	0,012
Diamètre 3	0,23±0,18	0,04±0,04	0,34±0,03	0,01±0,01	0,187
Après classement %	75	87,5	25	37,5	

Le pourcentage « bien classé » avant classement était de 75%, 87,5%, 25% et 37,5%. Après amélioration du classement le pourcentage est passé de 75%, 87,5%,

25% et 37,5%, illustrant une séparation nette entre les barycentres de chaque traitement (Figure 3).

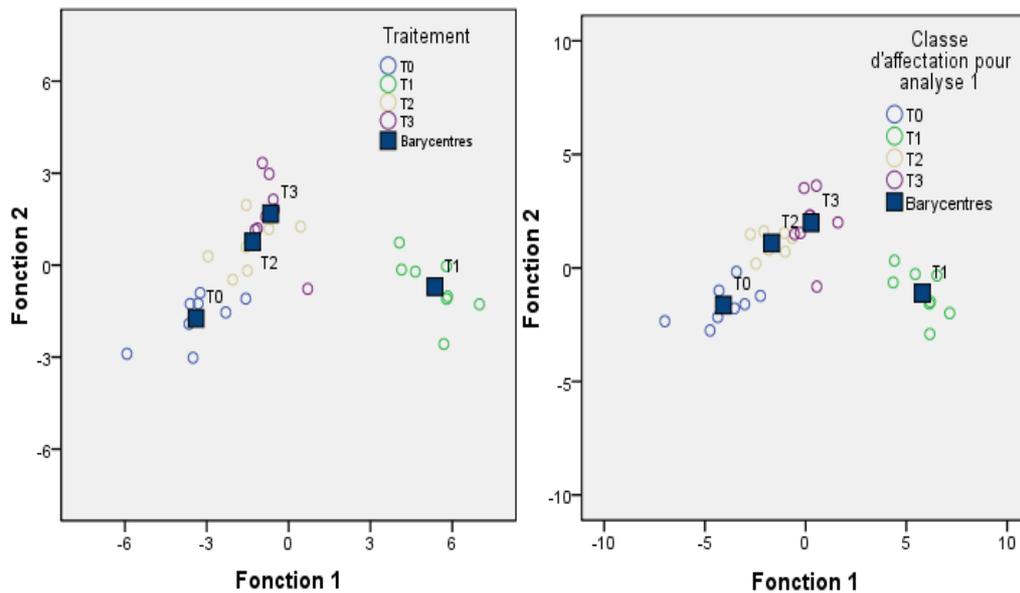


Figure 3. Fonctions discriminantes canoniques de l'évolution moyenne de la croissance et du développement des vitroplants de bananier sous différents volumes et différentes fréquences d'irrigation au bout de 8 semaines d'acclimatation.

Réponse des vitroplants de FHIA-01 AAAB aux fluctuations des températures : Les valeurs expérimentales obtenues sur les paramètres de croissance (la taille de vitroplants, le diamètre des

pseudo-troncs et la surface foliaire) ont d'une manière générale montré une évolution de la vitesse de croissance maximale (Figures 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

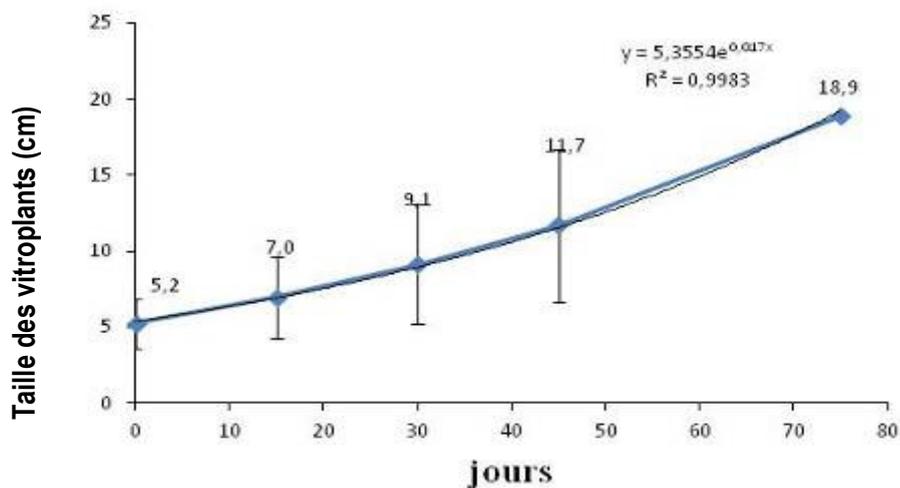


Figure 4. Évolution journalière moyenne de la taille des vitroplants de bananier pendant la période d'étude. Les barres d'erreur sont les Écarts types. Les chiffres au dessus des barres d'erreur représentent les moyennes enregistrées à chaque période d'observations.

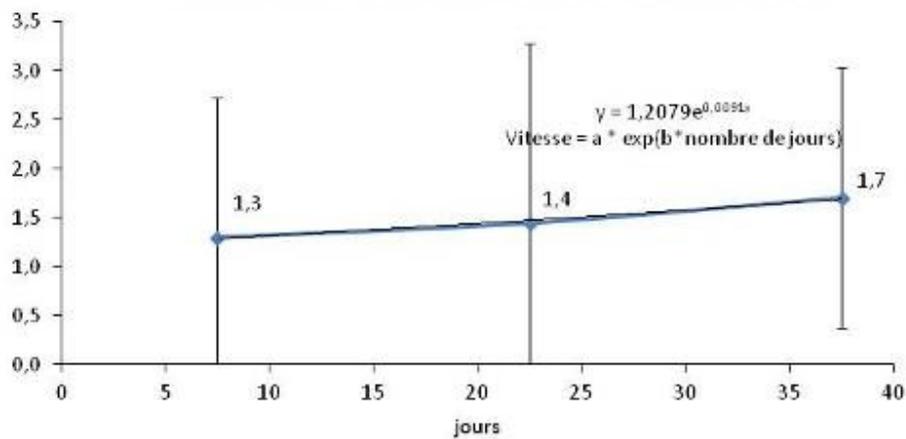


Figure 5. Évolution journalière de la vitesse moyenne de croissance en longueur des vitroplants de bananier. Les barres d'erreur sont les Écarts types. Les chiffres au dessus des barres d'erreur représentent les moyennes enregistrées à chaque période d'observations.

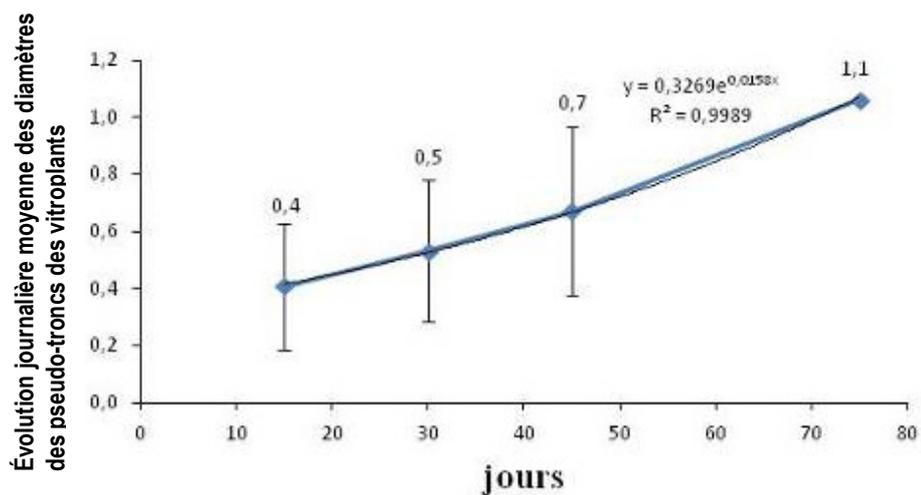


Figure 6. Évolution journalière moyenne des diamètres des pseudo-troncs des vitroplants de bananier. Les barres d'erreur sont les Écarts types. Les chiffres au dessus des barres d'erreur représentent les moyennes enregistrées à chaque période d'observations

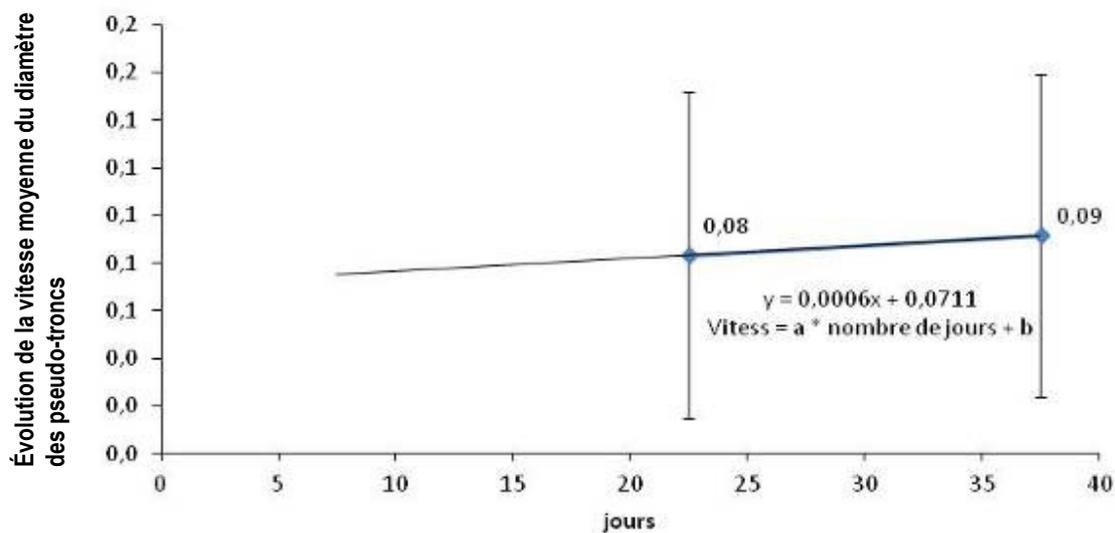


Figure 7. Évolution de la vitesse moyenne du diamètre des pseudo-troncs des vitroplants de bananier. Les barres d'erreur sont les Écarts types. Les chiffres au-dessus des barres d'erreur représentent les moyennes enregistrées à chaque période d'observations.

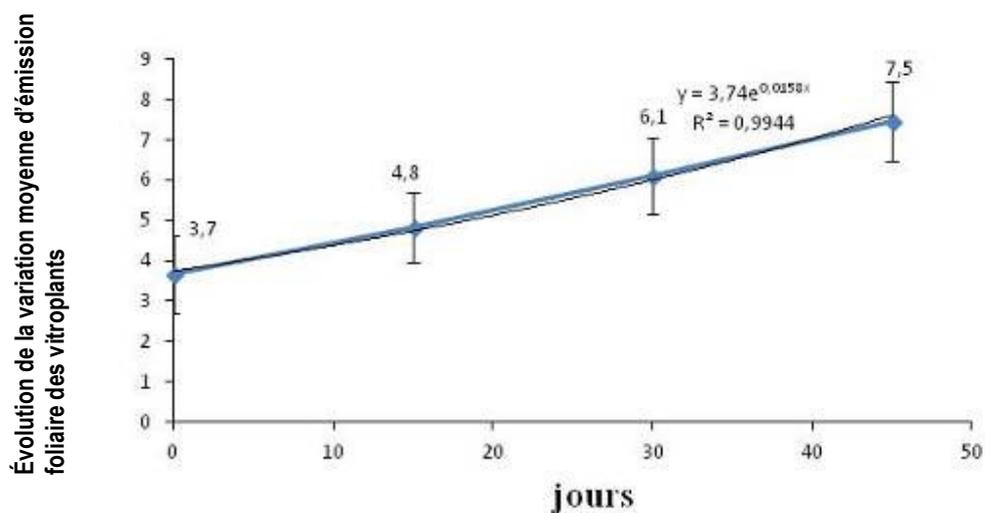


Figure 8. Évolution de la variation moyenne d'émission foliaire des vitroplants. Les barres d'erreur sont les Écarts types. Les chiffres au-dessus des barres d'erreur représentent les moyennes enregistrées à chaque période d'observations.

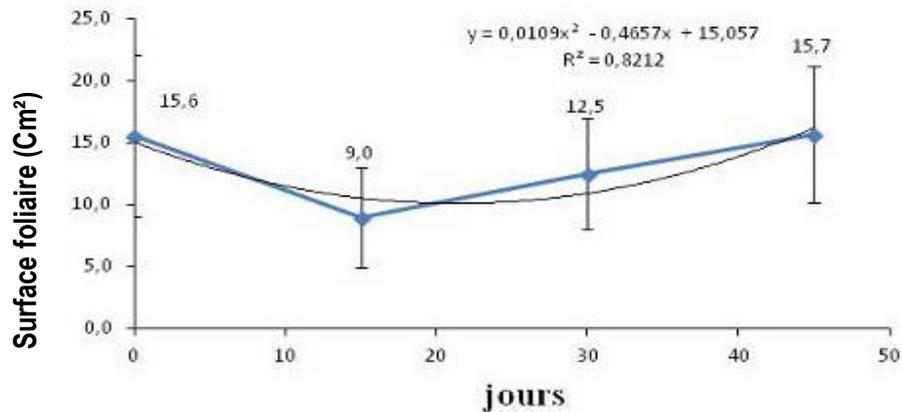


Figure 9. variation moyenne de la surface foliaire des vitroplants de bananier. Les barres d'erreur sont les Écarts types. Les chiffres au-dessus des barres d'erreur représentent les moyennes enregistrées à chaque période d'observations

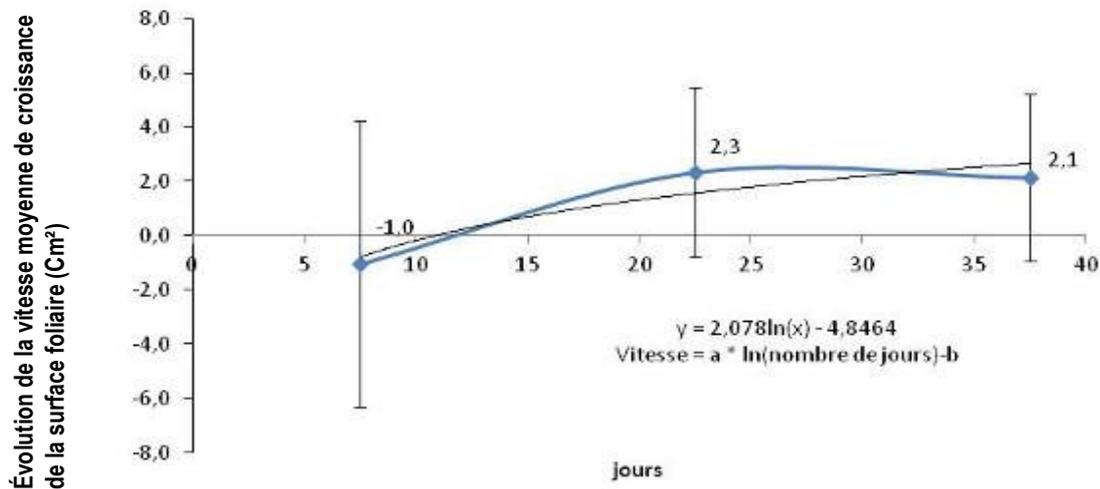


Figure 10. Évolution de la vitesse moyenne de croissance de la surface foliaire. Les barres d'erreur sont les Écarts types. Les chiffres au-dessus des barres d'erreur représentent les moyennes enregistrées à chaque période d'observations.

DISCUSSIONS

Effet des fréquences d'irrigation : La déshydratation est sans effet sur les parties aériennes des hybrides de bananier plantain (FHIA). Ceci s'explique par l'effet de stress hydrique se traduisant sur les caractéristiques de croissance (Krauss et *al.*, 1999 ; Blomme et *al.*, 2001 ; Boyé et *al.*, 2008), notamment une stimulation des processus métaboliques qui une fois initiés se poursuivraient après l'adaptation. Mais aussi, chez le bananier les signes d'excès d'eau sur l'appareil végétatif sont semblables au manque d'eau (Lassoudière, 2007). Cette action de la déshydratation pourrait s'exercer sur le signal hormonal

des molécules effectives qui affecte l'information génétique mise à contribution pour la croissance et le développement des rejets (Turquin, 1998). Une bonne fréquence d'irrigation de vitroplants lors de la phase d'acclimatation, est similaire à une déshydratation d'un mois qui agirait dans le sens de levée de dormance du méristème apical des rejet-écailles en favorisant un développement harmonieux des bananiers par activation des fonctions métaboliques basales (Osonubi et Davies, 1978). Par ailleurs, les moyennes globales de la surface foliaire des vitroplants au bout de 8 semaines des traitements T1, T2 et T3 sont

significativement supérieures à celle de témoin. Le traitement T1 a enregistré une meilleure moyenne contrairement à Blomme et *al.* (2001) qui considèrent que la déshydratation est sans effet sur les parties caulinaires des hybrides de bananier plantain (FHIA). La diminution de la taille enregistrée chez les vitroplants issus du témoin est due essentiellement au régime d'irrigation. Cette constatation est en accord avec les résultats de Turquin et *al.* (2005). La comparaison de différentes quantités d'eau et leurs fréquences d'irrigation pour chaque traitement permettent de révéler que pour un même matériel végétal et une même durée d'acclimatation, la taille des vitroplants enregistrée est sensiblement différente. Cela montre que de tous les régimes d'irrigation constitués pour l'expérimentation, le régime du traitement T1 répond efficacement à la croissance de vitroplants. Les résultats obtenus sur les vitroplants du bananier s'opposent aux résultats de Boyé et *al.* (2008) selon lesquels le stress hydrique d'un mois induirait un accroissement de la hauteur des bananiers issus des rejet-écailles. Lorsque les vitroplants sont soumis à une seule irrigation par jour et lorsqu'un tel régime perdure, les cellules connaissent un déficit hydrique. Et aussi une dégradation des tissus internes au fur et à mesure que la durée du manque hydrique augmente (Turquin et *al.*, 2005) entraînant la croissance, ainsi, la taille de vitroplants diminue fortement comme le montre la taille de vitroplants du traitement témoin. Volaire et *al.* (2001) constatent que chez les dactyles soumis au déficit hydrique progressif, la teneur en eau de ces tissus décroît lentement et atteint un seuil limite autour de 30 % en-dessous duquel une chute de stabilité membranaire est observée, correspondant à la mortalité des talles.

Effet des températures sur les vitroplants FHIA-01

AAAB : Les valeurs expérimentales obtenues sur les paramètres de croissance (la taille de vitroplants, la surface foliaire et le diamètre des pseudo-troncs) ont d'une manière générale montrée une évolution de la vitesse de croissance maximale. Ces valeurs ont atteint plus de la moitié de leur dimension finale (Sané et Huber, 2007). Quelles que soient les fluctuations des températures, il se dégage une augmentation de la taille des vitroplants à chaque moment d'observation. Celle-ci malgré la perte de 5,1cm estimée au bout de 75 jours. Cette perte pourrait être due à l'insuffisance de lumière dans la chambre de culture. Par ailleurs, il est connu chez le bananier que le manque de lumière agit sur la hauteur de rejets (Lassoudière, 2007).

Ces résultats sont en accord avec Jones qui conclut que FHIA-01 tend à donner une meilleure performance en conditions subtropicales (Jones, 2000). L'hybride FHIA-01 produit un rendement élevé même dans des conditions défavorables, et notamment en cas de sécheresse (FHIA, 2000). Contrairement aux résultats de Lassoudière (2007) qui montrent que la saisonnalité de production conséquence d'un arrêt de croissance chez le bananier est enregistrée avec une moyenne journalière de 15°C à 18°C en saison fraîche (Lassoudière, 2007). L'optimum global de la productivité, c'est-à-dire un équilibre optimal entre le taux moyen de l'émergence respective de la feuille et le taux d'assimilation nette est de 27°C. Par ailleurs, la température minimale pour la croissance est de 14°C et 16°C pour le développement. La croissance et le développement d'une plante cultivée dépendent essentiellement de l'augmentation progressive de sa surface foliaire. Cette dernière permet à la plante d'utiliser plus efficacement l'énergie solaire au cours de la photosynthèse. Le captage du rayonnement solaire par la surface foliaire est influencé par la taille, la forme, l'âge, l'angle d'insertion sur le tronc, la séparation verticale et la disposition horizontale de la feuille (Yoshida, 1972). Dans le cas du bananier, le rayonnement intervient indirectement par la température (Lassoudière, 2007). Par ailleurs, l'optimum thermique et la tolérance aux températures varient selon les espèces. Les exigences thermiques des organes souterrains tels que les bulbes et les tubercules sont très variables selon les espèces (Meyer et *al.*, 2008). L'état physiologique des vitroplants, l'intensité et la durée du froid, la vitesse de refroidissement et de réchauffement appliqués dans cette étude peuvent aussi expliquer cette tolérance de FHIA-01 aux fluctuations des températures (Sané et Huber, 2007). La faible diminution de la taille et du diamètre des pseudo-troncs tant soit peu, serait favorisée par l'insuffisance nutritionnelle (Koné et *al.*, 2010). Les réactions biologiques dépendent généralement d'enzymes dont les propriétés catalytiques peuvent être détruites par les températures élevées. La croissance résulte aussi de la combinaison de divers phénomènes: les uns comme la photosynthèse provoque un accroissement de la matière disponible, les autres comme la respiration correspondent à une disparition de la matière (Sané et Huber, 2007). Ce qui laisse à penser que la respiration des vitroplants placés dans la chambre de culture Binder augmentait plus vite que la photosynthèse avec la température. Entraînant le bilan global, qui fait

apparaître une diminution de la vitesse de la croissance de vitroplants. Cette diminution peut aussi être due au froid qui provoque l'accident (*Chilling*) occasionné par les baisses des températures programmées dans la chambre de culture (Sané et Huber, 2007). La nutrition du bananier pendant le sevrage est très important. Elle devrait être estimée par rapport aux besoins du bananier adulte. Les apports devraient être en moyenne, de 10 à 20 fois supérieurs aux besoins de la plante adulte. Les résultats obtenus dans notre étude montrent un bon développement initial des vitroplants de FHIA-01. Il a été observé, une cinétique d'émission foliaire évoluant nettement au cours du temps d'observation cela malgré les fluctuations des températures. Les résultats sur le développement, seraient attribués à l'apport de vitamines contenus dans le milieu MS qu'ont bénéficié les vitroplants au cours des différentes phases de culture *in vitro* (Koné et al., 2010). Ces résultats sur le bon développement, démontrent la bonne évolution de la croissance des vitroplants de FHIA-01 dans des conditions des fluctuations de températures. Ceci, étant donné la dépendance qui existe entre croissance et

différenciation dont l'ensemble constitue le développement (Sané et Huber, 2007). L'angle d'insertion est très important pour la productivité de la culture puisque de lui dépendent l'exposition des feuilles aux rayons du soleil et donc une répartition plus uniforme de la lumière à travers le couvert végétal. Ceci autorise une activité photosynthétique plus efficace aux niveaux intermédiaires et inférieurs de la plante (Cayón, 1992). La chlorophylle, présente dans toutes les plantes vertes, est un des pigments les plus étroitement liés à l'efficacité photosynthétique, à la croissance et à l'adaptation des plantes à leur environnement. Kumar et al. (1972) ont mis en évidence un gradient de chlorophylle chez la canne à sucre allant de l'apex à la base des feuilles individualisées ainsi qu'entre feuilles d'âges différents. En comparant les fluctuations de températures de cette étude aux exigences de températures de bananier, cela a permis de vérifier l'aptitude de vitroplants de l'hybride FHIA-01 de bananier à s'adapter aux conditions de la région de Lubumbashi. Au regard des résultats de cette étude, FHIA-01 semble bien tolérer les fluctuations des températures.

CONCLUSION

Au vu des résultats obtenus de ces essais, avec l'application des méthodes ou techniques appropriées, les producteurs seraient assurés d'une acclimatation et de l'obtention de bons rendements avec l'hybride FHIA-01 quelles que soient les fluctuations de températures dans ces conditions. Cette étude a permis la mise en évidence de l'efficacité du régime d'irrigation goutte à goutte ainsi que sa fréquence démontrant ainsi l'impact d'une telle pratique dans la promotion de l'agriculture durable. La croissance des vitroplants de bananier FHIA-23 issus du traitement T1 a été nettement

meilleure à celle des vitroplants provenant d'autres traitements. Ces résultats signifient clairement qu'un bon choix de la fréquence d'irrigation favorise l'expression des potentialités intrinsèques et extrinsèques des vitroplants de bananier en phase d'acclimatation. Pour Lubumbashi et son hinterland, le recours à une fréquence d'eau modérée (sans excès) permettrait la réussite et le respect de la durée de l'acclimatation, entraînant ainsi la mise à la disposition des agriculteurs, en temps opportun, du matériel de plantation.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la CUD (Commission Universitaire au Développement), le CARAH (Centre

pour l'agronomie et l'agro-industrie de la province de Hainaut) en Belgique.

BIBLIOGRAPHIE

Bassaglia Y, 2004. Biologie cellulaire. Maloine (Editeur), 2^e édition, Collection Sciences fondamentales, Paris. 198 pp.

Blomme G, Swennen R, Tenkouano A, Ortiz R et Vuylsteke D, 2001. Estimation du développement des racines à partir des caractéristiques des parties aériennes chez les bananiers et les bananiers plantains (*Musa spp.*). *Info musa* 10 (1): 15-17.

Bournerias M et Bock C, 2007. *Le génie des végétaux. Des conquérants fragiles*, Belin pour la science, 287 p.

Boyé MAD., Coulibaly DR, Turquin L, Anno AP et Zouzou M, 2008. Caractérisation pathologique *in vivo* du stress hydrique sur les rejet-écailles de bananier plantain *Musa AAB cv Corne 1*. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 11: 143-158.

- Cayón G, 1992. Fotosíntesis y productividad de cultivos. *Revista Comafi* 19 (2): 23-31.
- Comes D, 1992. *Les végétaux et le froid*, Hermann collection Méthodes, 600 p.
- De Riviers G, 2003. *Biologie et physiologie des algues*, 2 tomes, Belin Sup.
- Debergh PC, 1983. Effects of agar brand and concentration on the tissue culture medium. *Physiol. Plant.* 59: 270-276.
- Elsen A, 2002. Étude de l'interaction entre champignons mycorrhiziens arbusculaires et nématodes parasitaires des plantes chez *Musa spp.* *INFOMUSA* 11(1):55- 56.
- FHIA, 2000. *Bananas and Plantains*. <<http://honduras.com/fhia/banana.htm>>.
- Fletcher PJ, Fletcher JD and Cross RJ, 1998. Potato germplasm *in-vitro* storage and virus reduction. *Journal of crop and horticultural science* 26(3): 249-252.
- Haicour R, Ducreux G et Ambroise A, 2002. *Biotechnologies végétales : technique de laboratoire*, édition Tec & Doc. Lavoisier, p. 305.
- Jones DR, 2000. *Diseases of banana, abacá and enset*. CABI Publishing, Wallingford, (ed.). Royaume-Uni, 544 p.
- Jones MM, Osmond B and Turner NC, 1980. Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower in response to water deficits. *Aus. J. Plant. Physiol.*, 7: 193-205.
- Koné T, Koné M, Koné D, Kouakou TH, Traoré S et Koudio YJ, 2010. Effet de la photopériode et des vitamines sur la micropropagation du bananier plantain (*Musa AAB*) à partir de rejets écaillés de rang1. *Journal of Applied Biosciences* 26: 1675 –1686.
- Krauss U, Figueroa R, Johanson A, Arévalo E, Anguiz R, Cabezas O et García L, 1999. Les variétés de *Musa* au Pérou : classification, utilisations, potentiel et contraintes de production. *INFOMUSA* 8(2):19-26.
- Kumar A, Acin NM et Alexander AG, 1972. Relationships of chlorophyll and enzyme gradients to sucrose contents leaves. *Ann. Rept. Agric. Exp. Sta. Univ. P.R.* (1970-1971).
- Lassoudière A, 2007. *Le bananier et sa culture*. Editions Quae, RD 10, 78026 Versailles Cedex, France, 283: 83-87.
- Mateille T et Foncelle B, 1989. Techniques de production de vitro-plants de bananier CV. « Poyo ». P.H.M. *Revue Horticole* 44 : 39-45.
- Meyer S, Reeb C et Bosdeveix R, 2008. *Botanique; Biologie et physiologie végétales*, 2è édition, Maloine, 490 p.
- Morot-Gaudry J-F, 1997. *Assimilation de l'azote chez les plantes. Aspects physiologiques, biochimiques et moléculaires*. INRA, Morot-Gaudry éd, 422 p.
- Osonubi O et Davies WJ, 1978. Solute accumulation in leaves and roots of woody plants subjected to water stress. *Oecologia* 32 : 323-332.
- Prat R, 2007. *Expérimentation en biologie et en physiologie végétale*, Hermann et Quae, 296 p.
- Quénéhervé P, Marie-Luce S, Barout B et Demangé F, 2005. Une technique de criblage variétal précoce des bananiers envers les nématodes phytoparasites. *Nematology*, 8(1) : 147-152
- Sané DP et Huber L, 2007. *Bioclimatologie. Concepts et applications*. 336p.
- Sys CE, Van R, Debaveye J and Beernaert F., 1993. *Land Evaluation Part III. Crop requirements*. Agric. Publications No.7. General Administration for Dev. Co-operation, Brussels, Belgium.
- Trakulnaleumsai C, Ketsa S et Van Doorn W.G., 2006. Temperature Effects on Peel Spotting in 'Sucrier' Banana Fruit. *Postharvest and Biology Technology*, 39: 285-290.
- Turquin L, 1998. *Contribution à l'étude de la croissance et du développement des rejets de type b chez le bananier plantain (Musa AAB cv Corne1): Activité de quelques analogues structuraux de l'acide phénoxyacétique (APA)*. Thèse de Doctorat ès Sciences naturelles. Université d'Aix-Marseille 1, 222 p.
- Turquin L, Aké S, Anno P, Dégné E et N'guessan T, 2005. Activité de l'acide phénoxyacétique et de ces dérivés sur la croissance du bananier plantain (*Musa AAB*) cv Corne 1 en culture hydroponique. *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, 20 : 31 - 60.
- Vandenput R, 1981. *Les cultures principales en Afrique Centrale*. AGCD. Bruxelles, Belgique, 1252p.
- Voltaire F et Lelièvre F., 2001. Drought survival in *Dactylis glomerata* and *Festuca arundinacea* under similar rooting conditions in tubes. *Plant and Soil*, 229 : 225-234
- Yoshida S, 1972. Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. of Plant Physiol.* 23:437-464.