

Effets de doses croissantes de NaCl sur le comportement du bananier et la morpho diversité de champignons du sol

[Different NaCl levels impact on banana growth and morphological diversity of soil's fungi]

Mazinga Kwey Michel¹, Banza Mukalay John², and Kabongo Ngoy Jules²

¹Laboratoire des cultures in vitro, Département de phytotechnie, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

²Département de phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Banana is exposed to many problems including excessive soil salinity and irrigation waters that decrease productivity. This trial was conducted to evaluate the effects of salinity on the behavior of banana and diversity of fungi in the soil. The trial was installed under greenhouse craft following a completely randomized design with 3 replications. Two banana cultivars (Pelipita ABB and Plantain) were subjected to increasing doses of NaCl (0, 2, 4, 6 and 8 g/l). The behavior of cultivars, Na and K accumulation in the leaves and the color diversity of fungi were studied. The results obtained show a similar behavior between the two cultivars of banana on the observed parameters, except the leaf area in 15 days, which is high on the cultivar 1. High levels of NaCl decrease leaf area. Significant differences were observed with a high accumulation of Na with T1 and T2 and a high accumulation of K in T5 and T7. Finally the treatments that received low doses of salt have found a high diversity of fungi colors. These results show that the selection of tolerant cultivars is an inexpensive option to increase banana yield on saline soils, in a context where some poor farming practices such as irrigation and mineral fertilization lead to salinization.

KEYWORDS: Banana, tolerance, salinity, minerals, fungus.

RESUME: Le bananier est exposé à de nombreux problèmes entre autres la salinité excessive des sols et des eaux d'irrigation qui entraînent une chute de sa productivité. Cet essai a été conduit en vue d'évaluer les effets de la salinité sur le comportement du bananier et la diversité de la coloration des champignons dans ce sol. L'essai a été installé sous serre suivant un dispositif complètement randomisé à 3 répétitions. Deux cultivars de bananier (Pelipita ABB et Plantain), ont été soumis aux doses croissantes de NaCl (0, 2, 4, 6 et 8 g/l). Le comportement des cultivars, l'accumulation de Na et K dans les feuilles et la diversité de couleurs des champignons ont été étudiés. Les résultats obtenus montrent que la surface foliaire de Pelipita était élevée à 15 jours que celle de Plantain. L'analyse statique des doses croissantes de NaCl a montré une diminution de la surface foliaire avec les fortes doses. Les différences significatives ont été observées avec une forte accumulation de Na avec les traitements T1 et T2 et une forte concentration d'accumulation de K avec T5 et T7. Enfin les traitements ayant reçu les faibles doses de sel, ont présentes une forte diversité de couleurs de champignons. Ces résultats montrent que le choix des cultivars tolérants est une option peu onéreuse pour accroître le rendement de bananier sur sols salins, dans un contexte où certaines mauvaises pratiques culturales comme l'irrigation et la fertilisation minérale entraînent la salinisation des sols.

MOTS-CLEFS: Bananier, tolérance, salinité, éléments minéraux, champignon.

1 INTRODUCTION

La banane constitue un aliment important pour la population mondiale. Surtout ceux qui habitent dans des milieux favorables pour sa prolifération [1]. En République Démocratique du Congo, le plantain constitue le 3^{ème} produit vivrier après le manioc et maïs, tandis que les bananes douces représentent le fruit le plus important du pays, soit 1/3 de la production fruitière totale [2].

Cependant la culture des bananiers est restreinte dans les zones présentant des problèmes de salinité ou de teneur élevée en sodium. Ces problèmes, dus à une eau d'arrosage saline et à un travail inapproprié du sol, vont en s'aggravant dans les régions arides et semi-arides un peu partout dans le monde [3]. Chaque année, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols varient autour de 20 millions d'hectare dans le monde. Ainsi, ces surfaces sont passées de 48 millions à 265 millions d'hectares de terres agricoles touchées par la salinité et aujourd'hui, les surfaces agricoles affectées dans le monde seraient de 340 millions d'hectare soit 23% des terres cultivées dans le monde [4].

Les expérimentations conduites par les références [5] et [6] respectivement sur la tomate et le blé dur ont montré que tous les paramètres de rendement subissent une réduction sous l'action de la salinité et que, plus la salinité est élevée plus le rendement est réduit. Il a été démontré que la salinité du sol réduit considérablement la croissance et la productivité de la culture en raison de la diminution de la pression osmotique dans le sol et de l'augmentation de la concentration de certains ions, qui atteint alors un niveau toxique pour la plante [7 ; 8 ; 9 ; 10]. Néanmoins l'accumulation du potassium au détriment de sodium permet à la plante d'éviter les effets des déséquilibres nutritionnels induits par l'excès de sodium [11].

L'objectif de ce présent travail est d'évaluer le comportement de deux cultivars de bananier soumis aux effets de la salinité du sol. Les hypothèses suivantes ont été émises : il existe de cultivars tolérants (i), la salinité affecte la physiologie du bananier et les propriétés biologiques des sols (ii).

2 MILIEU, MATERIELS ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU SITE D'ETUDE

Cet essai a été conduit en serre artisanale au champ expérimental de la faculté des sciences agronomiques (11°60869' S et 027°47692' E, sur une altitude moyenne de 1257 m), au nord-ouest de la ville de Lubumbashi (RDC). La région de Lubumbashi est caractérisée par un climat du type CW6 selon le système de classification de Koppen, elle est caractérisée également par une saison des pluies allant de novembre à mars, une saison sèche allant de mai à septembre et deux mois de transition (Avril à Octobre), avec une période de croissance normale d'une durée moyenne de 182 jours. Les sols sont du type ferrallitique [12 ; 13], des couleurs jaune, ocre-jaune et rouge suivant la forme topographique et le drainage. La CEC rapportée à 100% d'argile ne peut théoriquement dépasser 16 Cmol.kg⁻¹ [14].

2.2 MATERIEL

Les jeunes plantules des bananiers provenant du jardin expérimental de la Faculté des Sciences Agronomiques, les cultivars Pelipita ABB et plantain ont été utilisés comme matériel végétal. Un prélèvement de sol a été réalisé dans chaque parcelle en fin de l'expérimentation en vue d'observer la diversité de couleurs de champignons et les teneurs en Na et K ont été également déterminés. L'eau de robinet avec une concentration très faible en Cl a été utilisée pour arroser les plantules et le sel utilisé était concentré en Na et Cl.

2.3 METHODES

2.3.1 DESCRIPTION DE L'ESSAI

L'essai a été installé suivant un dispositif complètement randomisé à deux facteurs et à trois répétitions. Le facteur principal comprenait deux cultivars de bananier (Pélpita et plantain). Les cultivars testés ont été combinés à cinq niveaux de NaCl (0, 2, 4, 6, et 8 g/l).

2.3.2 CONDUITE DE L'ESSAI ET TRAITEMENT DES DONNEES

L'essai a été conduit dans les sachets en polyéthylène contenant chacun 10 kg de sols. La transplantation a été réalisée à la date du 01 janvier 2014. Le sel a été appliqué à trois mois de transplantation et les soins d'entretien ont consistés à

l'arrosage à l'eau non salée d'un litre par jour pendant les 3 après transplantation et en cours de végétation, le taux de survie, la taille de plantes, la surface foliaire, le nombre de feuilles et le diamètre au collet ont été déterminés. La méthode démontrée par la référence [15] a permis de doser les Na et Cl dans les feuilles. Les résultats bruts ont été soumis à l'analyse de la variance à deux facteurs (cultivars et doses de NaCl) avec test post hoc de TUKEY (P=0,05).

3 RESULTATS

Les deux cultivars de bananiers expérimentés ont montré de comportements similaires sur les différents paramètres observés (tab. 1), hormis la surface foliaire à 15 jours, où le cultivar Pélipita a enregistré une grande surface foliaire que le cultivar plantain.

Tableau 1. Effets des génotypes sur le comportement des bananiers Moyennes ± écart type. Les différentes lettres à Coté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité. TP : taille des plantes ; DC : diamètre au collet ; NF : nombre de feuilles ; TS : Taux de survie ; 15 et 45 : 15 et 45^{ème} jour d'observation.

Paramètres	C1	C2	P
TP15	25,8 ± 10,9	23,2 ± 12,1	0,5
TP45	28,8 ± 11,0	24,9 ± 12,7	0,3
DC15	11,2 ± 3,1	9,1 ± 4,2	0,1
DC45	12,9 ± 3,5	10,1 ± 5,0	0,08
NF15	4,6 ± 1,2	3,9 ± 2,2	0,2
NF45	4,8 ± 1,2	4,1 ± 2,2	0,3
SF15	526,5 ± 255,3 a	331,6 ± 232,4 b	0,03
SF45	396,0 ± 255,7	254,7 ± 293,5	0,1
TS15	100,0 ± 0,0	86,6 ± 35,1	0,5
TS45	100,0 ± 0,0	93,3 ± 25,8	0,7

L'apport des fortes doses croissances de NaCl a entraîné une réduction de la surface foliaire sur les parcelles ayant reçues le NaCl contrairement aux parcelles témoins (tab. 2).

Tableau 2. Effets des doses croissantes de NaCl sur le comportement des bananiers. Moyennes ± écart type. Les différentes lettres à Coté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité. TP : taille des plantes ; DC : diamètre au collet ; NF : nombre de feuilles ; TS : Taux de survie ; 15 et 45 : 15 et 45^{ème} jour d'observation.

Paramètres	0 g	2g	4g	6g	8g	P
TP15	33,1 ± 19,0	19,3 ± 7,6	20,1 ± 8,7	22,0 ± 8,9	28,0 ± 2,9	0,1
TP45	35,0 ± 19,0	21,5 ± 8,0	21,8 ± 10,4	25,1 ± 9,3	31,0 ± 4,6	0,1
DC15	10,8 ± 5,9	8,5 ± 2,7	10,1 ± 4,0	9,1 ± 1,9	12,3 ± 3,3	0,4
DC45	12,5 ± 7,3	9,8 ± 3,7	11,0 ± 4,2	10,6 ± 2,8	13,6 ± 3,5	0,6
NF15	3,6 ± 1,8	3,1 ± 1,9	4,1 ± 1,8	5,0 ± 1,5	5,5 ± 1,3	0,1
NF45	4,0 ± 2,5	4,0 ± 1,4	4,0 ± 1,8	5,0 ± 1,6	5,3 ± 1,2	0,5
SF15	651,8 ± 275,3	238,7 ± 103,5	460,1 ± 260,0	381,4 ± 179	413,2 ± 312	0,08
SF30	596,9 ± 351,7 a	124,0 ± 97ab	250,8 ± 221ab	287,9 ± 102ab	367 ± 338b	0,03
TS15	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	66,6 ± 51,6	0,8
TS45	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	100,0 ± 0,0	66,6 ± 51,6	0,8

Les résultats présentés dans le tableau 3 reprennent les teneurs en Na et K. Les résultats de l'analyse de la variance indiquent une forte accumulation avec les traitements T1(0g/l) et T2(2g/l), suivi de T8(4g/l), T10(8g/l), et T3(4g/l) qui présentent une accumulation intermédiaire et T4(6g/l), T5(8g/l), T6(0g/l), T7(2g/l), et T9(6g/l) une faible accumulation de Sodium et T5 et T7 ont enregistré une forte concentration alors que la faible accumulation s'observe à T8 en potassium.

Tableau 3. Teneurs en K et Na dans les feuilles en fonction des apports croissants de NaCl et du cultivar sur le comportement des bananiers. Moyennes \pm écart type. Les différentes lettres à côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité. T : Traitements ; T1, T2, T3, T4 et T5 correspondent aux doses de 0, 2, 4, 6 et 8 g de sel/l appliqué au cultivar Pelipita ; T6, T7, T8, T9 et T10 correspondent aux doses de 0, 2, 4, 6 et 8 g de sel/l appliqué au cultivar Plantain.

T	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	P
Na	2,8a	2,7a	1,5bc	1,0 c	0,9c	0,7c	0,9c	2,2ab	1c	2,1ab	0,00
K	359 bcd	341cde	389abc	425,2ab	443a	432,3ab	442a	284e	383abcd	310,2de	0,00
Cultivars											
Na	1,8 \pm 0,9				1,4 \pm 0,7				0,1		
K	391,8 \pm 45,1				370,4 \pm 69,3				0,3		

L'apport de NaCl a présenté d'effets dépressifs sur la diversité de couleurs de champignons (tab. 4) ; les champignons de couleur rouge étant absents dans les pots ayant reçu les sels.

Tableau 4. Effets de NaCl sur la diversité de couleurs de champignons

TRAITEMENTS	PRESENCE	COULEURS DE SPORES
T1	+	Noire, jaune claire, jaune vif et rouge
T2	+	Noire, jaune claire
T3	+	Noire, jaune claire
T4	+	Noire, jaune claire
T5	+	Noire, jaune claire, jaune vif
T6	+	Noire, jaune claire, jaune vif
T7	+	Noire, jaune vif
T8	+	Noire, jaune claire
T9	+	Noire, jaune claire, jaune vif
T10	+	Noire, jaune claire

4 DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats obtenus montrent de comportements similaires de deux du bananier (Pélipita ABB et Plantain) face aux concentrations de sel. La référence [16] indiquent d'ailleurs que la majorité de cultivars bien qu'ayant un bagage génétique différent, montre une certaine similarité pour certains paramètres. En dépit de similarités majeures, les deux cultivars ont enregistré de différence en termes de surface foliaire. La faible tolérance du cultivar Plantain par rapport au cultivar Pelipita se justifierait par une différence génétique quant à la faculté d'exclure le sodium des parties aériennes afin d'éviter l'augmentation de la présence de ce cation dans les feuilles et de minimiser son effet toxique sur le métabolisme foliaire, surtout dans les processus photosynthétiques [17].

Les expérimentations conduites par [18] ; [19] ; [20] ont montré que la salinité influence fortement les cultures quel que soit le type de cultivar. Cependant la référence [21] a observé une inversion de l'accumulation de chlorophylles au fur et à mesure qu'il y a une augmentation de la concentration saline dans un milieu, similairement aux résultats obtenus en culture d'orge [22] et de tomate [23]. En ce qui concerne l'accumulation des éléments minéraux, principalement le sodium et le potassium, les résultats obtenus ont montrés des différences significatives. Pour le potassium par contre, la culture bananière pompe préférentiellement cet élément pour lutter contre la concentration saline. La référence [24] signale que l'importance de la concentration en potassium comme indicateur de la tolérance en sel. Une présence des champignons a été signalée sur tous les traitements ceci intervient probablement dans l'établissement de l'association symbiotique mycorhize résistante dans le sol salin. Cependant il existe de groupes de champignons qui ne tolèrent pas de concentration élevée en sel. La référence [25] a montré que la biomasse fongique, en culture de riz, était faible sur les sols à forte proportion de sable et à niveau de salinité élevée et la couleur de la colonie dépend fréquemment du milieu utilisé et de la saison. La forte diversité de champignons sous les traitements ayant reçu les faibles doses de sel pourrait aussi en partie expliquer la bonne performance des plantes.

En effet, la référence [26] a montré que les bananiers mycorrhizés étaient plus tolérants à la salinité. Ces auteurs ont montré que la présence de *Glomus* accroît la tolérance à la salinité et contribue de surcroît à accroître le nombre de feuilles et la hauteur des plantules de Bananier au Brésil. Les résultats obtenus montrent que le choix des cultivars tolérants est une

option peu onéreuse pour accroître le rendement de bananier sur sols salins, dans un contexte où certaines mauvaises pratiques culturales comme l'irrigation et la fertilisation minérale entraînent la salinisation des sols. A ce niveau, les deux hypothèses émises ont été confirmées.

5 CONCLUSION

Le présent travail s'inscrit dans l'optique de caractérisation de deux cultivars de bananiers en fonction de doses croissantes de NaCl. Les résultats obtenus ont révélés que les 2 cultivars de bananier (Pélpita ABB et Plantain) se sont adaptés aux effets de la salinité et ont présentés des effets similaires sur les paramètres observés, hormis la surface foliaire à 15 jours qui est élevée sur le cultivar 1. L'analyse statique des doses croissantes de NaCl a montré une réduction de la surface foliaire sur les parcelles ayant reçues les doses de NaCl comparativement aux témoins. Les différences significatives ont été observées sur les doses croissantes de NaCl avec une forte accumulation de Na sur les traitements T1 et T2 et une forte concentration d'accumulation de K sur T5 et T7. Une présence de champignon a été enregistrée sur tous les traitements et la coloration rouge des champignons a été observée uniquement sur le traitement T1.

REFERENCES

- [1] F. Rosales, "Importance locale des bananiers plantains en Amérique latine et dans le Caraïbe" *Banana and food society*, pp265-284, 1998.
- [2] SENASEM, "Catalogue variétal des cultures vivrières : Céréales (maïs, riz), Légumineuses (haricot, soja, niébé), Plantes à tubercules (manioc, patate douce, pomme de terre, Bananier)", Appui du projet CTB/MINAGRI, Kinshasa, RD Congo, 153p, 2008.
- [3] F.G.E. Waked, L. Willadino, L.S. Semen Martins, C.T. Rangel, S.S. Oliveira, "Génotypes de bananiers (*Musa* spp.) soumis au Stress salin: tolérance et sensibilité," *INFOMUSA* vol 11 n°2, (11), pp 13-17, 2002.
- [4] C. Cheverry, "Plant behaviour in saline environment," *Action eau* ; n°4, Séance spécialisée du 22 mars 1995 ; *Ed. Acad. agro*, Paris, France, 49 p, 1995.
- [5] N. Katergi, J. W. Van Horn, A. Hamdy, F. Karan, and M. Mastrovilli, "Effect of salinity on emergence and on (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants", *Journal of Plant Growth Regulation* vol 30, pp 157-161, 1994.
- [6] H. Saadollah, A. Ahmad, A.M.M. sayed, F. Mohammad, "Evaluation of salt-tolerance genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments", *Field Crops research* vol 91, pp 345-354, 2005.
- [7] R.A. Richards, "Increasing salinity tolerance of grain crops: is it worthwhile", *Plant and Soil* vol 146, pp 89-98, 1992.
- [8] J.S. Bohra et K. Doerffling, "Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity," *Plant and Soil* vol 152, pp 299-303, 1993.
- [9] R. Munns, D.P Schachtman and A.G. Condon, "The significance of the -phase growth repose to salinity in wheat and barley," *Australian journal of plant physiology* 22, 561-569, 1995.
- [10] M. Ashraf, J.C.Harris, "Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants", *Plant Science*, vol 166, pp 3-16, 2004.
- [11] G.R. Cramer, A. Lauchi, E.V.S. Polito, "Displacement of Ca⁺ by Na⁺ from the plasmalemma of root cells. A primary response to salt stress", *Plant physiol.* Vol 83, pp 510-516, 1985.
- [12] WRB "World reference base for soil resources", 2nd ed. *World Soil Resources* Report N° 103. FAO, Rome, 2006.
- [13] A.V. Wambeke, "Les sols des tropiques: propriétés et appréciation," CTA & Huy Trop ASBL. 335 p, 1995.
- [14] M.M. Mpundu, "Contaminations des sols en éléments traces métalliques à Lubumbashi (Katanga/RDCongo). Evaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solutions de remédiation", Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, université de Lubumbashi, 410p, 2010.
- [15] M. Benmiloud et W.A. Poloczanka, "Pratique du diagnostic foliaire", laboratoire générale de chimie. MARA Direction de la Recherche Agronomique (Maroc), 1977.
- [16] S.C. Aba, P.K. Baiyeri, and A. Tenkouano, "Impact of poultry manure on growth behavior, black sigatoka disease response and yield attributes of two plantain (*Musa* spp. AAB) genotypes", *Tropicultura*, vol 29 n°1, pp 20-27, 2011.
- [17] P. Boursier, J. Lynch, A. Lauchli et E. Epstein, "Chloride partitioning in leaves of salt stressed sorghum, maize, wheat and barley. Australian", *Journal of Plant Physiology* vol 14, pp 463-473, 1987.
- [18] J.A. Hernandez, A. Jimenez, P. Mullineaux. and F. Sevilla., "Tolerance of pea (*Pisum sativum* L.) to long term salt stress is associated with induction of antioxidant defences", *Plant Cell Environ.*, vol 23, pp 853-862, 2000.
- [19] A. Hassani, A. Dellal, Belkhodja, K. M. Harche, "Effet de la Salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (*Hordeum Vulgare* L.)", *European Journal of scientific Research* Vol 23 n° 1, pp 61-69, 2008.

- [20] M. Denden, D. M. Bouthaina, H.S.I. Maaouia, "Effects of 24-epibrassinolide on growth, chlorophyll, electrolyte leakage and proline by pepper plants under NaCl-stress", *EurAsia Journal of BioSci* vol 4, pp 96-104, 2010.
- [21] M. Ibriz , A.I. Thami, L. Zenasni, C. Alfaiz, M. Benbella, "Effet de la salinité sur le rendement en biomasse et la composition en éléments minéraux d'écotypes marocains de luzerne (*Medicago sativa* L.) ", *Al awamia* vol. 115 n° 3, pp 107-117, 2005.
- [22] H. Cheikh, R. Hamed, K. Abdellaoui, M. Kadri, B. S. Naceur, B. Hadj, " Évaluation de la tolérance au stress salin de quelque accession d'orge (*Hordeum vulgare* L.) Cultivées en Tunisie" *Sciences & Technologie* vol 28, pp. 30-37, 2008.
- [23] Y .EL-iklil, M. Karrou, R. Mrabet, M. Benichou, "Effet du stress salin sur la variation de certains métabolites chez *Lycopersicum esculentum* et *Lycopersicum sheesm Eanii* ", *Canadian Journal of Plant Science*, 2002, vol 82n°, pp. 177-183. *Water stress. Plant, Cell and Environment* vol 25, pp 239–250, 2001.
- [24] E. Bizid, C. Grigon, " Tolérance à NaCl et sélectivité K⁺/Na⁺ chez les triticales", *Agronomie* vol 8 n°1, pp 23-27, 1988.
- [25] H.R. Boudoudou, R. Hassikou, A.T. Ouazzani, A. Badoc, A. Douira, "Premières manifestations de la fusariose sur la germination et les plantules du riz," *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, vol 148, pp 45-54, 2009.
- [26] A. Mayumi Yano-Melo, O. José Saggin, L. Costa Maia, "Tolerance of mycorrhized banana (*Musa* sp. Cv. Pacovan) plantlets to saline stress", *Agriulture, ecosystem and environment* vol 95, pp 343-348, 2003.