

MISE AU POINT DE PLANTS GREFFES DE TOMATES RESISTANTS AUX CONTRAINTES BIOTIQUES PAR GREFFAGE SUR *SOLANUM TORVUM* SWART

S. E.-S. YAPO¹, N'D. B. C. KOFFI¹, M. BEUGRE¹, A. KOUTOUA¹, Y. J. KOUADIO¹, T. H. KOUAKOUTA²,

¹Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, Département de Biotechnologie and Amélioration, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire. Email : sopiedeyapo@yahoo.fr.

²Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences de la Nature, Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, BP 801 Abidjan 02, Cote d'Ivoire

RESUME

En Côte d'Ivoire, parmi les filières agricoles, la culture de tomate occupe une place de choix dans l'économie ivoirienne. Cette culture fait face à des contraintes biotiques qui peuvent réduire les rendements jusqu'à 90 %. Face à ces contraintes, une solution innovante a été initiée. L'objectif de cette étude est de produire des plants greffés de tomate sur *Solanum torvum*, plante mondialement employée comme porte greffe de plusieurs solanaceae. Deux tests de régénération *in vivo* de *Solanum torvum* ont été réalisés. Une pépinière de tomates a été installée. Les plants de tomates ont été greffés par la technique de greffe en fente. Le taux de réussite au greffage a été évalué. Les résultats montrent que les graines de *Solanum torvum* traitées avec 20 % d'hydroxyde de Sodium ont germé à 90 %. Le développement des plantules a été amélioré avec 0,5 g/L d'acide 2,4-dichlorophenoxyacétique donnant des plants vigoureux à 10 semaines. 90 % des boutures ont germé avec des plants vigoureux prêts à être greffés à 6 semaines. Le meilleur taux de réussite des greffages a été de 45 % avec les boutures. La disponibilité de plants greffés de tomate va rehausser les rendements et la réduction des pesticides.

Mots clés : *Solanum torvum*, tomate, greffage, régénération *in vivo*, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF TOMATO PLANTS RESISTANT TO BIOTIC STRESSES BY GRAFTING ON SOLANUM TORVUM SWART

*In Côte d'Ivoire, among the agricultural sectors, tomato cultivation occupies a prime place in the Ivorian economy. This crop faces off biotic constraints that can reduce yields up to 90%. Faced off these constraints, an innovative solution has been initiated. The study objective is to produce grafted tomato plants on *Solanum torvum*, that plant is used worldwide as a rootstock for several solanaceae. Two in vivo regeneration tests of *Solanum torvum* were performed. A tomato nursery has been installed. The tomato plants were grafted by the slit graft technique. The graft success rate was evaluated. The results show that seeds of *Solanum torvum* treated with 20 % sodium hydroxide germinated at 90 %. Seedling development was improved with 0.5 g / L 2,4-dichlorophenoxyacetic acid giving vigorous plants at 10 weeks. 90 % of cuttings germinated with vigorous plants ready to be grafted at 6 weeks. The best success rate of grafting was 45% with cuttings. The availability of tomato grafted plants will enhance yields and reduce pesticide use.*

Keywords : *Solanum torvum*, tomato, in vivo regeneration, Ivory Coast.

INTRODUCTION

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de la famille des *Solanaceae* est une des cultures les plus répandues à travers le monde. Elle est devenue un des légumes les plus importants au monde (Naika et al., 2005). En Côte d'Ivoire, l'économie repose sur l'agriculture qui occupe plus de 66% de la population et contribue pour environ 45 % du produit intérieur brut et fournit 40 % des recettes d'exportations (Sangaré et al., 2009). Parmi les filières agricoles, les cultures maraichères occupent une place de choix (MINAGRA, 1993) parce qu'ils font vivre une partie substantielle des agriculteurs et sont aussi une source importante de rentrée de devises. Cultivée essentiellement dans le maraîchage, la production annuelle de la tomate fluctue entre 22 000 et 35 000 tonnes (Sangaré et al., 2009).

Malgré, les avantages que la tomate représente pour le bien-être des populations, sa culture fait face à de nombreuses contraintes, biotiques qui menacent la production avec des baisses de rendement allant jusqu'à 90 % (CORAF, 2014). En effet, différents champignons, virus, bactéries et nématodes provoquent des maladies au niveau des feuilles, des fruits ou des racines des plants de tomates. Les dommages causés par ces maladies provoquent une croissance retardée et peuvent conduire à une réduction considérable de la récolte. A cela, la production de la tomate reste tributaire de la qualité de la pépinière (FAO, 2018). La qualité de la pépinière revêt d'une importance capitale car elle conditionne la réussite de sa culture.

Face à ces contraintes, différentes stratégies de lutte ont été développées sans toutefois apporter des solutions idoines à l'amélioration de la production de la tomate (Prahamang et al., 2003). Pour y remédier, le choix du matériel végétal est un facteur déterminant pour confronter cette situation. Dans une recherche d'optimisation constante du potentiel des plants, le greffage de la tomate sur *Solanum torvum* Swartz est une approche de solution innovante à explorer. En effet, *Solanum torvum* Sw., communément appelé « aubergine cerise » ou « aubergine sauvage » est un arbuste épineux de 2 à 3 m de haut, à feuilles elliptiques avec un bord peu profond et dentelé, un apex aigu à obtus,

fleurs blanches en forme de cloche et des fruits comestibles (Jaiswal and Mohan, 2012). Plante résistante, *Solanum torvum* est mondialement employée comme porte-greffe de plusieurs cultures à cause de sa vigueur et de sa résistance aux agents pathogènes du sol comme les bactéries, les champignons et les nématodes (Bagnaresi et al., 2013). Cependant, l'espèce se développe de façon naturelle sur les chemins arides et les bords de voies. Elle est principalement propagée par la graine qui présente une faible capacité de germination.

En outre, plusieurs travaux ont montré que le greffage représente une approche techniquement et économiquement acceptée dans diverses conditions. Et que le greffage a prouvé qu'il pouvait amener une vigueur supplémentaire aux racines et aux plantes en général (Parent et al., 2004). A notre connaissance, aucune étude concernant le greffage de la tomate n'a été effectuée en Côte d'Ivoire. C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude dont l'objectif générale est d'améliorer la résistance de la tomate face aux agents pathogènes du sol à partir de plants greffés de tomate. Il s'agira d'évaluer la régénération *in vivo* de *Solanum torvum* par semis et par bouturage puis d'évaluer la technique de greffe en fente réalisée à partir des plants de *Solanum torvum* régénérés et enfin, déterminer le taux de réussite des greffes effectuées afin de montrer que le greffage est une alternative importante et efficace qui permettra d'améliorer la résistance des tomates cultivées en Côte d'Ivoire face aux contraintes biotiques de leur environnement.

MATERIEL ET METHODES

SITE D'ETUDE

Les essais ont été conduits sur le site d'expérimentation de l'Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire). Le site expérimental se situe entre 6°53'58" latitude Nord et 6°26'32" longitude Ouest. Cette zone est caractérisée par deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses. Le climat est de type tropical humide. Les températures moyenne annuelle est de 26,2 °C et la moyenne pluviométrique oscille 1100 et 2000 mm. Le sol du site d'étude est de type ferrallitique.

MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal est constitué :

- de boutures aoûtées et semi-aoûtées d'environ 15 cm de long, disposant de trois à quatre nœuds, prélevées sur des branches principales et secondaires des plants de

Solanum torvum swart dans la ville de Daloa, et, de graines provenant des fruits matures de *Solanum torvum* récoltés sur les mêmes plants (Figure 1).

- Et des semences de la variété de tomate "Tropimech" achetées dans le commerce.

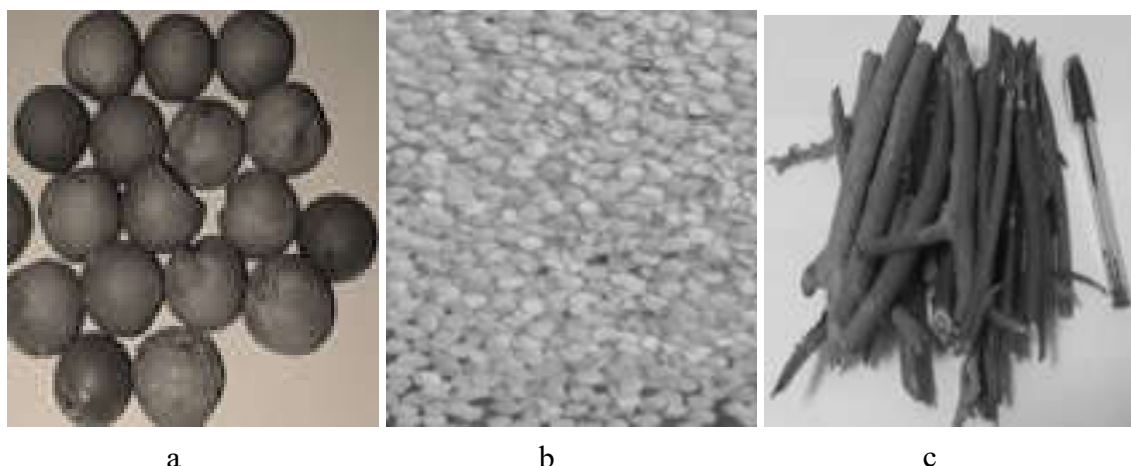


Figure 1 : Matériel végétal de base pour régénération de *Solanum torvum*

Basic plant material for Solanum torvum

Baies (a), Graines (b) et Boutures (c)

Berries (a), Seeds (b) and Cuttings (c)

METHODES D'ETUDE

Régénération *in vivo* de *Solanum torvum* par semis

Extraction des graines

Les baies matures de *Solanum torvum* ont été fermentées dans de l'eau de robinet. Après 3 jours de fermentation, les baies ont été malaxées, lavées à l'eau de robinet puis filtrés. Les graines ont été recueillies sur un papier filtre et ont été séchées à l'air libre pendant deux jours.

Traitement chimique et semis des graines

Deux traitements chimiques ont été testés sur les semences de *Solanum torvum*. Les traitements de scarification chimique ont été

appliqués selon la méthode de Ahamed *et al.* (2006). Les graines sélectionnées ont été subdivisées en 3 lots. Les 2 premiers lot ont été d'abord trempés respectivement dans des solutions d'hydroxyde de sodium (NaOH) et d'hypochlorite de sodium (NaClO) à 20 %, 30 % et 40 % pendant 20 minutes puis rincés à l'eau de robinet. Le troisième lot n'ayant subi aucun traitement a constitué le lot témoin. Ensuite, les graines ont été transférées dans des petits pots préalablement remplis de terre arable fertilisée en raison d'1 g d'urée par pot et disposés sous ombrière. Un total de 15 pots par traitement a été mis en place. Chaque pot contient 10 graines. L'arrosage a été effectué avec de l'eau de robinet tous les 2 jours selon la capacité au champ de la terre. Après deux semaines de culture, le taux de germination des graines a été évalué selon la formule suivante :

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{Nombre de graines germées} \times 100}{\text{Nombre total de graines mis en culture}}$$

Repiquage des plantules et traitement hormonal

Les plantules ont été repiquées au stade trois feuilles dans des pots. Un total de 30 pots par traitement a été mis en place. Les plants repiqués ont été arrosés avec des solutions de 0,5 g/L de gibbérelline (GA₃), de benzylamino-purine (BAP) et d'acide 2,4 - dichlorophenoxyacétique (2,4 - D) pendant une semaine. Le lot témoin a été arrosé avec de l'eau de robinet. La suite de l'arrosage a été faite avec l'eau de robinet. Le nombre des feuilles émises par plantules a été compté et la taille des plantules, le diamètre du collet des tiges ont été mesurés à l'aide de la règle graduée et du pied à coulisse.

Régénération *in vivo* de *Solanum torvum* par bouturage

Les boutures récoltées la veille ont été plantées dans des sachets contenant de la terre arable fertilisées avec 1 g d'urée. Les boutures sont placées de manière oblique. Un arrosage a été effectué tout les 2 jours selon la capacité au champ de la terre utilisée. La reprise de croissance des boutures a été évaluée après 2 semaines de culture.

Etablissement de la pépinière de tomate (greffons)

La pépinière a été réalisée 3 semaines après la régénération *in vivo* de *Solanum torvum* (portes

greffes). Le semis des graines de tomates a été réalisé dans un bac contenant la terre arable stérilisée. Le semis a été réalisé par poquet de 3 graines avec une distance de 10 cm entre ligne et de 5 cm sur ligne donnant un total de 200 poquets pour le m². Le lit de semis a été recouvert avec de la paille pour éviter de déterrer les graines lors de l'arrosage. Après la levée des plants, la paille a été diminuée au fur et à mesure que les plants se développaient jusqu'à leur enlèvement complète après 25 jours de culture.

Réalisation du greffage en fente

Les portes greffes (*Solanum torvum*) et les greffons (tomate) vigoureux et de même calibre ont été sélectionnés pour la réalisation du greffage. Les portes greffes ont été sectionnés horizontalement et fendus au centre sur une longueur de 2 à 3 cm. Ensuite, les greffons ont été sectionnés et taillés en biseau sur les deux côtés de manière identique. Chaque greffon a été inséré dans la fente de son porte greffe en s'assurant que les deux éléments soient bien en contact. Enfin, l'intersection porte greffe – greffon a été ligaturée avec de la gaine en plastique. Les plants greffés ont été immédiatement brumisés et placés sous ombrière. Un total de 150 plants a été greffés en raison de 75 plants par type de porte greffe. Après la cicatrisation de la greffe et la reprise de croissance du plant greffé, la ligature en plastique a été détachée. Le taux de réussite de la greffe a été évalué selon la formule suivante :

$$\text{Taux de réussite} = \frac{\text{Nombre de plants greffés réussis} \times 100}{\text{Nombre total de plants greffés}}$$

Les plants greffés et non greffés ont été observés jusqu'à la floraison afin de noter leur sensibilité aux contraintes biotiques.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

La disposition de chaque unité expérimentale sur le site a été faite de manière complètement randomisé. Les différents pots ont été disposés aux écartements de 30 cm entre les lignes et 20 cm sur la ligne par parcelle élémentaire.

ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1. L'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification au seuil de 5% a permis de déterminer les différences entre les traitements. Lorsqu'une différence significative a été observée entre les paramètres, l'analyse de variance a été complétée par le test de Turkey.

RESULTATS

EFFET DES TRAITEMENTS CHIMIQUES SUR LA GERMINATION DES GRAINES

Le résultat des semis a été consigné dans le tableau 1. Les graines de *Solanum torvum* ont germés 8 jours après le semis avec un taux de

germination de 90 % qui a été observé avec les traitements de NaOH à 20 % et de NaClO à 40 %. Le plus faible taux a été observé avec le traitement à NaClO à 20 %. Cependant, les différents taux observés sont supérieurs à celui du témoin qui est de 7 %. L'analyse de la variance a révélé des différences significatives ($p < 0,05$) entre les traitements.

Tableau 1 : Effet des doses de NaOH et de NaClO sur le taux de germination des graines

Effect of NaOH and NaClO concentration on seeds germination rates

Traitements	témoins	NaOH (%)			NaClO (%)		
		20	30	40	20	30	40
Taux de germination (%)	7±0,51c	90±0,93a	72±1,08b	53±1,06c	30±0,80d	69±1,30b	88±1,07a

NaOH : hydroxyde de sodium ; NaClO : hypochlorite de sodium. $\pm s$: erreur standard : Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes (test de Tuckey à 5 %). Les données sont la moyenne de trois répétitions.

NaOH : sodium hydroxyde ; NaClO : sodium hypochlorite. $\pm s$: standard error; Values followed of a same letter in a line are not statistically different (test of Tuckey at 5 %). Data are the mean of triplicates.

EFFET DES TRAITEMENTS HORMONAUX SUR LA CROISSANCE DES PLANTULES

Les résultats des traitements hormonaux appliqués sur les plants observés pendant 4 semaines sont consignés dans les tableaux 2, 3 et 4. Le tableau 2 montre qu'en semaine 1, l'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative entre les traitements appliqués. Par contre à partir de la semaine 2, une différence hautement significative entre le témoin et les traitements a été observée ($P < 0,001$). Au niveau des traitements, les résultats indiquent une différence entre eux. La valeur la plus élevée a été obtenu avec le 2,4-D pendant les 4 semaines d'observation. Par contre les plus faibles valeurs ont été obtenues avec la BAP à 40 %. Le tableau 3 montre qu'à partir de la semaine 2, l'analyse statistique indique une

différence entre les traitements et le témoin ($P < 0,001$). Entre les traitements, les données les plus élevées sont obtenues avec le 2,4-D et les plus faibles ont été obtenues avec la GA_3 . Le tableau 4 montre les résultats du nombre de feuilles des plantules pour les différents traitements hormonaux appliqués. Le nombre de feuille moyen varie entre 4 et 8 selon les traitements. En Semaine 1, les traitements n'ont pas donnés d'effet sur la formation de nouvelles feuilles ($p = 0,16$). Par contre à partir de la semaine 2, une influence significative des traitements sur la formation des feuilles ($P < 0,001$) comparative-ment aux témoins est observée. Entre les traitements, les valeurs les plus fortes sont obtenues avec le 2,4-D tandis que les plus faibles valeurs sont données par le GA_3 . Cependant, le temps mis pour l'obtention de plants vigoureux et aptes pour le greffage a été de 4 mois.

Tableau 2 : Effet des traitements hormonaux sur la hauteur moyenne des plants observés pendant 4 semaines.*Effect of plant growth regulators on average height of plants observed during 4 weeks.*

Traitements	Hauteur moyenne de la tige (cm) par semaine			
	S1	S2	S3	S4
Témoins	1,56 ± 0,25 ^b	1,82 ± 0,37 ^d	2,06 ± 0,32 ^e	2,24 ± 0,28 ^e
GA ₃	2,42 ± 0,08 ^a	3,12 ± 0,39 ^b	3,98 ± 0,44 ^b	4 ± 0,31 ^c
BAP	2,12 ± 0,43 ^a	2,62 ± 0,52 ^c	3,32 ± 0,37 ^c	4,8 ± 0,36 ^b
2,4-D	2,5 ± 0,12 ^a	4,68 ± 0,30 ^a	5,82 ± 0,46 ^a	5,91 ± 0,53 ^a

GA₃ : gibberelline ; BAP : benzylaminopurine ; 2,4-D : 2,4-dichlorophenoxyacétique S1 : semaine 1 ; S2 : semaine 2 ; S3 : semaine 3 ; S4 : semaine 4. ± s : erreur standard. Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes dans une colonne (test de Tuckey à 5 %). Les données sont la moyenne de trois répétitions.

GA₃ : gibberellic acid ; BAP : benzylaminopurine ; 2,4-D : acid 2,4-dichlorophenoxyacetic, S1 : week 1 ; S2 : week 2 ; S3 : week 3 ; S4 : week 4. ± s : standard error. Values followed a same letter in a column are not statistically different (test of Tuckey at 5 %). Data are the mean of triplicates.

Tableau 3 : Effet des traitements hormonaux sur le diamètre moyen des tiges de *Solanum*.*Effect of hormonal treatment on average diameter of Solanum stems.*

Traitements	Diamètre moyen des tiges (cm)			
	S1	S2	S3	S4
Témoins	0,1 ± 0,00 ^a	0,1 ± 0,00 ^b	0,2 ± 0,07 ^c	0,32 ± 0,08 ^e
GA ₃	0,14 ± 0,05 ^a	0,2 ± 0,07 ^{ab}	0,48 ± 0,08 ^b	0,56 ± 0,05 ^c
BAP	0,12 ± 0,04 ^a	0,22 ± 0,08 ^a	0,58 ± 0,08 ^b	0,7 ± 0,10 ^b
2,4-D	0,12 ± 0,04 ^a	0,28 ± 0,04 ^a	0,84 ± 0,05 ^a	0,88 ± 0,04 ^a

GA₃ : gibberelline ; BAP : benzylaminopurine ; 2,4-D : 2,4-dichlorophenoxyacétique S1 :semaine 1 ; S2 : semaine 2 ; S3 : semaine 3 ; S4 : semaine 4. ± s : erreur standard. Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes dans une colonne (test de Tuckey à 5 %). Les données sont la moyenne de trois répétitions.

GA₃ : gibberellic acid ; BAP : benzylaminopurine ; 2,4-D : acid 2,4-dichlorophenoxyacetic, S1 : week 1 ; S2 : week 2 ; S3 : week 3 ; S4 : week 4. ± s : standard error. Values followed a same letter in a column are not statistically different (test of Tuckey at 5 %). Data are the mean of triplicates.

Tableau 4 : Effet des traitements hormonaux sur le nombre moyen des feuilles des plantules de *Solanum*.

Effect of hormonal treatment on average leaves number of Solanum seedling.

Traitements	Nombre moyen de feuilles			
	S1	S2	S3	S4
Témoins	1 ± 0,00 ^a	1 ± 0,45 ^d	2 ± 0,71 ^d	3 ± 0,71 ^e
GA3	1 ± 0,45 ^a	2 ± 0,55 ^c	4 ± 0,00 ^c	5 ± 0,84 ^d
BAP	1 ± 0,55 ^a	3 ± 1,22 ^b	5 ± 0,84 ^b	7 ± 1,30 ^b
2,4-D	2 ± 0,45 ^a	4 ± 0,84 ^a	6 ± 0,71 ^a	8 ± 0,55 ^b

GA₃ : gibberelline ; BAP : benzylaminopurine ; 2,4-D : 2,4-dichlorophenoxyacétique S1 : semaine 1 ; S2 : semaine 2 ; S3 : semaine 3 ; S4 : semaine 4. ± s : erreur standard. Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes dans une colonne (test de Tuckey à 5 %). Les données sont la moyenne de trois répétitions.

GA₃ : gibberellic acid ; BAP : benzylaminopurine ; 2,4-D : acid 2,4-dichlorophenoxyacetic, S1 : week 1 ; S2 : week 2 ; S3 : week 3 ; S4 : week 4. ± s : standard error. Values followed a same letter in a column are not statistically different (test of Tuckey at 5 %). Data are the mean of triplicates.

Comportement des boutures au cours de leur régénération *in vivo*

Le temps moyen de reprise de croissance des boutures a été de 14 jours avec un taux de 90 % pour les boutures semi-aoûtées contre 63 % pour les boutures aoûtées. L'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative des taux de reprise de croissance entre les deux types boutures de régénération (P<0,05). Les boutures ont produit des plants vigoureux et prêts à être greffés après 6 semaines de culture.

Durée de la pépinière de tomate réalisée

Pour la pépinière de tomate, les plants prêts à être greffés ont été obtenus 25 jours après le semis.

Efficacité du greffage en fente

La greffe en fente réalisée a permis de produire des plants greffés (figure 2). La réussite de la greffe est confirmée par l'union effective de *Solanum* et de la tomate caractérisée par la cicatrisation de la zone de greffage (figure 3). La greffe réalisée avec les plants produits par les boutures a permis d'obtenir un taux de réussite de 45 % contre 20 % pour les plants produits par semis. L'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative entre les taux de greffage selon le type de porte greffe utilisé. La réussite de la greffe est confirmée. Après leur reprise de croissance totale, les plants de tomates greffées n'ont présenté aucune incidence de flétrissement bactérien (0 %) jusqu'à la fin de l'expérience com-paré à la tomate non greffé qui a présenté une incidence de 100 % de flétrissement.



Figure 2 : Plants greffés de tomate par la méthode de greffe en fente.

Grafted tomato plants by split graft method.

DISCUSSION

Cette étude a montré que pour avoir une germination rapide et homogène des graines de *Solanum torvum*, le prétraitement des semences est nécessaire avant le semis de celles-ci. Les graines ayant subi des prétraitements avant leur semis ont des durées d'attente plus courtes que celles qui n'ont pas été traitées. Le prétraitement chimique a joué un rôle important dans la levée de dormance des graines. Les travaux de Hayati *et al.*, (2005) ont montré que les mécanismes de dormance impliqués dans la résistance de germination de *Solanum torvum* peuvent être dus à la présence d'inhibiteurs dans les téguments et à l'état physiologique de l'embryon. En effet, le trempage des graines pendant 20 min dans l'hydroxyde de sodium et l'hypochlorite de

sodium a permis d'obtenir des taux de germination élevés par rapport au témoin. Cette amélioration des taux de germination serait dû aux ramollissements des téguments des graines comme l'a montré Wei *et al.*, (2010). Les téguments des graines ralentissent parfois la germination à cause de leur dureté. Ainsi, le trempage des graines dans les solutions chimiques a favorisé l'adoucissement des téguments qui a entraîné la germination rapide des graines. Toutefois, une immersion prolongée des graines peut endommager l'embryon et réduire les performances germinatives (Jaoudi *et al.*, 2010). En plus, la durée optimale de trempage des graines dépend de la dureté des téguments (Neffati *et al.*, 1994). Par contre, nos résultats ont été contraires à ceux de Ranil *et al.*, (2015) qui ont obtenu avec NaClO à 1, 2 %

un effet négatif dans la levée de dormance de *Solanum torvum* par rapport au potassium de sodium (KNO_3) qui a amélioré significativement la germination de *Solanum torvum*.

Les résultats relatifs aux paramètres de croissances ont montré que les traitements hormonaux (GA_3 , BAP et 2,4-D) ont induit l'augmentation des croissances longitudinales et diamétrales des tiges et du nombre de feuilles. Ces hormones ont donc stimulé la croissance de *Solanum torvum*. Ces hormones ont une influence sur les paramètres caulogéniques et phylogéniques grâce à leurs rôles stimulateurs. Elles agissent dans des zones spécifiques des plantes en favorisant une grande division cellulaire aboutissant à la formation des organes. Elles interviennent également dans l'élongation des entre nœuds aboutissant à la croissance en longueur des plantes (Hopkins, 2003). Aussi, nos résultats indiquent que l'acide 2,4-dichlorophenoxyacétique a joué un rôle très important dans l'augmentation des paramètres morphologiques de *Solanum torvum* par ses actions sur la division cellulaire et la formation des nouveaux tissus aboutissant à la formation de nouvelles feuilles, la croissance en longueur et largeur des tiges. Ces résultats sont en accord avec ceux de Filiz (2009), qui a montré l'augmentation de la croissance en longueur de la tige de *Amygdalus communis* L après application du traitement de l'acide 2,4-dichlorophenoxyacétique sur les plantules.

Le benzylaminopurine (BAP) a également influencé les paramètres caulogéniques et phylogéniques des plantules. Le BAP stimule la division cellulaire mais aussi la duplication des chromosomes et le décloisonnement cellulaire. Il est impliqué dans la croissance en épaisseur, assurée par le fonctionnement des zones génératrices (Hopkins, 2003). L'arrosage des plantules avec BAP (0,5g/l) a donné un nombre important de feuilles. Ces résultats sont en accord avec ceux de Ahanzo *et al.* (2008) qui ont montrés que le BAP a induit une augmentation du nombre de feuille de *Solanum melongena* après son application.

De même Gokani et Thaker (2002) ont montré que sur *Solanum melongena* les traitements de gibbérelline ont provoqué des hausses de croissance, et a abouti aux fructifications rapides

et améliorées des plantes. Sachant que l'élongation cellulaire résulte de l'extension plastique des parois cellulaires (Heller *et al.*, 2006). Et, que les distensions pariétales provoquent des allongements cellulaires qui conduisent à la croissance des tissus et aux déboitements des entrenœuds (Nakayama *et al.*, 2002). L'augmentation des paramètres morphologiques de *Solanum torvum* traité pourrait reposer sur l'un ou l'autre voire des deux de ces actions physiologiques de croissance. Les cellules des organes traités croîtraient alors plus ce qui aboutirait à l'accélération de la croissance des indices morphologiques observés. En ce qui concerne les boutures de *Solanum torvum*, elles ont été significativement plus précoces que les plants produits par semis. En effet, les boutures ont régénéré des plants manifestant une croissance rapide et vigoureuse comparativement aux plants produits par semis. Ces observations sont en accord avec les travaux de Sibiri (1993) concluant que le bouturage permet d'obtenir rapidement des plants vigoureux. Cette performance des boutures serait dû à leur stade de prélèvement (Nguema *et al.*, 2013). En effet, la majorité des boutures sont des fragments de tiges prélevées dans la zone basale des plantes, donc moins lignifiées et renferment assez de réserves nutritives pour faciliter la formation des racines et assurer leur reprise de croissance. Ainsi la qualité des boutures a permis certainement la formation et le développement des racines puis des pousses. Les travaux de Hartmann *et al.*, (1997) ont indiqué qu'un matériel végétal ontogéniquement jeune se bouturera mieux que des boutures prélevées sur des arbres murs. Donc l'âge et le lieu de prélèvement des boutures sur la branche ou sur la tige, influencent l'enracinement (Urban et Urban, 2010).

Le meilleur taux de réussite du greffage en fente est de 45 % pour les plants bouturés. Ces résultats montrent que le greffage de la tomate sur *Solanum torvum* a été possible comme l'ont montré plusieurs auteurs (Parent *et al.*, 2004 ; Fredon, 2011).

La greffe en fente utilisé a donné un résultat contraire à celui de Fredon (2011) qui a montré que la technique de greffe en tête est la plus efficace sur la tomate. Ce faible taux obtenu serait fonction de la maîtrise moyenne de la

technicité car ce travail est une initiation au greffage de la tomate. Après un mois d'observation, Les plants greffés se sont mieux comportés sur le terrain que les plants non greffés. Les plants greffés ne présentent aucun signe de flétrissement des feuilles par rapport aux plants non greffés, ce qui semble indiquer leur résistance aux maladies comme l'on montré (Parent *et al.*, 2004).

CONCLUSION

Cette étude a été menée pour vulgariser la production de plants de tomates greffés afin d'améliorer la résistance des plants de tomates face aux maladies biotiques et surtout améliorer leur productivité. Dans une recherche d'optimisation constante du potentiel des plants, la technique du greffage est en voie de devenir populaire dans le monde. La greffe végétale présente une extrême importance pratique. C'est dans cette optique que le greffage de la tomate avec *Solanum torvum* a été entrepris. L'étude de la régénération *in vivo* de *Solanum torvum* a révélé que le prétraitement chimique avec NaOH à 40 % et NaClO à 20 % des graines avant semis est indispensable pour une meilleure germination des pousses. Et, la régénération *in vivo* avec les boutures semi-aoûtées a permis d'obtenir en 6 semaines 90 % de plants de *Solanum torvum* prêt à être greffés. L'application de la technique de greffe en fente a permis d'obtenir un taux de 45 % de plants de tomate greffés avec les plants de *Solanum torvum* produits par boutures. Les différents résultats obtenus au cours du greffage de la tomate ont montré que la réussite de la régénération du porte greffe et la technologie de greffage ont une forte influence sur le succès de la greffe. Selon les taux obtenus, le greffage se présente comme un atout et un meilleur allié pour la production de plants de tomates résistants et vigoureux. Ainsi, la maîtrise de cette technologie permettra de mettre à la disponibilité des producteurs de plants de tomate de qualité et résistants aux contraintes biotiques et permettra d'ouvrir d'autres activités génératrices de revenus dans la filière tomate. La disponibilité de plants de tomate greffés et résistants va améliorer les rendements dans la filière tomate ainsi que le niveau de vie des producteurs de Côte d'Ivoire. Cependant, le greffage est une pratique culturale complémentaire aux autres méthodes de protection de la plante. Le greffage permet d'obtenir une nouvelle entité (porte-greffe + variété

du greffon). Donc, pour mieux apprécier l'intérêt agronomique d'un plant greffé, il serait nécessaire de mettre en place des itinéraires spécifiques afin d'améliorer sa productivité en condition de culture au champ. Ainsi, les aspects de qualité du fruit et de quantité (rendement) en conditions réelles de culture (environnement, sol/climat, techniques culturales) seront évalués. Et, de caractériser la résistance des plants greffés contre les maladies biotiques par des tests de pathogénicité. Il serait aussi important d'évaluer le coût de chaque plant greffé. Ces acquis permettront de vulgariser la production de plants de tomates greffés en Côte d'Ivoire afin d'améliorer la productivité pour une meilleure assurance de la sécurité alimentaire .

REFERENCES

- Ahanzo C., C. Agbangla, D.T.M. Agassounon, G. Cacaï et K. Dramane. 2008. Etude comparative de l'influence des régulateurs de croissance sur la morphogénèse (*in vitro*) de quelques variétés de *Manihot esculenta* Crantz (manioc-euphorbiaceae) du Bénin. Rev. CAMES - Série A, 07 : 47 - 52.
- Ahmed A.K., K.A. Johnson, M.D. Burchett, B J. Kenny. 2006. The effects of heat, smoke, leaching, scarification, temperature and NaCl salinity on the germination of *Solanum centrale* (the Australian bush tomato). Seed Sci. Technol. 34 : 33 - 35.
- Bagnaresi P., T. Sola., T. Irdani, S. C. Cotto, A. Lamontanara, M. Beretta, L. Rotino, S. Sestili, L. Cattivelli et E. Sabatini. 2013. *Solanum torvum* responses to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. BMC Genomics 14 : 540.
- CORAF. 2014. Rapport annuel. 66 p.
- FAO. 2018. Production de plants de tomate en pépinière, www.fao.org.
- Fredon-G. 2011. Le greffage sur Solanacées. Fiche Fredon, 2p
- Filiz A., N. Süreyya and E. Bekir. 2009. Effect of plant growth regulators on *in vitro* shoot multiplication of *Amygdalus communis* L. cv. Yaltsinki. Afric. J. of Biotechnol, 8(22) : 6168 - 6174
- Gokani S.J. and V.S. Thaker. 2002. Role of gibberellic acid in cotton fibre development. J. Agric. Sci. 138 : 255 - 260.
- Hartmann H.T., D.E. Kester, F.T. Jr. Davies and R.L. Geneve. 1997. Plant Propagation - Principles and Practices. Prentice Hall Int.,

- INC., 6th edition., 770 p.
- Hayati N. E., S. Sukprakara and S. Juntakool. 2005. Seed germination enhancement in *Solanum stramonifolium* and *Solanum torvum*. Kasetsart J. Nat. Sci. 39 (3) : 368 - 376.
- Heller R, R Esnault and C. Lance. 2006. Physiologie végétale. Développement. 6e édition de l'Abrégé, Éditions Dunod, Paris, 294 p. (
- Hopkins W.G. 2003. Physiologie végétale traduction de la deuxième Edition américaine par Serge R. Eds. de Boeck : pp 66 - 81.
- Jaouadi W., L. Hamrouni, N. Souayeh and M.K. Larbi. 2010. Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(4) : 643 - 652.
- Jasiwal B.S and M. Mohan. 2012. Effet de *Solanum torvum* sur la réponse contractile de la préparation des tissus isolés chez le rat nourri au fructose. 47 p.
- MINAGRA. 1993. Plan directeur du développement agricole 1992 - 2015. Ministère de l'agriculture, Abidjan, République de Côte d'Ivoire. 257 p.
- Naika S., J. J. Van Lidt de, M. de Goffau, M. Hilmi et B. Van Dam. 2005. La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Eds. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen. Agrodocus n°17, 106 p.
- Nakayama A., S. Park, X. Zheng-Jun, M. Nakajima and I. Yamaguchi. 2002. Immunohistochemistry of active gibberellins and gibberellin-inducible a-amylase in developing seeds of Morning Glory. *Plant Physiol.* 129 : 1045 - 1053
- Neffati M. 1994. Caractérisation morpho-biologique de certaines espèces végétales nord africaines : implication pour l'amélioration pastorale. Thèse de doctorat en science biologiques appliqués, Université de Gend, Belgique, 264 p.
- Nguema N. P., B E. Bouanga, Y. C Massounga, et G. Boussiengui Boussiengui. 2013. Étude comparée de trois méthodes de multiplication de *Jatropha curcas* L. dans les conditions climatiques du sud-est du Gabon. *J. of applied biosci.* 65 : 4989 – 4998.
- Ouédraogo S. J., 1993. La multiplication végétative de *Faidherbia albida* ; évolution comparée des parties souterraines et aériennes de plants issus de semis et de bouturage. *B. et F. des Tropiq.* 237 : 31 - 43.
- Parent J.-G., A. Carrier, L. Bergeron et J.-L. Drouin. 2004. Amélioration de la productivité des tomates de serre(à l'aide du greffage et de nouveaux substrats. Rapport d'étude : MAPAQ, Quebec, 20 p.
- Prahanang P., M. Momol, S. Oison et J. Jones. 2003. Effects of plant essential oils on *Ralstonia solanacearum* population density and bacterial wilt incidence in tomato. *Plant Disease* 87 : 423 - 427.
- Ranil R.H.G., H.M.L. Niram, M. Plazas, R.M. Fonseka, H.H. Fonseka, S. Vilanova, I. Andújar, P. Gramazio, A. Fita, J. Prohens. 2015. Improving seed germination of the eggplant rootstock *Solanum torvum* by testing multiple factors using an orthogonal array design. *Sci. Horti.* 193 (9) : 174 - 181.
- Sangaré A., E. Koffi, F. Akamou and C. A. Fall. 2009. Etat des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Second rapport. 65p
- Urban L. and I. Urban. 2010. La production sous serre. Éditions Tech & Doc, Paris, 2e éd., 336p.
- Wei S., C. Zhang, X. Chen, X. Li, B. Sui, H. Huang, H. Cui, Y. Lui, M. Zhang M. and F. Guo. 2010. Rapid and effective methods for breaking seed dormancy in buffalobur (*Solanum rostratum*). *Weed Sci.* 58 : 141 - 146.