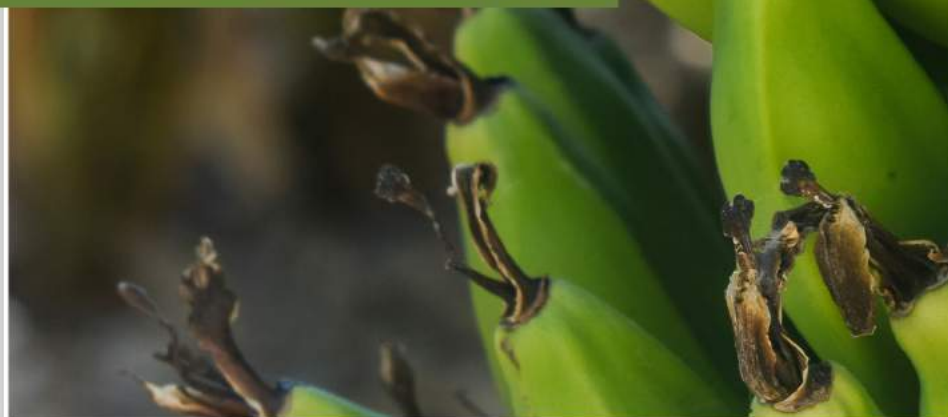


Catalogue de la boîte à outils des technologies pour  
**La banane et le Plantain**



Bureau de coordination technique du TAAT  
(séries de rapport technique 019)



# Catalogue de la boîte à outils des technologies pour la banane et le plantain

© IITA, TAAT et AALI, 2023

Le programme Technologies pour la transformation de l'Agriculture Africaine (TAAT) est financé par un don de la Banque Africaine de Développement et est mis en œuvre par l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) en étroite collaboration avec d'autres centres du Groupe consultatif pour la Recherche Agricole Internationale (CGIAR) et des institutions spécialisées telles que la Fondation Africaine pour les Technologies Agricoles (AATF), le Forum pour la Recherche Agricole en Afrique (FARA), le Centre International de Développement des Engrais (IFDC) et bien d'autres. Le programme de transformation agricole de la République démocratique du Congo (DRC-ATA) est le fruit d'une collaboration entre le gouvernement de la République démocratique du Congo et l'Institut international d'agriculture tropicale et vise à moderniser le secteur agricole de ce pays. Il travaille en étroite collaboration avec l'Institut Africain de Leadership Agricole (AALI).

Ce rapport peut être reproduit en totalité ou en partie pour une application non commerciale à condition que le Programme TAAT et l'Institut Africain de Leadership Agricole soient mentionnés.

Crédits photographiques de la couverture : Plantules de bananes cultivées (à gauche) et bananeraie mature avec sous-étage de haricots communs (à droite). Crédit : IITA

## **Citation correcte**

Programme TAAT et AALI. 2023. Catalogue de la boîte à outils des technologies pour la banane et le plantain. Clearinghouse Technical Report Series 019, Technologies for African Agricultural Transformation Program, Clearinghouse Office, IITA et African Agricultural Leadership Institute, Nairobi, Kenya. 32 pages.

## **Catalogue de la boîte à outils des technologies pour la banane et le plantain**

# **03**

**Objectif et introduction** 06

**La banane et le plantain comme  
spéculations modernes** 09

### **Technologie 1.**

Variétés améliorées de bananes pour les  
hauts plateaux africains  
11

### **Technologie 2.**

Variétés améliorées de plantain pour les  
bas-fonds tropicaux  
15

### **Technologie 3.**

Propagation de rejets  
sains  
18

### **Technologie 4.**

Propagation par culture in-vitro  
21

### **Technologie 5**

Engrais spécialisés et  
mélanges locaux  
25

## **Technologie 6.**

Espacement et gestion des plantations  
31

## **Technologie 7.**

Lutte contre les ravageurs et les  
maladies communs  
36

## **Technologie 8.**

Stratégies de cultures intercalaires pour les  
bananiers et les plantains  
40

## **Technologie 9**

Les peaux de banane comme aliments pour  
animaux et ressources organiques  
45

## **Technologie 10.**

Maturation induite de la  
banane  
48

## **Technologie 11**

Transformation à valeur ajoutée des  
bananes et des plantains  
50

**Entreprises  
agroalimentaires  
dirigées par des  
jeunes pour la  
production et la  
transformation  
de bananes et de  
plantains  
55**

**Conclusions**

58

**Remerciements**

61

**Sources d'informations**

62

## Objectif et introduction

Ce catalogue décrit une série de technologies éprouvées pour la gestion et la transformation agroalimentaire des bananes et des plantains qui favorisent une productivité et une rentabilité accrues en Afrique. Il a été développé grâce à un effort de collaboration du programme Technologies pour la Transformation de l'Agriculture Africaine (TAAT), qui vise à accroître l'utilisation par les parties prenantes de technologies agricoles éprouvées, et du programme de transformation de l'agriculture de la République démocratique du Congo (ATA-RDC). L'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) est un partenaire actif dans ces deux efforts. Ensemble, ces partenaires ont identifié plusieurs technologies éprouvées qui font progresser la production et la transformation des bananes et des plantains comme moyen d'atteindre une plus grande autosuffisance alimentaire et d'ajouter de la valeur économique à l'agriculture. Ces technologies constituent une « boîte à outils de technologies » destinée à promouvoir la compréhension et à stimuler l'adoption et l'investissement dans la modernisation des entreprises agricoles.

### À propos de TAAT

Les faiblesses de la production et de l'approvisionnement en produits de base sont considérées comme responsables de l'insécurité alimentaire de l'Afrique, du besoin d'importations excessives de produits alimentaires et de la non-réalisation de l'expansion des exportations alimentaires de l'Afrique. Le programme TAAT, dirigé par l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) est pionnier dans le déploiement de technologies éprouvées auprès des agriculteurs africains. TAAT est né d'un effort commun de l'IITA et de la Banque Africaine de Développement (BAD), et constitue un élément important de la stratégie « Nourrir l'Afrique » de cette dernière. Actuellement, TAAT fait progresser 100 technologies soigneusement sélectionnées à travers 88 interventions dans 31 pays, organisées autour de 15 « Compacts » qui représentent des priorités en termes de réalisation du potentiel

de l'Afrique en matière de sécurité alimentaire et de renforcement de son rôle dans le commerce agricole mondial. Neuf de ces Compacts concernent des chaînes de valeur prioritaires spécifiques : du petit bétail (y compris la volaille), du poisson, du haricot commun, du riz, du blé, du maïs, du manioc, de la patate douce, du sorgho et du mil. Ensemble, ces Compacts conçoivent des interventions en collaboration avec des programmes nationaux pour introduire des technologies et des innovations destinées à atteindre des objectifs ambitieux de développement agricole. Dans de nombreux cas, ces objectifs sont atteints grâce à la mise en œuvre de projets résultant de prêts souverains accordés par des banques de développement, où le rôle de TAAT dans la conception, la planification et l'exécution de ces projets de prêts est un élément essentiel de leur succès. La banane et le plantain sont des spéculations incluses dans le TAAT à partir de 2023.





**Le Programme de Transformation Agricole de la République Démocratique du Congo (ATA-RDC)** est un effort de collaboration du gouvernement, de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) et de l'Institut de Leadership Agricole Africain (AALI) visant à moderniser le secteur agricole de ce pays. Il opère à l'échelle nationale et se concentre sur la banane, le manioc, le riz, le maïs, le soja, les haricots et l'aquaculture en tant que produits et chaînes de valeur clés. Il vise à doubler les rendements agricoles grâce à une plus grande utilisation de variétés de cultures, de races de poissons et d'intrants de production améliorés. Son objectif est de créer de la richesse et des emplois grâce à une agriculture modernisée en consolidant et en s'appuyant sur plusieurs projets en cours. Il cherche également à mieux structurer les nouveaux projets développés et financés par les bailleurs de fonds et les banques de développement. Il travaille en étroite collaboration avec Bio Agronomic Business pour le compte du ministère de l'Agriculture, accueille un large éventail d'acteurs du secteur privé et est destiné à atteindre l'ensemble des 145 territoires du pays. Son exemple devrait être reproduit dans d'autres pays à travers le programme de la Banque Africaine de Développement « Compact pour l'Alimentation et l'Agriculture ».

**Les meilleures technologies pour les bananes et les plantains.** Ce catalogue décrit la banane et le plantain comme des spéculations modernes et saines pour l'industrie agroalimentaire, puis présente 11 technologies qui servent à intensifier les systèmes de production et à promouvoir la valeur ajoutée. Ces technologies comprennent : 1) Des variétés améliorées de bananes pour les hauts plateaux africains ; 2) Variétés améliorées de plantain pour les basses terres tropicales ; 3) Propagation de rejets sains ; 4) Propagation par cultures de tissus in vitro ; 5) Engrais spécialisés et mélanges locaux ; 6) Espacement et

gestion des stands ; 7) Contrôle des ravageurs et des maladies les plus communs ; 8) Stratégies de cultures intercalaires pour les bananiers et plantains ; 9) Pelures comme aliments pour animaux et ressources biologiques ; 10) Maturation induite de la banane ; et 11) Transformation à valeur ajoutée des bananes et des plantains. Le catalogue décrit également les efforts réussis pour surmonter le déclin généralisé de la production et augmenter l'attrait des jeunes pour la production et la transformation de la banane et du plantain. Des détails sur ces technologies et activités sont inclus dans le catalogue.

## La banane et le plantain comme spéculations modernes

Les bananes et les plantains sont des plantes populaires et importantes pour la sécurité alimentaire, la subsistance des ménages et l'agriculture durable. La plante pérenne se reproduit végétativement et développe des fruits sans fertilisation. Les variétés sucrées peuvent être consommées crues à pleine maturité tandis que les variétés féculentes sont cuites lorsqu'elles sont vertes. Le plantain ressemble à la banane, mais les fruits sont plus longs, ont une peau plus épaisse et contiennent plus d'amidon. Ils sont généralement cuits et ne sont consommés crus qu'ils sont très mûrs. Les plantains sont plus

importants dans les basses terres humides d'Afrique occidentale et centrale. En 2018, environ 12,4 millions de tonnes de plantains et 9,8 millions de tonnes de bananes à cuire d'altitude ont été produites en Afrique. L'Ouganda est le plus grand producteur de bananes et de plantains, aux côtés des autres grands pays producteurs, le Rwanda, le Ghana, le Nigeria et le Cameroun. Ces cultures offrent une excellente source d'énergie, avec une teneur en glucides de 22 à 32 % du poids du fruit, et sont riches en vitamines, minéraux et fibres alimentaires. Contrairement à de nombreuses autres cultures de base, la banane et le plantain fournissent de la nourriture tout au long de l'année et desservent plus de 80 millions d'Africains.



*Régimes de banana à cuire (gauche) et de plantain (droite)*



*Matoke, gauche, et plantain pelés, droite  
(Crédits: Leo Tunapika)*

Les principales menaces qui pèsent sur la production de bananes et de plantains sont les ravageurs et les maladies tels que les charançons du bananier, les nématodes, la maladie des raies noires (MRN), ou cercosporiose noire et les flétrissements transmis par le sol. La dégradation de la fertilité des sols et les faibles taux de remplacement des éléments nutritifs constituent une autre limitation majeure. Il existe un large éventail d'interventions pour augmenter les rendements des bananes, augmenter leur valeur

et réduire les pertes après-récolte. Pendant des décennies, l'hybridation des bananiers et des plantains a été considérée comme impossible en raison de leur reproduction végétative et de la longueur des cycles d'évaluation et de sélection. Mais les scientifiques de l'IITA ont développé un moyen d'hybrider des variétés résistantes aux à la maladie des raies noires (MRN), ou cercosporiose noire, en utilisant des croisements conventionnels et de nouveaux marqueurs moléculaires. Le développement de variétés améliorées peut être affiné grâce à une application numérique appelée « outil de suivi de la sélection bananière ». Aujourd'hui, les progrès dans la production de matériel végétal sain grâce à des systèmes de macropropagation simples et à une macropropagation entièrement stérile

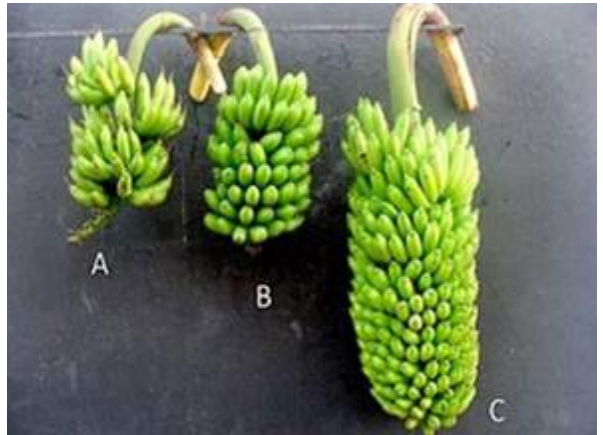
et uniforme permettent de fournir de grandes quantités de variétés améliorées et d'augmenter les revenus de la production de plants. Des conseils spécifiques au site concernant les pratiques agronomiques telles que la densité de plantation et la gestion des mauvaises herbes, ainsi que des engrais formulés ou mélangés spécialement, sont également désormais disponibles. La banane et le plantain peuvent être transformés en une gamme de produits alimentaires tels que des chips ou des ingrédients comme de la farine pour la pâtisserie et la cuisine, en s'appuyant sur un large éventail de processus. En effet, la banane et le plantain sont désormais en train de devenir un produit alimentaire moderne reconnu internationalement !



# Technologie 1. Variétés améliorées de bananes pour les hauts plateaux africains

## Résumé

La production de bananes dans la région des Grands Lacs a stagné. Par exemple, en Ouganda, les rendements sont aussi faibles que 5,30 t par ha et par an, contre un potentiel de 70 t. Le poids des régimes de bananes est passé de 60 kg à 10 kg, voire moins. Cela s'explique en grande partie par le fait que les variétés traditionnellement cultivées de bananes des hautes terres d'Afrique de l'Est sont sensibles à plusieurs ravageurs et maladies. La baisse de la fertilité des sols et la sécheresse nuisent encore davantage à la production. Les faibles rendements des bananes entraînent des pénuries alimentaires qui exposent les communautés dépendantes au risque de famine. L'introduction d'hybrides à haut rendement et résistants aux maladies fait partie intégrante des programmes technologiques visant à améliorer la productivité. Grâce à la sélection conventionnelle, une gamme de variétés améliorées ont été développées, moins sensibles à la cercosporiose noire et résistantes aux nématodes et à la maladie virale *dubunchy top*. Cultiver des variétés améliorées réduit le risque de mortalité dans les plantations.



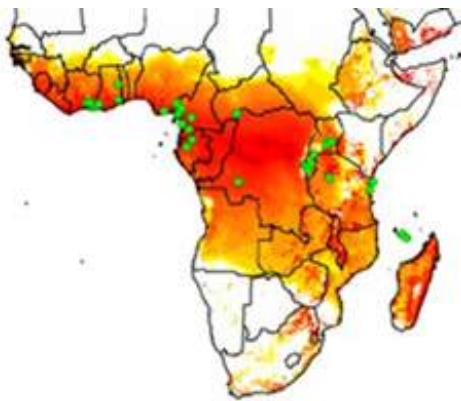
*Augmentation progressive du poids du régime d'une banana à cuire, à travers la sélection, A: grand-parent, B: parent, et C: hybride*

## Description technique

Les filières de sélection pour les bananes à cuire sont améliorées à mesure que des hybrides à haut rendement et résistants aux ravageurs et aux maladies deviennent disponibles. Les premiers processus d'évaluation sur le terrain sont accélérés par l'amélioration de la pollinisation et l'augmentation du nombre de croisements effectués. Une percée majeure est la lignée hybride 'NARITA' obtenue en croisant le bananier des hautes terres d'Afrique de l'Est (EAHB, groupe AAA) avec une variété sauvage (Calcutta 4, groupe AA). Les hybrides sont ensuite sélectionnés pour leur qualité culinaire, leur couleur, leur arôme, leur goût, leur sensation en bouche et leur texture. S'appuyant sur le succès de NARITA, l'Institut officiel de certification des semences de Tanzanie a enregistré quatre hybrides de bananiers à cuire Tariban .

## Les usages

Les variétés hybrides recommandées en Tanzanie sont TARIBAN 1 à 4. Des plants sains de ces variétés sont disponibles auprès de l'Institut Tanzanien de Recherche Agricole. Des plantules de culture tissulaire sont disponibles auprès de laboratoires privés enregistrés en Tanzanie. En Ouganda, le programme national de recherche sur la banane du NARO à Kawanda maintient des variétés hybrides de bananes à cuire dans les champs des stations. Ils sont accessibles via le NARO et les entreprises privées nationales. Au Rwanda, les évaluations montrent que l'hybride NARITA et le Mpologoma se comportent bien dans des sites présentant des altitudes, des sols et des précipitations variables. En République démocratique du Congo, les cultivars traditionnels de banane à cuire dominent, mais les lignées hybrides dérivées de NARITA sont en cours d'évaluation sur le terrain.



*Occurrences potentielles de la maladie des raies noires des feuilles; zones à plus hauts risques en rouge, à moindre risque en jaune (Crédits: Yonow et al. 2019)*

## Composition

Les variétés hybrides améliorées ont un régime compact avec plus de fruits et des fruits plus lourds et plus gros que les cultivars traditionnels. Les grands bananiers sont généralement vulnérables aux dommages causés par le vent, mais TARIBAN2 est remarquablement robuste. Les cultivars TARIBAN produisent des rejets baïonnettes prononcées en petit nombre à l'exception de TARIBAN3.

## Application

La sélection conventionnelle de bananes implique le croisement de variétés comestibles avec des bananes sauvages. De nouvelles techniques moléculaires contribuent à cette approche. La résistance aux nématodes s'acquiert par l'insertion de gènes étrangers via un vecteur bactérien. Les premières évaluations sur le terrain consistent à surveiller des plantes individuelles parmi de grandes populations d'hybrides, tandis que les essais de rendement préliminaires évaluent des rangées entières d'hybrides clonaux. Les conditions climatiques et pédologiques influencent fortement l'adéquation des variétés, c'est pourquoi l'évaluation des performances des hybrides de bananiers doit être effectuée à plusieurs endroits contrastés pour vérifier les performances, l'adaptabilité et la stabilité. De cette façon, des cultivars spécifiques ou adaptés à des conditions plus variées peuvent être sélectionnés et multipliés commercialement (voir Technologies 3 et 4). Les essais menés sur deux cycles de production fournissent des informations fiables à des coûts réduits. Par exemple, les variétés TARIBAN ont été développées

en testant 27 hybrides sur trois sites. La sélection finale des hybrides potentiels « Matooke » est guidée par un profil de produit qui comprend la résistance de la plante hôte la cercosporiose noire, l'acceptabilité culinaire et un poids de régime nettement supérieur à celui du contrôle local standard. Pour obtenir une production satisfaisante, du matériel végétal sain doit être utilisé (voir Technologies 3 et 4) avec en parallèle des apports équilibrés de nutriments pour le sol et un espacement et une gestion des espacements optimale (voir Technologies 5 et 6).

### **Exigences pour la commercialisation et les start-ups**

Les centres de recherche internationaux et les programmes nationaux de sélection offrent un accès à des cultivars de bananiers améliorés pour la cuisine et les desserts. Des matériaux de démarrage de variétés à haut rendement, résistantes aux maladies, ont été distribués avec succès par l'intermédiaire d'associations d'agriculteurs et d'ONG dans de nombreux pays pour une propagation généralisée des plantules en pépinière. La promotion des bananes hybrides auprès des petits agriculteurs nécessite une campagne d'information sur leurs avantages nutritionnels et un accès facile à du matériel végétal de qualité. Cela implique : 1) L'identification

des cultivars appropriés pour des conditions climatiques spécifiques, la gestion des espacements, les objectifs de production et les demandes du marché ; 2) La sensibilisation des multiplicateurs, des agriculteurs et des transformateurs agroalimentaires aux avantages des nouvelles variétés résistantes aux maladies et à haut rendement ; 3) La création de centres locaux de formation sur la macropropagation de plantules saines et les bonnes pratiques agronomiques, et 4) La distribution de matériel sain pour la multiplication.

### **Coût de production**

La sélection de variétés de bananes améliorées en laboratoire et en serre et le test de leurs performances sur le terrain nécessitent des investissements importants à long terme qui doivent être financés par le secteur public et les bailleurs de fonds. Le passage aux variétés résistantes implique l'achat de nouveau matériel végétal, pour un coût qui varie entre 290 et 1.000 dollars américains par hectare. Les apports recommandés de fumier animal et d'engrais synthétiques pour augmenter le rendement et la santé des plantes coûtent entre 670 et 3.300 dollars par hectare. Les coûts de main-d'œuvre pour planter, gérer et récolter les plantations s'élèvent entre 700 et 1.300 dollars par hectare.



*Bunches of new Matooke cooking banana cultivars, A to D = TARIBAN 1 to 4 (Credit: Madalla et al. 2022)*

## Segmentation de la clientèle et rentabilité potentielle

Les producteurs de bananes de subsistance et commerciaux peuvent bénéficier de variétés résistantes aux maladies, en particulier dans les zones à haute prévalence de ces maladies. La mise à l'échelle de cette technologie implique également les systèmes nationaux de recherche et de vulgarisation, les entreprises privées, les commerçants et les transformateurs de produits alimentaires. Les cultivars améliorés ont un poids de régime et un rendement annuel plus élevés que les cultivars courants, ce qui se traduit par une sécurité alimentaire et des revenus plus élevés pour les agriculteurs. Par exemple, le poids moyen des régimes des variétés TARIBAN dans différentes régions de Tanzanie varie de 26,5 à 34,2 kg, avec des rendements totaux allant de 16,0 à 20,3 t par ha par an, soit 68 à 117 % de plus que la variété traditionnelle. Selon la variété, la gestion et le rendement, les bénéfices annuels nets des bananes améliorées s'élèveront entre 1.200 et 9.500 dollars américains par hectare au cours du premier cycle et entre 1.900 et 15.000 dollars par hectare lors des cycles de suivants.

## Exigences en matière de licence

Les agriculteurs, les ONG et les entreprises privées ont le droit de multiplier des variétés hybrides de bananiers sans redevance puisque ces cultivars constituent un bien public régional. Le respect des réglementations sur les systèmes semenciers et les politiques phytosanitaires est requis dans de nombreux cas.



## Technologie 2. Variétés améliorées de plantain pour les bas-fonds tropicaux

### Résumé

Le plantain est la troisième culture vivrière la plus importante après l'igname et le manioc dans une grande partie de l'Afrique centrale et occidentale. Les principaux pays producteurs sont le Cameroun (4,5 millions de tonnes), le Ghana (4 millions de tonnes), le Nigeria (3,2 millions de tonnes) et la Côte d'Ivoire (1,6 millions de tonnes). La maladie des raies noires ou cercosporiose noire ou black sigatoka noires constitue la plus grande contrainte de production avec des pertes de rendement allant de 33% à 50% ou plus. Les coléoptères et les nématodes nuisent aux rendements en détruisant le bulbe et le système racinaire. La croissance démographique réduit les intervalles de jachère et la fertilité des sols. Les effets dévastateurs des maladies et des ravageurs sur la production de plantain ont stimulé le développement d'hybrides résistants. L'amélioration des plantains s'est également concentrée sur une productivité élevée, une résilience à la sécheresse et des caractéristiques de cuisson préférées. Il existe désormais des variétés de plantain améliorées adaptées à diverses conditions climatiques et de production.



*Effet de la maladie des raies noires sur le plantain; variétés susceptible, gauche, et résistante, droite (Crédits: Alvarez et al. 2015)*

### Description technique

La sélection pour la résistance des plantes hôtes aux maladies et aux ravageurs est la stratégie de lutte la plus appropriée, car la lutte chimique est coûteuse et dangereuse pour l'environnement. La plupart des variétés de la lignée hybride « PITA » ont été produites par croisement d'une femelle à fertilité accrue (groupe AAA) et du bananier sauvage (Calcutta 4). Des recherches menées en champ au Cameroun, en Côte d'Ivoire et

au Nigeria montrent que le mélange d'hybrides de plantain résistants aux maladies avec des cultivars locaux réduit la pression de la maladie des raies noires sur les cultivars locaux sensibles, augmentant ainsi le nombre de feuilles fonctionnelles à la floraison et augmentant le rendement en fruits. Cette stratégie préserve la diversité génétique tout en permettant aux agriculteurs d'accéder à des hybrides résistants à haut rendement. Il convient de noter que même si les hybrides de plantain offrent des perspectives d'amélioration du rendement et de la résistance, ils n'ont pas les mêmes propriétés culinaires que les variétés locales préférées et ne peuvent donc être utilisés que pour des préparations spécifiques.

### Utilisations et composition

Des variétés spécifiques de la lignée hybride PITA à haut rendement et résistante aux raies noires ont été sélectionnées pour différents pays. Les PITA 4, PITA 14, PITA 17 et PITA 18 sont les meilleures pour les zones de culture au Nigeria, tandis que les PITA 23 et 27 conviennent au Cameroun. Un autre hybride de plantain, appelé PITA 3, est populaire parmi les producteurs de Côte d'Ivoire et a également été adopté au Mali et au Burkina Faso. La variété FHIA 21, issue d'une lignée hondurienne à haut rendement et résistante aux raies noires, est massivement multipliée et distribuée aux agriculteurs du Bénin, du Burkina Faso, de la Côte d'Ivoire et du Togo par le programme de productivité agricole en Afrique de l'Ouest (WAAAP). Les hybrides PITA ont une résistance modérée aux nématodes et

doivent donc être cultivés sur des parcelles peu infestées. Les variétés traditionnelles de plantain en Afrique de l'Ouest comprennent Big Ebanga, Orishele, Afoto et Agnirin, qui sont résistantes aux nématodes mais sensibles à la maladie des raies noires des feuilles. Les préférences des agriculteurs sont également guidées par la hauteur, les variétés de plus petite taille (<3 m) ne nécessitant aucun tuteurage, étant moins vulnérables au vent et permettant une récolte plus facile. En revanche, les plantains de plus grande taille (4 à 5 m) empêchent le vol des régimes, ce qui peut entraîner d'importantes pertes avant récolte. Toutes les variétés peuvent être bouillies, écrasées ou frites pour être utilisées dans les plats locaux.



*Une variété de plantain (Crédits: B. Dhed'a)*

## Application

Les plantains sont généralement cultivés dans des jardins plus petits avec épandage de fumier et d'ordures ménagères, ce qui garantit une productivité élevée et continue pendant de nombreuses années. Ils sont également produits dans des champs en culture itinérante et en jachère avec peu ou pas d'apport d'engrais organiques, ce qui entraîne une baisse rapide des rendements des régimes après le premier cycle de production en raison de la pression des maladies et de mauvaises pratiques de gestion. La principale récolte en Afrique de l'Ouest a lieu pendant la saison sèche, qui s'étend de décembre à mars, lorsque la plupart des autres féculents de base sont rares, mais les régimes de fruits sont produits tout au long de l'année.

## Exigences pour les start-ups, coût de production et rentabilité

potentielle. Ces coûts sont similaires à ceux de la banane (voir Technologie 1), où le nouveau matériel de plantation nécessite entre 290 et 1.000 dollars américains par hectare, avec un minimum de 1.400 dollars nécessaires pour les intrants de production et la main d'œuvre. Les variétés améliorées fournissent généralement des régimes de 3 à 4 kg de plus que les variétés traditionnelles. Les dégâts causés par les nématodes et les charançons sont environ 25 à 34 % inférieurs chez les hybrides, ce qui entraîne des plantations étendues. Le rapport bénéfice-coût en matière d'investissement variétal est d'environ 5:1.

## Exigences en matière de licence

Une fois les variétés améliorées achetées, il n'y a plus besoin d'autorisation pour l'amélioration des plantations.



## Technologie 3. Propagation de rejets sains

### Résumé

Les agriculteurs africains dépendent des mécanismes naturels de régénération végétative des bananiers et des plantains pour l'approvisionnement en matériel végétal, mais ceux-ci sont souvent contaminés par des ravageurs et des maladies qui nuisent à la productivité et à la durée de vie des plantes. Les rejets sont commercialisés sur les marchés locaux, ce qui constitue une source de revenus importante pour les agriculteurs. Les rejets baïonnette sont des pousses latérales avec des feuilles minces et un pseudo-tronc de 80 à 120 cm de long, qui se développent naturellement au stade de la floraison. Leur macropropagation est basée sur la suppression de la dominance apicale pour stimuler une germination supplémentaire de rejets. Il s'agit de techniques simples permettant de fournir de grandes quantités de plants exempts de maladies et de parasites à des prix abordables, y compris du matériel de plantation provenant de variétés hybrides à haut rendement, commercialisées précédemment.



*Décapitation complète avec méristème excisé (haut) et germination des plantules (bas)*

## Description technique

La macropropagation des rejets peut être classée en deux catégories : les techniques de terrain reposant sur des techniques et des plants issus des fragments de tiges (PIF) dans les propagateurs. Les techniques de décapitation complète et fausse consistent à stimuler la production latérale des rejets en détruisant le bulbe méristématique et en déclenchant une germination accélérée. Pour la décapitation partielle, un petit trou est pratiqué dans le pseudo-tronc à travers lequel le méristème est détruit. Le feuillage reste ensuite physiologiquement actif pendant environ trois mois. Pour la décapitation complète, le pseudo-tronc est coupé, détruisant le méristème. Les techniques de plants issus des fragments de tiges (PIF) impliquent des bourgeons ou des plantes excisés résultant de fragments de tige. Un plus grand nombre de plantules et une plus grande uniformité de croissance sont obtenus par la technique du PIF que par la décapitation du pseudo-tronc, et les plantules obtenues sont moins sujettes au stress une fois établies dans le champ. Il est très important que le matériel de départ pour la macropropagation soit exempt de parasites et de maladies.

## Utilisations et composition

Pour augmenter la production de bananes, les agriculteurs devraient avoir accès à des plants végétatifs abordables, de haute qualité, exempts de ravageurs et de maladies. Pour toutes les méthodes de macropropagation, les couteaux doivent être nettoyés à l'eau bouillie pour éviter la transmission de maladies. La technique du PIF nécessite l'utilisation des plantules endurcies dans la chambre de propagation. Les dimensions pratiques d'une chambre de propagation sont de 1,5 m de largeur, 5 m de longueur et 1 m de hauteur. Elle doit être recouverte de polyéthylène transparent et être ombragée à au moins 50 %. Des couvertures en plastique doivent être installées pour garantir une humidité et une température élevées. Ces chambres sont remplies d'un mélange de terre : fumier et sciure de bois compostés, balles de café, balles de riz, fibres de palmier à huile ou fibres de cacao dans un rapport de 6:3:1. Le substrat doit être stérilisé à la vapeur en le plaçant au-dessus d'un fût métallique contenant de l'eau bouillante.

## Application

La technique de fausse décapitation commence par une incision carrée de 5 cm de large à 20 cm du sol jusqu'au milieu du pseudo-tronc sur une plante de 6 mois, tuant le méristème actif. Inclinez légèrement le côté inférieur du trou vers le bas pour que l'eau et la sève des plantes s'accumulent dans le trou pour tuer davantage le méristème. Les plants décapités sont laissés au moins un mois pour permettre la germination. Dans le cas de la décapitation complète, la dominance apicale est supprimée en coupant une plante âgée de 6 mois au niveau du sol et en excisant les 5 cm centraux du méristème le plus mou, laissant intact la partie dure du bulbe. La tige coupée doit être recouverte de terre pour favoriser la

---

*Propagation par PIF : a) Bulbe scarifié, b) Enclos de sevrage, c) Pousses secondaires, et d) Abris d'acclimatation*



germination. Dans les trois semaines, quatre à sept rejets émergeront. Les rejets à trois ou quatre feuilles sont détachés en les arrachant du pseudo-tronc et repiqués au champ.

Pour la macropropagation utilisant la technique de plants issus des fragments de tiges (PIF). Le matériel source est constitué de rejets sains collectés entre la floraison et la récolte. Les racines sont coupées des rejets et ceux-ci sont lavés avant de peler les gaines des feuilles. Le bulbe entier est ensuite désinfecté en le plongeant dans de l'eau bouillante pendant 30 à 40 minutes (ou dans un fongicide pendant 20 minutes). Les bulbes sont scarifiés en pratiquant une incision peu profonde au sommet et sur les bourgeons latéraux puis sécher à l'air pendant 24 heures. Les bulbes entiers sont plantés ensemencés dans la chambre de sevrage à 30 cm de distance. Le bulbe peut également être divisé en 2 ou 3 fragments ou les bourgeons sont excisés en morceaux de 50 à 100 g qui sont plantés à 10 cm de distance et recouverts de 2 cm de sciure de bois, bien arrosé. Trois à sept pousses germeront à partir d'un seul morceau de matériel de plantation en trois semaines. Après environ 10 semaines, 10 à 50 pousses secondaires émergeront avec deux à trois petites feuilles chacune. Les plantules sont détachées et celles qui ont des racines sont directement transplantées dans un mélange d'empotage, une plante par récipient. Les plantules sont alors acclimatées et durcies dans une zone ombragée pendant 3 à 6 semaines.

### **Coût de production et rentabilité potentielle**

La macropropagation via les techniques de décapitation des pseudo-troncs et PIF est facile à apprendre et peu coûteuse à établir. La propagation par décapitation coûte environ 0,30 dollars américains pour

100 plantules tous les quatre mois. Construire des chambres pouvant contenir 8.000 plantules coûte environ 2.300 dollars. Le coût de construction d'une serre d'ombrage pouvant contenir 2.500 plantules est d'environ 340 dollars. Les plantules multipliées par la méthode de décapitation sont vendues à 0,5 dollars, tandis que les plus grosses plantules issues de la méthode du PIF sont vendues à 1 dollar. Une étude réalisée au Sud-Kivu, en République démocratique du Congo, montre que la macropropagation du plantain à l'aide de tunnels semi-cylindriques avec du fumier dans le substrat, qui produit 850 à 1.100 plantules par cycle, peut réaliser un bénéfice net compris entre 725 et 1.050 dollars par cycle.

### **Exigences en matière de licence**

La multiplication des bananiers et des plantains par des méthodes de macro-propagation n'est pas soumise à l'approbation réglementaire dans la plupart des pays, mais une certification volontaire des pépinières pour le respect des normes phytosanitaires peut être en place.

## Technologie 4. Propagation par culture in-vitro

### Résumé

La banane et le plantain sont multipliés en laboratoire par culture tissulaire in-vitro (CIV). La micropropagation in-vitro élimine tous les ravageurs et maladies à l'exception des virus. La culture in-vitro se compose de cinq étapes importantes : initiation, multiplication, pousse et l'acclimatation, l'acclimatation primaire dans les serres et l'acclimatation secondaire dans les ombrières. Les plantes issues de la CIV bénéficient de l'uniformité et de la propagation rapide d'un grand nombre de plantules. Ces avantages permettent une commercialisation et une reprise plus rapide après des dommages à grande échelle tels que des épidémies et des conditions météorologiques extrêmes.

### Description technique

La micropropagation in-vitro repose sur un milieu de croissance liquide, semi-solide ou solide tel qu'un bouillon ou une gélose multipliée dans des conditions de croissance stériles. Les techniques de culture tissulaire les plus courantes sont la culture de méristèmes, mais d'autres techniques telles que la culture de cals, l'embryogenèse somatique, la suspension cellulaire et la culture de protoplastes sont possibles. Les plantules de la CIV ont tendance à



*Etapes de culture in-vitro pour la micro propagation: a) Enlever les gaines, b) Séparer les bulbes, c) Désinfection et segmentation des bulbes, d) Transfert en tubes stériles avec milieu de culture, e) Culture en chambre climatisée, f et g) Transfert de propagules pour la prolifération de pousses par culture en bocaux, and h) Croissance des plantules en serre (Crédits: B. Dheda)*

être moins robustes que les rejets et nécessitent plus de soins en raison de leur production initiale stérile dépourvue de micro-organismes bénéfiques. Ils sont néanmoins régulièrement plantés dans des champs présentant une forte charge de ravageurs et de maladies et des contraintes abiotiques. L'inoculation de plantules CIV avec des micro-organismes bénéfiques tels que *Fusarium oxysporum* et *Trichoderma* spp. aide à réintroduire l'immunité (voir Technologie 9). La micropropagation par le biais de techniques de culture tissulaire est une méthode efficace pour produire de grandes quantités de plantules de bonne qualité, mais nécessite un investissement en capital et des compétences élevés. Le strict respect des normes aseptiques et des conditions microclimatiques ainsi que des précautions pendant le renforcement sont importants. Un examen minutieux du stock est nécessaire pour éviter de cultiver des plantes infectées. Les agriculteurs doivent être conscients que la plantation de plantules de culture CIV à partir d'une seule espèce de bananier ou de plantain entraîne une faible diversité et variabilité génétiques, ce qui présente un risque en cas d'apparition d'une maladie ou d'une épidémie de ravageur.

### Utilisations et composition

Les plants de bananiers cultivés in-vitro ne sont pas toujours facilement disponibles. Les producteurs de bananes à plus grande échelle souhaiteront peut-être créer leur propre installation de culture de tissus de bananiers pour garantir la disponibilité de plants exempts de maladies. Pour rendre les plantules CIV facilement accessibles aux agriculteurs des zones reculées, il est nécessaire d'établir des liens avec les pépinières de micropropagation (voir Technologie 3). Il est nécessaire d'avoir un système de purification d'eau pour produire de l'eau bidistillée pour préparer les

solutions mères et les milieux, un autoclave pour stériliser les outils et les milieux, pH-mètre et réfrigérateur pour stocker les solutions mères et les hormones. Les enceintes à flux d'air laminaire pour réaliser des cultures et des sous-cultures de plantes peuvent être des modèles haut de gamme pour les laboratoires spécialisés avec une grande capacité de production, mais peuvent également être fabriquées avec des boîtes en plastique et un petit filtre à air. Les autres matériaux requis comprennent un pH-mètre, une plaque chauffante avec agitateur, de la verrerie et des bécards, des pinces, un bec Bunsen, des flacons pour le lavage, des brosses, des récipients et tubes de culture, des flacons Erlenmeyer, des éprouvettes graduées, des pipettes en verre, des poignées



et des lames de scalpel, des spatules, des barres d'agitation, du ruban adhésif en rouleau, des gants, du parafilm, des marqueurs de laboratoire, des

serviettes en papier, des détergents, de l'alcool isopropylique, de l'eau de Javel et des brosses. Les milieux de croissance pour la préculture sont fabriqués avec du milieu basal Murashige & Skoog complété par 5,0 mg/l de BAP, et les milieux de sous-culture représentent la moitié de ces concentrations. Il faut enfin une salle climatisée équipée de deux tubes fluorescents de 40 watts et d'une photopériode de 16 heures.



*Effet de l'inoculation d'endophyte sur des plantules CIV, gauche, sans inoculation, droite (Crédits: T. Dubois)*

## Application

La première étape consiste à collecter des rejets de 40 à 100 cm de haut sur des plantes mères fortes et exemptes de symptômes de maladie, en veillant à séparer les rejets sans endommager le bulbe. Il est conseillé de collecter au moins deux rejets de chaque source végétale, un pour la micropropagation et l'autre pour une pépinière en vue d'une propagation future. Environ 10 cm de tissu interne contenant le bulbe méristématique sont excisés de la tige en retirant les gaines des feuilles dans un laboratoire propre et en rinçant à l'eau pour laver la terre. La deuxième partie du processus se déroule sous une hotte à flux laminaire à l'aide de scalpels,

de pinces, de plaques coupantes et de solutions autoclavées. Le bulbe entier est désinfecté en le plongeant dans une série de solutions désinfectantes. Ensuite, le bulbe stérilisé en surface est découpé jusqu'à ce qu'il mesure 1 × 1 cm, avec le tissu du bulbe aussi fin que possible. Sur une plaque de découpe fraîche, le bulbe est découpé longitudinalement en propagules de 0,5 cm. Les propagules sont placées dans des tubes contenant un milieu de croissance et couverts par un capuchon ouvert. Les propagules sont conservées dans la pièce pendant un mois où le gonflement et le brunissement du bulbe, le verdissement des tissus foliaires et l'émergence des pousses sont surveillés. Les précultures contaminées ou sans croissance doivent être jetées. Lorsque les propagules atteignent 2 cm de hauteur, elles sont transférées depuis les tubes dans des bocaux contenant un milieu de croissance pour faire proliférer davantage de pousses. Les propagules plus grosses peuvent être coupées en deux. Ces sous-cultures doivent être conservées dans la chambre de croissance pendant 3 à 4 semaines pour obtenir le nombre de pousses souhaité. La séparation des propagules d'une sous-culture pour obtenir plus de pousses peut être répétée 5 fois. Avant de vendre des plantules de CIV ou de les planter dans des abris ombragés pour produire des rejets, les plants doivent être exposés à la lumière partielle du soleil dans des conditions de serre pendant quelques jours.

### **Exigences pour les start-ups, coûts de production et rentabilité potentielle**

En Afrique, un certain nombre d'entreprises commerciales de laboratoires de culture tissulaire fonctionnent et fournissent aux agriculteurs du matériel propre de haute qualité pour la plantation et la macro-propagation. Il s'agit notamment d'Agrobiotec et Phytolabu au Burundi, de Mimea International et de l'Université d'agriculture et de technologie Jomo Kenyatta au Kenya, ainsi que d'Agro -Genetic Technologies et du Laboratoire de culture de tissus végétaux de l'Université Makerere en Ouganda. Les étapes nécessaires au démarrage d'une usine de production de CIV impliquent 1) la planification commerciale et une analyse de marché appropriée, 2) l'obtention d'un prêt auprès d'une banque ou d'une autre institution financière pour acquérir l'équipement, 3) la formation du personnel sur les procédures de manipulation et de contrôle de la qualité, et 4) la sensibilisation des agriculteurs riverains à la plantation et à la macropropagation des plantules CIV. L'efficacité des systèmes de propagation in-vitro est principalement influencée par le taux de multiplication, qui dépend du génotype ainsi que des procédures opératoires. Les plantules sont vendues entre 1,3 et 1,5 dollars américains par les grands détaillants commerciaux. Une pépinière peut produire plus de 3.000 plantules CIV par cycle et générer un revenu brut de 1.600 dollars, soit un retour sur investissement de 1,4. Lorsque du matériel CIV est utilisé, les agriculteurs raccourcissent les cycles de production, permettant une récolte plus précoce et permettant à plus de 90 % des plantes de produire des régimes.

### **Exigences en matière de licence**

Dans certains cas, les techniques de micropropagation sont autorisées mais la plupart du temps elles sont protégées par des secrets commerciaux. Une fois achetés, les producteurs sont généralement libres de multiplier leur stock en utilisant des techniques de macropropagation.

## Technologie 5. Engrais spécialisés et mélanges locaux

### Résumé

La production de bananes en Afrique subsaharienne souffre largement de la faible disponibilité des nutriments dans les sols. Pour contrer cette limitation, des engrais doivent être appliqués pour fournir un apport équilibré en nutriments. Des mélanges d'engrais spécialement conçus peuvent être utilisés et contiennent des nutriments comme l'azote, le phosphore, le potassium, le soufre et d'autres dans des proportions



▲ Exemple de mélange d'engrais pour la banane

adaptées à l'état de fertilité du sol et aux besoins des cultures. Des engrais à élément nutritif unique, facilement accessibles, et les infrastructures existantes en Afrique subsaharienne peuvent être utilisés pour créer ces mélanges spécialisés destinés aux agriculteurs. Notez que la banane et le plantain ont des besoins particulièrement élevés en potassium et que les mélanges pour plantes à tubercules et racines comestibles conviennent également à cette culture. Appliquer le bon engrais au bon moment et au bon endroit sur les bananes et les plantains améliore considérablement

la productivité et la valeur nutritionnelle et renforce la résilience à la sécheresse et aux ravageurs. Les mélanges d'engrais spécialisés permettent aux agriculteurs d'obtenir de meilleurs retours sur leurs investissements en intrants.

## Description technique

Les formulations d'engrais mélangés ou composés équilibrent et reconstituent les stocks de nutriments dans les sols, ce qui garantit que les intrants ajoutés sont utilisés plus efficacement pour augmenter la production de bananes et de plantains. La technologie de mélange d'engrais offre un très grand degré de flexibilité pour adapter les formulations d'engrais aux caractéristiques générales du sol et aux objectifs de production, comme le prescrivent les principes directeurs de la gestion intégrée de la fertilité des sols. Les différents éléments mélangés présentent des avantages spécifiques. Par exemple, l'azote, le phosphate et le potassium favorisent la croissance des tiges, la floraison

et le remplissage des régimes, le sulfate renforce la photosynthèse et la transpiration, et le calcium, le magnésium et le zinc améliorent l'absorption des nutriments et de l'eau des sols. L'utilisation d'engrais spéciaux pour les bananes et les plantains présente de très fortes synergies avec les variétés améliorées (voir Technologie 1 et 2), car des régimes plus gros causent une plus grande demande en nutriments. L'application de micronutriments donne des fruits ayant une plus grande valeur nutritionnelle et énergétique qui aident à surmonter les carences dans les communautés rurales. Un bon équilibre nutritionnel favorise une maturation uniforme et évite l'éclatement des fruits immatures ou à maturité précoce.



*Un mélangeur rotatif simple pour engrais*

## Utilisations et composition

La technologie de mélange d'engrais convient à toutes les principales zones de culture et est particulièrement importante dans les sols à faible fertilité. Les applications fractionnées d'engrais spécialement mélangés améliorent considérablement la santé des plantations, ainsi que leurs rendements et leur valeur nutritive. Cette approche est particulièrement importante lorsque l'on cultive des sols très altérés, caractérisés par une faible fertilité et un déséquilibre du pH. Notez que les mélanges d'engrais conçus pour le bananier peuvent convenir aux cultures de spéculations à racines ou tubercules comestibles ainsi que pour les fleurs et cette polyvalence est avantageuse pour les fabricants d'intrants, les distributeurs et les agriculteurs.



Racine RFC fabriquée par MEA Fertilizers au Kenya

Des formules nutritives spécifiques résultent du mélange d'une large gamme d'engrais granulaires solides comme l'urée (46 % N), le chlorure de potassium (52 % K), le superphosphate simple (16 à 20 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 11 à 21 % Ca et 11 à 12 % S) ou superphosphate triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Les micronutriments comme le zinc, le bore, entre autres, peuvent être ajoutés sous forme solide ou imprégnés sous forme liquide. Un exemple d'engrais mixte est le « mélange pour bananes » de Zambie avec 12 % de N, 3 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 22 % de K<sub>2</sub>O et 35 % de matière organique qui doit être appliqué à raison de 100 g par plante chaque mois. Des exemples d'engrais composés spéciaux pour bananes et plantains sont Java®, Power®, Nitabor® et Winner® de Yara qui contiennent N, P, K, S, Zn, Ca, Mg, Fe et B qui servent à différentes étapes du cycle de production. Un autre mélange utile pour les spéculations à racines et tubercules et à fruits est fabriqué par MEA Fertilizers au Kenya (5:13:21 + MgO 5,8 % + CaO 4 % + S 3 % + Zn 0,4 %). Ces engrais sont généralement vendus en sacs allant de 5 à 50 kg.

## Application

Les informations sur les carences et les déséquilibres en éléments nutritifs dans des zones de culture spécifiques sont présentées dans les cartes des sols et les rapports de tests agronomiques passés, et sont souvent suffisantes pour développer des formulations de mélange. La production de mélanges



d'engrais spéciaux est également soumise à la disponibilité de différents engrais uniques. La fabrication des mélanges se fait à l'aide d'un système rotatif sec disponible à moyenne et grande échelle et il est préférable de les conditionner dans les tailles requises par les agriculteurs. La banane et le plantain nécessitent du NPK à des taux de 200-40-200 kg par ha, répartis sur tout le cycle de production. Lors de la plantation, il est conseillé d'appliquer ce mélange localement, autour de la base des plantes et à intervalles de 3 à 6 mois. Certains de ces intrants peuvent être remplacés par des intrants biologiques, notamment pour les cultures de repousse.

### **Exigences de commercialisation et pour les startups**

Plusieurs fournisseurs d'intrants commerciaux en Afrique distribuent des mélanges d'engrais spécialement conçus pour la banane. Leur composition spécifique, leur formulation et leurs moyens de combinaison sont souvent protégés par des secrets commerciaux. Pour produire un nouvel engrais mélangé, les étapes suivantes sont nécessaires : 1) Dériver la formule des engrais mélangés en fonction des besoins en nutriments et des conditions de fertilité du sol sur une grande zone de production, 2) Établir des protocoles de fabrication pour mélanger différentes sources d'engrais et faire l'emballage du mélange, 3) Sensibiliser les commerçants agricoles aux avantages et à la rentabilité des mélanges d'engrais spécialisés et fournir des informations aux clients à leur sujet, 4) Fournir

ces engrais de marque à des prix abordables sur les marchés locaux et surveiller leurs ventes, et 5) Mener des démonstrations et des essais pour évaluer l'efficacité d'un mélange par rapport à d'autres options de gestion et affiner la formulation et les campagnes de sensibilisation au fil du temps, si nécessaire.

### **Coûts de production**

La conception d'un nouveau mélange d'engrais ne doit pas nécessairement être coûteuse car elle peut être basée sur une étude de documents à partir d'une multitude d'informations secondaires, y compris la composition de produits similaires. Le raffinage de ce mélange au fil du temps, sur la base d'essais agronomiques et d'analyses de plantes et de sols, est considérablement plus coûteux. La fabrication de mélanges d'engrais spécialisés entraîne un coût de démarrage considérable basé sur l'investissement en capital pour les systèmes rotatifs secs multicanaux et l'emballage automatisé. Il y a aussi le coût des engrais primaires à mélanger. Ces coûts sont considérablement réduits pour les entreprises d'engrais disposant d'une capacité de mélange existante et qui cherchent à élargir leur gamme de produits. Des systèmes de mélange plus petits et nécessitant une main d'œuvre plus intensive peuvent être développés pour des opérations localisées, et même exploités comme une opération communautaire une fois que les formulations spécifiques sont connues.





### **Segmentation de la clientèle et rentabilité potentielle**

Les engrais mélangés sont destinés à être utilisés par les producteurs par distribution via les réseaux de revendeurs agricoles. La rentabilité du mélange d'engrais ne repose pas sur la réponse des cultures aux composants individuels des engrais, mais plutôt sur leur réponse améliorée aux combinaisons stratégiques de ces ingrédients, une caractéristique que les agriculteurs bien informés sont prêts à acheter. Fondamentalement, les engrais mélangés devraient offrir des rendements supérieurs à la somme des composants. La combinaison de deux ou plusieurs engrais nécessaires offre également des opérations de travail plus efficaces. Des recherches menées au Cameroun ont montré que la fertilisation du plantain avec du NPK à raison de 200-40-200 kg par ha peut augmenter les rendements d'environ 6,0 t par ha.

### **Exigences en matière de licence**

Les formulations des mélanges d'engrais peuvent être soumises à licence mais sont le plus souvent protégées en tant que secrets commerciaux. Ceux qui connaissent la composition des engrais peuvent facilement calculer les proportions de mélange souhaitées à partir de différentes matières fertilisantes primaires. Les réponses à l'application et aux combinaisons d'engrais sont disponibles en tant que biens publics régionaux lorsqu'elles sont publiées par les instituts de recherche.



*Une variété de plantain*

## Technologie 6. Espacement et gestion des plantations

### Résumé

L'espacement des bananes et des plantains dépend de la stature de la variété et des attentes de l'agriculteur. La plupart des variétés sont espacées de 3 x 3 m, soit 1.111 plants par ha. Les variétés naines sont plantées à des densités de 2 x 2 m (2.500 plants par ha) ou moins. De très grandes variétés sont plantées à 4 x 4 m. Notez que les racines fibreuses, même des variétés naines, peuvent s'étendre sur 6 m. L'espacement peut également dépendre du niveau de fertilité du sol et des précipitations. Il est préférable de planter les bananes en blocs carrés car la plante est affectée par le vent. Lorsqu'elles sont plantées en blocs, les plantes se protègent mutuellement. Une autre considération est la pratique consistant à établir de jeunes plantes dans des trous creusés d'au moins 30 x 30 x 30 cm et enrichis de matières organiques. L'implantation d'un grand nombre de nouvelles plantes nécessite donc beaucoup de compost ou de fumier, surtout si le sol est moins fertile. La banane et le plantain nécessitent une humidité abondante et un bon

drainage. Les rangées doivent être droites dans les champs plats pour donner aux plantes le maximum de lumière solaire. Sur les pentes, les rangées doivent suivre les courbes de niveau pour réduire l'érosion du sol.



*Différences d'espacement; faible densité (haut) et haute densité (bas) (Crédits: T. Ndabamenye)*

## Description technique

Une attention particulière doit être portée à la disposition et à la densité de plantation lors de l'établissement de bananiers et de plantains, car la gestion des plantations affecte les besoins en main d'œuvre ainsi que la taille des régimes et les rendements. Des densités plus élevées entraînent une compétition excessive pour la lumière, les nutriments et l'eau et donnent lieu à des peuplements plus hauts et plus faibles avec une maturité retardée. Des densités plus faibles peuvent conduire à une concurrence excessive des mauvaises herbes, mais offrent une possibilité de culture intercalaire (voir Technologie 8). Une autre considération est la nécessité d'effectuer une rotation des zones de plantation au fil du temps en raison de l'accumulation d'une multitude de ravageurs et de maladies, avec une période typique de 8 à 10 ans avant qu'une rotation ne soit nécessaire.

Les variétés naines nécessitent moins d'espace. Le Cavendish nain, une variété de dessert très répandue, est planté à des densités de 2.500 à 4.400 plants par ha et peut fournir jusqu'à 100 t par ha et par an avec des régimes plus petits et des fruits produits à des densités de plantation plus élevées. Les plantes disposées en blocs donnent des peuplements présentant des niveaux d'humidité et de température souhaitables. La plupart des bananes à cuire et des plantains sont plus grandes et doivent être plantées à des espacements plus larges, par exemple 3 x 3 m, formant 1.111 mats par ha. Certaines variétés de bananiers et de plantains sont particulièrement grandes, atteignant une hauteur de 8 m et produisant de grands mats avec

de nombreuses pousses. Ces variétés doivent être plantées à un espacement de 4 x 4 m ou plus. Il est important de noter que l'espacement influence grandement l'expression des mauvaises herbes et qu'avec un espacement approprié et une gestion des résidus appropriée, il est possible d'établir des sous-étages de plantation pratiquement exempts de mauvaises herbes.



*Le plantain*

## Les usages

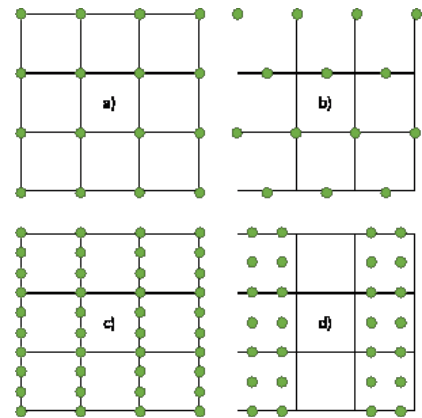
La densité optimale dépend du type de cultivar, des conditions climatiques qui influencent la disponibilité de l'eau, des niveaux de fertilité du sol et des interactions entre ces facteurs. Les agriculteurs doivent apprendre quelles variétés leur conviennent le mieux et quel espacement elles nécessitent. Par exemple, des recherches menées au Rwanda ont montré que sous des précipitations plus faibles (<1 000 mm), les rendements atteignaient un maximum à 3.333 plants par ha pour les cultivars à cuire « Injagi » et à 4.444 plants par ha pour « Ingaju ». Sous des précipitations plus élevées (> 1 000 mm), les rendements de ces cultivars à cuire augmentent au-delà des densités de peuplement de 5.000 plants par ha.

## Composition

Il existe différents types de systèmes de plantation qui s'alignent sur les conditions agricoles et les objectifs de production spécifiques. Les petits agriculteurs adoptent principalement le système carré où les plantes sont positionnées à chaque coin avec un espacement de 2 x 2 m ou 3 x 3 m. Dans un système triangulaire, les plantes en rangées alternées sont positionnées au milieu du carré au lieu du coin. Dans un système à un seul rang, les plants sont rapprochés dans la ligne (0,5 à 0,8 m), tandis que la distance entre les rangs est large (1,8 à 2 m). Dans un système en rangées jumelées ou doubles, deux rangées de bananiers sont plantées avec un espace de 0,9 à 1,2 m avec des plants situés au même niveau, et les rangées appariées sont espacées de 2 à 2,5 m. Dans les champs avec des pentes très raides, il est préférable d'utiliser un système de courbes de niveau lorsque les plantes sont cultivées en lignes de hauteur égale en utilisant des fosses et les plantes en lignes alternées doivent être échelonnées pour minimiser l'érosion du sol. Au début de l'établissement, l'utilisation d'herbicides peut être nécessaire pour lutter contre les mauvaises herbes, les herbicides de contact systémiques tels que le glyphosate étant plus efficaces.


## Application

La densité végétale est souvent exprimée en nombre de mat par hectare, un mat étant constitué d'une plante mère et de ses rejets de jeunes générations. Pour déterminer l'espacement moyen entre les mats, il faut mesurer la distance de la plante mère dans un mat avec celles des quatre mats les plus proches. Un « terrassement » de la base de la tige et un soutien supplémentaire des régimes matures sont nécessaires dans les zones sujettes aux vents forts. Un herbicide doit être appliqué avant que les mauvaises herbes commencent à produire des graines



*Dispositions de plantation : a) carrée, b) triangulaire, c) à rang unique et d) à rangs jumelés*

et ne doit pas être pulvérisé sur les bananiers eux-mêmes, sur les cultures intercalaires ou sur le sol nu. Les herbicides de contact peuvent être utilisés au début d'un cycle de production et peuvent devoir être réappliqués pour lutter contre les graminées vivaces. Les herbicides systémiques sont recommandés pour les plantations établies. Les opérateurs peuvent cibler les plantes à supprimer et celles à entretenir, favorisant l'établissement d'un couvert végétal naturel. Le désherbage mécanique est possible dans les plantations à double rang avec des allées plus larges qui permettent aux attelages de passer sans endommager les tiges. Avec une telle gestion de la plantation, il est important d'utiliser des accessoires plus légers pour éviter le compactage du sol. L'utilisation d'une densité de plantes optimale permet d'augmenter l'efficacité



de l'utilisation de l'eau et peut réduire les besoins d'irrigation de 30 à 40 % et entraîner une absorption de nutriments provenant des engrais 25 % plus élevée. La plantation à haute densité rend les peuplements moins vulnérables aux dommages causés par le vent, mais peut entraîner une accumulation accélérée de ravageurs et de maladies.

### **Exigences en matière de licence**

Aucun frais de licence n'est associé à l'ajustement de l'espacement pour répondre aux conditions de l'agriculteur et les individus sont encouragés à consulter des pairs expérimentés et des experts en vulgarisation lors de la préparation d'une nouvelle zone de plantation.



## Technologie 7. Lutte contre les ravageurs et les maladies communs

### Résumé

Les bananes et les plantains sont sensibles à un large éventail de ravageurs et de maladies, dont beaucoup sont très agressifs et contagieux. Une fois installés, ils sont difficiles à éradiquer. L'apparition d'épidémies et de dégâts dépend en partie des conditions environnementales, car l'humidité favorise les maladies fongiques et le temps sec favorise les épidémies d'insectes et les maladies virales qui leur sont associées. Il existe de nombreux ravageurs et maladies et ils agissent souvent conjointement de manière à exploiter les tissus mous et riches en sève du bananier et du plantain. De graves ravageurs et maladies attaquent toutes les parties du bananier et du plantain, y compris les racines, les bulbes et les rhizomes, les

pseudo-troncs, les feuilles et les fruits. De plus, certains ravageurs transmettent des maladies graves. Même si la gestion intégrée des ravageurs et des maladies peut offrir des lignes directrices utiles pour éviter et limiter ces épidémies, les outils nécessaires sont rarement disponibles et, dans la plupart des cas, les agriculteurs doivent recourir au traitement des symptômes les plus graves pour prolonger la durée de vie des plantations moins productives et en déclin. La gestion de ces syndromes est très complexe et dépasse la portée de ce catalogue de boîtes à outils, et nous proposons plutôt des conseils sur la meilleure façon de reconnaître et de gérer certaines des contraintes les plus courantes.



*Bananiers renversés à cause des nécroses dûes aux nématodes parasites (Crédits: D. Coyne)*

### Description technique

Plusieurs ravageurs et maladies constituent une menace sérieuse pour la productivité et la longévité des plantations de bananiers et de plantains. Un large éventail de

solutions de gestion sont disponibles pour contrer ces menaces. Les coléoptères peuvent être attirés dans un piège à l'aide des appâts ou des phéromones. Les vecteurs de virus tels que les pucerons et les cochenilles

sont sensibles aux insecticides et aux prédateurs naturels. Les infestations par les nématodes peuvent être gérées grâce à l'utilisation de matériel de plantation propre, à la jachère et au paillage avec des plantes antagonistes, à l'inoculation des plantules par des endophytes, à l'assainissement à l'eau bouillante et aux nématicides synthétiques. Contre les champignons foliaires, il faut faire des application de fongicides, une taille des feuilles et une amélioration de la fertilité du sol. Les variétés résistantes (voir Technologie 1 et 2) offrent une base solide pour prévenir les champignons transportés par le vent. Les maladies virales sont contrôlées grâce à l'utilisation de matériel végétal sain et à la lutte contre les insectes vecteurs. Les agriculteurs doivent reconnaître que leur échange de matériel végétal entraîne la propagation de ravageurs et de maladies, et que des pratiques simples telles que le traitement des rejets et des bulbes à l'eau chaude réduit cette menace. Si on ne les contrôle pas, les complexes de ravageurs et de maladies réduisent considérablement la productivité des plantations, mais ce problème peut être réduit ou retardé.

### **Principaux insectes nuisibles**

Les larves du charançon du bananier (*Cosmopolites sordidus*) s'enfoncent dans les bulbes, les rejets et les racines, causant des dégâts importants et une diminution de la croissance des plantes. Avec le temps, les plantes tombent prématurément. Les adultes peuvent être piégés la nuit en les appâtant avec des tranches de pseudo-tronc de bananier. Lors de la plantation, il faudra veiller à sélectionner

les rhizomes exempts de lésions et les plonger dans l'eau chaude pendant 10 à 15 minutes. Pratiquez l'assainissement de la plantation en minimisant les débris autour des mats infestés et enlevez leurs souches après la récolte. Les insecticides ne sont que partiellement efficaces car les larves restent protégées dans un labyrinthe de tunnels. Un autre insecte nuisible important est le thrips qui déforme les fruits des bananes et crée des cicatrices en se nourrissant de la peau. Les pucerons attaquent les jeunes tissus verts et propagent des maladies virales. Ces deux derniers insectes sont facilement contrôlés par les insecticides, mais également par les prédateurs naturels, il est donc conseillé d'établir un équilibre judicieux dans la gestion intégrée.



### Principaux nématodes nuisibles

Les nématodes sont des vers microscopiques qui vivent comme des parasites et sont présents dans le sol. Les nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.) et le nématode fouisseur (*Radopholus similis*) peuvent affaiblir considérablement le système racinaire, réduire les rendements, renverser les tiges et réduire considérablement la longévité des plantations. On peut gérer les infestations de ces nématodes par l'utilisation de matériel de plantation sain que l'on traite thermiquement, d'une fumigation du sol avant la plantation, de nématicides chimiques, d'un support végétal et d'une résistance variétale. Les plantules cultivées in-vitro peuvent être protégées par un endophyte fongique amélioré (*Fusarium oxysporum*) en trempant les racines des plantules dans une suspension de spores. D'autres nématodes parasites comprennent *Helicotylenchus* spp., *Rotylenchulus reniformis*, *Rotylenchulus* sp. et *Pratylenchus* sp.



*Trempe d'un plateau de germination dans une suspension de spores d'endophyte (Crédits: A. zum Felde)*

### Principales maladies fongiques

Les champignons sont des agents pathogènes communs sur les bananiers et les plantains. Tous les organes sont attaqués par divers champignons et le contrôle de ces champignons peut représenter une part importante des dépenses de gestion des plantations. Sigatoka (*Mycosphaella musicola*) est une maladie foliaire débiliteuse et contagieuse répandue dans le monde entier. Les symptômes se développent sous la forme de petites zones brunes sur la face inférieure des jeunes feuilles qui se transforment en stries nécrotiques avec des marges noires. Ces dégâts se développent en de vastes zones flétrissées qui provoquent le flétrissement des feuilles entières au point qu'il reste peu ou pas de feuilles vertes sur la plante. La perte de rendement des régimes peut être énorme. Une combinaison de pratiques de lutte culturelle et chimique est recommandée, notamment l'assainissement des champs, l'application de fongicides et la taille rigoureuse des feuilles affectées. Une maladie étroitement apparentée est la maladie des raies noires causée par *M. fiiformis*. La flétrissure fusarienne (*Fusarium oxysporum*) est une maladie transmise par le sol où l'infection commence dans les racines et se propage dans le pseudo-tronc. Les symptômes comprennent une nécrose rougeâtre de la tige, des racines pourries et un flétrissement général. Une fois établi, le champignon persiste dans les sols mais heureusement, quelques variétés résistantes sont disponibles.



### **Principales maladies virales**

Les virus du bananier et du plantain sont transmis par la plantation de matériel végétal infecté et par des insectes vecteurs. Deux virus particulièrement d'importance économique sont celui du Banana Bunchy Top et de la striure du bananier. Banana Bunchy Top s'exprime d'abord sous forme de stries vert foncé sur les nervures des feuilles de bananier, évoluant vers de petites feuilles dressées et cassantes avec un aspect de rosette groupée. Les plantes affectées ne portent souvent pas de régimes. La maladie se propage par la plantation de matériel infecté ou par la transmission par des insectes. La lutte contre les pucerons est donc clé pour réduire la propagation et la gravité de cette maladie. La striure du bananier a été décrit pour la première fois en Afrique en 1974 et est désormais largement répandu. Ce virus est transmis par les cochenilles et la multiplication végétative. Les symptômes consistent en des stries chlorotiques sur les feuilles évoluant vers des lésions étroites et continues qui deviennent nécrotiques. Les plantes affectées sont rabougries et présentent de petits régimes. La maladie peut être contrôlée grâce à l'utilisation de matériel végétal exempt de virus et à l'éradication des plantes malades.

### **Exigences en matière de licence**

La distribution de pesticides exige une certification et la multiplication des variétés résistantes doit être conforme aux réglementations nationales sur les systèmes semenciers.

# Technologie 8. Stratégies de cultures intercalaires pour les bananiers et les plantains



*Bananiers avec un étage inférieur de haricots communs (Crédits: B. Dhed'a)*

légumineuses fournissent de l'azote par fixation biologique. La biomasse issue des cultures intercalaires peut être appliquée comme paillis et comme source de nutriments organiques. Les inconvénients des cultures intercalaires comprennent la concurrence au niveau souterrain et aérien pour les nutriments et l'eau, l'introduction et la propagation potentielles de maladies, ainsi que les dommages aux racines des bananiers dus à la perturbation du sol lors de la plantation et de la récolte

## Résumé

La culture intercalaire de bananes ou de plantains avec d'autres cultures présente plusieurs avantages et inconvénients. La culture intercalaire avec les grandes cultures annuelles permet leur récolte précoce des mois avant les rendements des bananes et, ce faisant, supprime les mauvaises herbes dans la plantation. La couverture et les racines des cultures intercalaires protègent contre l'érosion du sol. Les cultures intercalaires de

des cultures associées. Une pratique courante consiste à effectuer des cultures intercalaires avec des plantes annuelles au cours de la première année d'établissement de la plantation ; une autre consiste à cultiver des bananes avec des cultures pérennes tolérantes à l'ombre comme le café ou le cacao. Une troisième option consiste à cultiver des bananiers avec des arbres agroforestiers fournissant des poteaux supportant les tiges et les fruits des bananiers.

## Description technique

La culture intercalaire implique la production simultanée de deux ou plusieurs cultures sur la même terre. Elle sert d'assurance contre les mauvaises récoltes dues à des conditions météorologiques anormales. Dans le cas des bananiers et des plantains, il est possible d'établir un système à plusieurs étages où sont établies des cultures avec différentes hauteurs de couvert forestier. La culture intercalaire de bananes avec d'autres cultures est une pratique courante pour améliorer la fertilité des sols. Des arbres tels que les manguiers et les papayers peuvent être installés dans les plantations de bananes comme sources de fruits et comme brise-vent. Les systèmes racinaires du bananier et du plantain sont délicats et nécessitent un sol fertile pour permettre une absorption suffisante d'eau et de nutriments et garantir l'ancrage et la production de rejets. Les résidus des cultures compagnes peuvent répondre à ce besoin.

Une culture intercalaire en sous-étage permettent d'atteindre un niveau élevé d'efficacité dans l'utilisation des terres, des nutriments et de l'eau grâce aux effets synergiques entre les deux cultures différentes. Le mélange des cultures réduit également le taux d'infestation des mauvaises herbes, des ravageurs et des maladies dans les champs des agriculteurs, ce qui améliore la productivité des deux et ralentit la propagation des organismes nuisibles à l'agriculture. La culture de bananes et de plantains riches en glucides avec des légumineuses à grains riches en protéines fournit une alimentation plus nutritive sur

des parcelles de terre plus petites. La baisse des rendements des bananiers et des plantains est évitée ou réduite en protégeant le sol avec du paillis contre les cultures intercalaires. Les engrais inorganiques sont utilisés très efficacement dans les systèmes de cultures mixtes. Une plus grande diversité dans la structure des racines entraîne une plus grande capture. La banane régule la température grâce à l'ombrage. Les cultures intercalaires génèrent généralement des retours sur investissement plus importantes et sur la main-d'œuvre. Cependant, une difficulté avec les cultures intercalaires est que certaines opérations sur le terrain deviennent plus compliquées, ce qui complique la mécanisation et l'application d'herbicides.



## Les usages

L'intégration avec d'autres cultures convient aux zones de culture de bananes et de plantains en Afrique subsaharienne et est particulièrement avantageuse dans des conditions de fertilité des sols et de disponibilité en humidité plus faibles. Les cultures intercalaires de légumineuses contribuent à renforcer la résilience climatique des systèmes alimentaires et des communautés qui en tirent des revenus. Les sous-étages des plantations plus jeunes peuvent être intercalés avec des cultures vivrières telles que l'arachide, la patate douce ou le haricot nain. Le choix du sous-étage dépend des conditions agro-écologiques, des opportunités de commercialisation et des préférences alimentaires locales. Les cultures intercalaires de maïs sont souvent considérées comme nuisibles en raison de la concurrence. Il est préférable que les jeunes plantations soient intercalées avec des plantes qui couvrent rapidement le sol pour protéger les sols.

Les plantations plus anciennes avec un couvert forestier plus complet bénéficient de cultures intercalaires tolérantes à l'ombre. Les vignes de vanille poussent bien à l'ombre des plantations matures mais nécessitent un soutien supplémentaire pour leurs vignes lourdes. La culture de la vanille est complexe mais génère potentiellement de grands profits. Les exigences climatiques de la vanille et du bananier se marient bien, mais la fleur de vanille doit être pollinisée à la main pour assurer la fertilisation et le développement des gousses. Les gousses de vanille peuvent être récoltées deux fois par an. Il s'agit d'une culture intercalaire de grande valeur. En 2023, le prix de la vanille d'Ouganda peut atteindre 370 dollars américains le kg.

Cultiver ensemble la banane et le café augmente les revenus des cultures de plus

de 50 % par rapport aux monocultures des deux. Les systèmes de banane et de café sont plus diversifiés, réduisent les risques et fournissent de la nourriture tout au long de l'année. Les bananes mûrissent en premier, fournissant une récolte et des revenus avant que le café ne devienne productif. Les bananes fournissent de l'ombre au café et rivalisent moins que les autres cultures pour l'eau en cas de sécheresse. Ensemble, ces plantes vivaces atténuent les émissions de gaz à effet de serre en augmentant les stocks de carbone au-dessus et au-dessous du sol.



*Culture mixte banane-vanille en Ouganda (Crédits: UGP-Uganda Vanilla Guide)*



*Culture mixte banane-café en Ouganda (Crédits: archive IITA)*



*Systèmes complexes de culture intercalaire de la banane où la banane est le sous-étage de la noix de coco (à gauche) ; la banane est cultivée sous le palmier à huile avec un sous-étage de cacao (au centre) ; et un jardin à plusieurs étages qui comprend des palmiers, des épices et de la banane (à droite).*

### **Exigences de commercialisation et pour les startups**

La culture intercalaire de bananiers et de plantains en sous-étage est une pratique traditionnelle en Afrique qui a été améliorée par les chercheurs et les agences de vulgarisation. Différents mécanismes y ont contribué, notamment la sensibilisation aux avantages nutritionnels et financiers, l'action collective des agriculteurs et le développement de mécanismes de commercialisation plus efficaces et d'industries artisanales à valeur ajoutée. La promotion réussie de l'intégration de la banane et du plantain avec d'autres cultures repose sur 1) l'éducation des agriculteurs sur ses avantages pour l'intensification et la diversification agricoles, ainsi que sur les économies réalisées sur l'utilisation d'engrais ; 2) l'appui à la

vulgarisation sur la sélection variétale et les bonnes pratiques agronomiques dans les contextes locaux ; 3) la multiplication de semences de haute qualité par des entreprises communautaires ou privées ; et 4) l'accès à des propagules végétales à faible coût (voir Technologies 3 et 4), à des engrais (voir Technologie 5) et à d'autres intrants de production nécessaires auprès de fournisseurs locaux.

### **Coût de production**

Les systèmes de cultures intercalaires ont des coûts de démarrage plus élevés pour les semences et les engrais que les monocultures. Leurs rendements sont cependant plus élevés, tout comme l'utilisation des intrants et l'efficacité du recyclage des matières organiques.



*Utilisation innovatrice de la banane en systèmes complexes: ligne de bananiers utilisée en haie séparant des champs (gauche) et pseudo-troncs de bananiers issus de plants récoltés et utilisés comme paillis pour culture intercalaire annuelle (droite)*

### **Segmentation de la clientèle et rentabilité potentielle**

La culture intercalaire de bananes et de plantains est attractive aussi bien pour les petits agriculteurs que pour les agriculteurs commerciaux. Les petits agriculteurs sont attirés par cette pratique car elle permet aux ménages de cultiver davantage et une plus grande variété de produits alimentaires au sein de leurs petites exploitations. Des études réalisées en République démocratique du Congo suggèrent que les cultures intercalaires de sous-étage fournissent environ 2,2 tonnes de nourriture supplémentaire par an. Dans de nombreux cas, les avantages pour les petits exploitants diminuent avec le temps parce que le développement croissant du couvert bananier fait de l'ombre aux cultures

de plein champ qu'ils souhaitent. Les agriculteurs commerciaux sont moins attirés par les cultures intercalaires en raison de la complexité accrue et des besoins en main d'œuvre des cultures intercalaires complexes, bien que les cultures intercalaires banane-café et banane-coco à grande échelle se soient révélées économiquement avantageuses.

### **Exigences en matière de licence**

Aucune licence commerciale ou environnementale n'est nécessaire pour pratiquer la culture intercalaire. Le savoir-faire en matière de cultures intercalaires de bananes et de plantains est considéré comme un bien public régional diffusé par l'IITA, l'ICRAF et de nombreuses agences de vulgarisation locales.

# Technologie 9. Les peaux de banane comme aliments pour animaux et ressources organiques

## Résumé

Les pelures de banane et de plantain constituent l'enveloppe extérieure du fruit qui, en soi, a de nombreuses utilisations. En vrac, elles sont utilisées à la fois comme aliment pour animaux et comme apport organique au sol, mais leur composition chimique et leurs ratios de nutriments suscitent des inquiétudes. Des techniques sont disponibles qui permettent un traitement tel que l'ensilage et le compostage. Les pelures séchées contiennent environ 2 % de protéines, 6 % de matières grasses et 12 % de glucides ainsi qu'une quantité importante de potassium, de phosphore, de fer, de calcium, de magnésium et de sodium. Le zinc, le cuivre et le manganèse sont présents en faibles concentrations. En conséquence, une manipulation et une supplémentation appropriées pour l'utilisation des pelures comme aliments pour animaux, sont nécessaires, mais les composts séchés peuvent être appliqués directement sur les sols sans problème. En plus petites quantités, les pelures sont utilisées comme ingrédient dans la cuisine, la purification de l'eau et la fabrication de produits de beauté et de santé. Ironiquement, le manque de compréhension des différentes valeurs et processus entourant les pelures entraîne leur accumulation inutile dans certaines zones urbaines.



*Conversion de pelures de banane et de plantain en ensilage pour l'alimentation des animaux ou le compost sec.*

## Description technique

D'énormes quantités de pelures sont produites dans les zones où le plantain ou la banane à cuire sont des produits de base. La peau constitue environ 40 pour cent du fruit, ce qui entraîne des quantités de déchets très importantes. Il existe plusieurs méthodes pour retirer la peau d'une banane. La peau des fruits mûrs se détache facilement et est jetée en une seule unité, tandis que la peau des fruits verts doit être pelée. Une fois la peau retirée, le fruit peut être consommé frais ou cuit alors que la peau est trop souvent jetée. Les peaux des bananes vertes et des plantains sont difficiles à enlever mais des machines sont disponibles à cet effet.

En Chine, un éplucheur à bande unique de 0,37 kW capable de traiter 600 unités par heure coûte environ 3.500 dollars américains. Les plus grandes machines multicanaux de 2,0 kW épluchent et tranchent 7.200 pièces par heure et coûtent 16.000 dollars. Beaucoup de ces machines épluchent également les racines comestibles.

### Aliment pour animaux

Le plus grand potentiel d'utilisation des pelures de bananes et de plantains réside dans l'alimentation animale. Les pelures possèdent de nombreuses propriétés qui les rendent adaptées aux régimes combinés. Les peaux fraîches ont une teneur élevée en humidité (environ 85 %), permettant aux animaux de rester hydratés. Les pelures séchées sont riches en amidon, contiennent moins de fibres que les graminées



*Un éplucheur industriel pour banane verte capable de traiter 600 unités par heure.*

fourragères (environ 30 %) et offrent plusieurs vitamines. Ces pelures sont riches en tanins, ce qui peut entraîner un refus de nourriture et donner une viande de couleur plus claire, mais les sucres contenus dans la peau entraînent une activité accrue du rumen. Dans de nombreux cas, il est plus avantageux de préparer un ensilage à partir de pelures et autres déchets de bananes. Les écorces sont hachées et stockées hermétiquement pour favoriser la fermentation lactique. Cela permet la conversion des sucres en acide lactique, abaissant le pH et inhibant les micro-organismes qui autrement gâcheraient le produit. Un meilleur ensilage résulte de l'ajout de matières riches en énergie telles que la mélasse, et de la garantie que les conteneurs restent hermétiques. La période d'ensilage des peaux de banane crues sans aucun additif est d'environ 28 jours, mais l'ajout de sucre la réduit à 24 jours. A noter que la teneur en protéines brutes des peaux de banane est assez faible et cet aliment doit être complété pour une performance animale optimale.

Pour utiliser les pelures comme aliments pour animaux, il faut tenir compte de la relation entre la composition nutritionnelle, le stade de maturité et le cultivar. Par exemple, les écorces de banane dessert contiennent plus de fibres que les écorces de plantain, et leur teneur en lignine augmente avec la maturation. La peau de plantain vert contient principalement de l'amidon, tandis que la peau de banane verte contient plus de sucres libres. En général, la peau mûre a une teneur plus élevée en humidité, en protéines brutes, en fibres brutes et en cendres que la peau non mûre. La teneur en protéines de la peau de banane est faible, mais cette protéine est riche en acides aminés essentiels, notamment la leucine, la valine et la phénylalanine. La teneur en glucides est supérieure à 50 % et permet aux peaux de banane non mûres de servir de source d'énergie dans l'alimentation de

nombreux animaux. Le potassium est particulièrement abondant dans les écorces de plantain non mûres (par exemple 750 mg/kg) et augmente encore au cours du processus de maturation. La peau non mûre contient plus de calcium et de fer que la peau mûre.

Le recours aux pelures comme aliment est souvent limité en raison de la présence de tanins et d'oxalate. Ces composés présents dans la peau pour protéger le fruit donnent un goût amer à la peau. De plus, ces substances sont antinutritives et peuvent entraîner une croissance ralentie et une efficacité alimentaire réduite ; mais ces pelures peuvent être traitées pour détoxifier les effets indésirables. Le plus courant est le séchage au soleil pendant quatre ou cinq jours. Le séchage au soleil lie les tanins sous des formes insolubles et réduit considérablement la teneur en humidité (par exemple jusqu'à 10 %). Cet effet est également obtenu grâce au séchage au four ou au traitement avec un alcali. La fermentation par ensilage détoxifie également les écorces en partie grâce à une oxydation assistée par les microbes.

L'utilisation des pelures crues dans l'alimentation des volailles est limitée en raison des effets délétères des tanins, et le séchage au soleil les réduit à des niveaux sans danger. Ainsi, les pelures de plantain mûres peuvent remplacer le maïs à hauteur de 25 à 75 % de la ration, selon le stade de croissance de l'oiseau. En revanche, les peaux de banane peuvent être données directement aux porcs sans aucune forme de transformation, même avec une ration allant jusqu'à 50 %, mais les régimes

composés à 100 % de peaux doivent être évités. Les agriculteurs donnent des pelures aux animaux parce qu'elles sont peu coûteuses et facilement disponibles, mais les facteurs antinutritionnels affectent le bétail de différentes manières, cette ressource biologique doit donc être utilisée judicieusement.

### **Utiliser comme engrais organique et pour l'amendement du sol**

Le compostage des peaux de banane ne nécessite que 3 à 4 semaines dans des conditions idéales. Il est préférable de mélanger les pelures avec d'autres ingrédients du compost pour obtenir les meilleurs résultats. Il n'est pas nécessaire de hacher les pelures avant le compostage. Les peaux de bananes sont particulièrement bien adaptées au lombricompostage (avec des vers de terre) mais pas en combinaison avec du fumier de volaille. Il est préférable de sécher les composts préparés à partir de pelures avant utilisation et ils conviennent également comme paillis.

### **Autres utilisations de la peau de banane et de plantain**

La cuisson de la peau de banane est courante dans la cuisine asiatique où la peau est rôtie avec d'autres ingrédients. Dans les recettes végétaliennes, la peau de banane a été suggérée comme substitut de viande, mais elle n'a jamais gagné en popularité. Certains chefs de télévision l'incluent occasionnellement dans leurs ragoûts, mais encore une fois avec peu d'impact. Une liste de plusieurs utilisations domestiques des peaux de banane est proposée, mais avec peu d'explications : comme cirage pour chaussures et cuir ; comme crème hydratante et crème pour le visage ; comme remède maison contre les piqûres d'insectes ; traitement contre l'acné ; dissolvant de verrues et d'échardes ; et comme blanchisseur de dents. Ces utilisations n'ont pas été testées au cours de cette revue. Lorsque vous utilisez des peaux de banane fraîches à des fins domestiques, il est important de choisir des peaux plus fraîches et de les conserver à l'abri de la chaleur, du soleil et de la réfrigération. Les pelures de banane sont transformées industriellement comme substrat pour la production de biogaz et de champignons, et leurs cendres sont combinées comme alcalines pour la fabrication du savon.

## Technologie 10. Maturation induite de la banane

### Résumé

La maturation de la banane est une combinaison de processus physiologiques et biochimiques entraînant une modification de la couleur, de la teneur en sucre, de la texture et de l'arôme. Les bananes dessert sont le plus souvent récoltées prématurément pour réduire les blessures pendant le transport. Les bananes peuvent être mûries artificiellement à l'aide de différents agents chimiques, le plus souvent de l'éthylène gazeux. Les chambres de maturation commerciales contrôlent la température, l'humidité et la concentration d'éthylène gazeux. Des générateurs catalytiques sont utilisés pour produire de l'éthylène pour une maturation induite, avec des concentrations de 100 ppm pendant 12 heures ayant un effet immédiat. L'acétylène sert d'analogie de l'éthylène. L'éthéphon est un composé largement utilisé qui libère de l'éthylène. Les fruits mûris artificiellement ont une couleur jaune et un goût similaires

à ceux mûris naturellement. Ce n'est pas le cas des bananes mûries par des méthodes plus traditionnelles comme le brûlage des feuilles ou le kérosène .



*Chambre de maturation industrielle avec réfrigération et contrôle du gaz (Crédits: Nilkamal)*

## Description technique

Le plantain et la banane subissent d'importantes pertes après récolte en raison des dommages causés pendant le transport. C'est notamment le cas des bananes dessert qui sont généralement achetées à l'état mûr. Traditionnellement, les grappes sont mûries en enroulant des feuilles vertes autour d'elles, ce qui prend jusqu'à deux semaines et donne des résultats non uniformes. Des chambres de maturation sont disponibles pour faire mûrir les bananes plus rapidement et plus uniformément en fonction d'une exposition chronométrée au gaz éthylène. Cette maturation induite réduit la teneur en protéines et augmente le sucre dans la plupart des variétés de bananes.

## Application

Les chambres de maturation à faible coût sont construites avec des cadres en métal ou en bois et recouvertes de bâches en plastique hermétiques. Les systèmes les plus simples reposent sur les avocats et les fruits de la passion comme catalyseurs, car ces fruits libèrent beaucoup d'éthylène. Les chambres de maturation industrielles plus avancées comprennent des chambres isolées, un système de réfrigération, un humidificateur, des générateurs d'éthylène, un analyseur de gaz et un panneau de commande. L'éthylène est introduit en générant des produits chimiques tels que l'éthéphon (nom commercial Ethrel, en immersion de 2.000 ppm pendant 3 minutes). Pour de meilleurs résultats de maturation, l'humidité doit être comprise entre 90 et 95 % pour éviter la perte d'humidité. Dans de simples chambres fermées passives, cela est réalisé à l'aide de bassins d'eau, et dans les chambres industrielles, cela est réalisé à l'aide d'humidificateurs. Une maturation rapide en 4 jours nécessite des températures de 18 à 20 °C, une

maturation plus lente se produit à une température plus basse (14 à 16 °C) et prend alors 8 à 10 jours.

## Commercialisation et rentabilité potentielle

Des techniques peu coûteuses permettant une maturation accélérée sont applicables aux petits revendeurs locaux. Les chambres de refroidissement et de gazage industrielles haut de gamme servent les grands producteurs commerciaux, coopératives ou entrepreneurs privés, avec un approvisionnement constant en fruits et une demande du marché tout au long de l'année. Une maturation programmée peut augmenter considérablement les profits, mais il s'agit d'un processus sensible nécessitant une expertise technique. Vendu vert, un plantain ou un régime de banane de 80 kg se vend entre 9 et 12 dollars américains tandis qu'une fois mûr, sa valeur commerciale au détail s'élève à 27 dollars.

## Exigences en matière de licence

L'affinage à l'échelle commerciale nécessite une réglementation en raison des composés utilisés. L'exposition à l'éthylène pour les adultes est limitée à 1 ppm sur une moyenne de 8 heures et ne doit pas atteindre 5 ppm pour une durée de 15 minutes.



## Technologie 11. Transformation à valeur ajoutée des bananes et des plantains

### Résumé

Les plantains et les bananes offrent des options de transformation polyvalentes et constituent une excellente source d'amidon et d'énergie. Une large gamme de produits peut être fabriquée à partir des fruits non mûrs et mûrs, en particulier de la purée pour boissons et sirops, de la farine pour la pâtisserie et des tranches frites et séchées pour les chips. Les bananes et plantains mûrs et non mûrs sont généralement pelés et tranchés avant d'être transformés. Le séchage au soleil est la technique la plus répandue là où les conditions climatiques le permettent, mais le séchage au four est également pratiqué. Les produits à base de banane et de plantain sont de plus en plus fabriqués à l'échelle industrielle. La majeure partie de la production est constituée de bananes vertes et de plantains, car les bananes mûres sont souvent endommagées pendant le transport. La

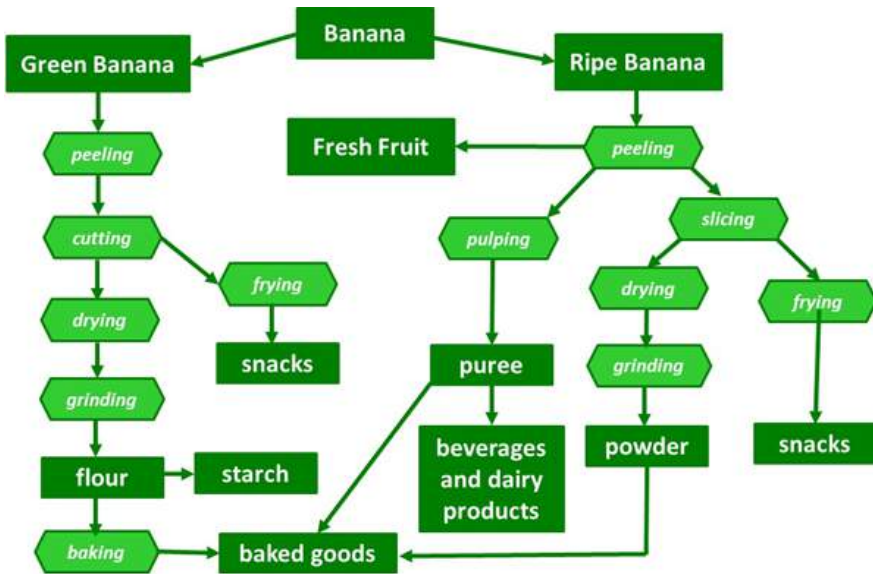


*La demande est croissante pour la farine de banane en substitution de la farine de blé*

farine de banane est produite à partir de fruits non mûrs et la poudre de banane à partir de fruits mûrs. Ces deux produits connaissent des marchés en expansion rapide en raison de leurs avantages nutritionnels et médicinaux.

**Description technique**

Une grande variété de produits alimentaires peut être transformés à partir de fruits mûrs et non mûrs de banane et de plantain. La banane verte et le plantain sont pelés, coupés ou hachés, séchés et moulus pour produire une farine utile pour



Transformation et produits obtenus de la banane et du plantain



Etapes de la production industrielle de farine depuis le plantain (Crédits: Kaifeng Sida)  
 (PLANTAIN-LAVER-PELER-ECRASER-ESSORER-SECHER-MOUDRE-FARINE DE PLANTAIN)

## la boulangerie

Cette farine contient jusqu'à 80 % d'amidon qui peut être extrait sous des formes plus pures utilisées en cosmétique. Les bananes vertes coupées sont frites pour former des collations salées. Les bananes mûres sont pelées pour la consommation de fruits frais et la transformation industrielle. La banane en pulpe produit une purée destinée à être utilisée dans les boissons et les produits laitiers tels que la crème glacée et le yaourt. Les tranches de banane sont séchées et moulues en poudre de banane ou frites pour en faire des collations sucrées. La banane et le plantain sont riches en fibres alimentaires, en potassium, en phosphore, en calcium, en vitamines A et C, en matières grasses brutes, en caroténoïdes et autres composés nutritifs. Le traitement traditionnel de la farine donne une couleur brunâtre peu attrayante pour la pâtisserie, mais le blanchiment ou le trempage dans du métabisulfite de sodium ou des acides organiques neutralisent ce problème.

## Applications

Traditionnellement, la farine de plantain et de banane non mûrs est préparée en coupant les fruits pelés en tranches et en les séchant à l'air pendant 1 à 3 jours avant de les moudre. Avant de peler, il est essentiel que le régime ou les bananes soient soigneusement lavés pour éliminer le sable et les impuretés. Le pelage peut être effectué à la main ou avec une machine automatisée à l'échelle industrielle. À l'échelle industrielle, le fruit est généralement transformé en une purée lisse par broyage humide qui est déshydraté à l'aide d'un filtre-pressé et d'un séchoir flash. Les chips séchées ou le tourteau sont ensuite moulus et tamisés pour obtenir une farine fine de haute qualité.

La farine de banane est une poudre traditionnellement composée de bananes vertes et offre une alternative sans gluten à la farine de blé. Elle a une saveur de banane très douce qui est presque impossible à distinguer lorsqu'elle est mélangée à 25 % avec de la farine de blé. Elle est produite à partir de bananes vertes pelées, hachées, séchées puis moulues. Ce processus nécessite 8 à 10 kg de bananes vertes crues pour produire 1 kg de farine de banane séchée. En revanche, la poudre de banane est fabriquée à partir de bananes mûres séchées et moulues et a un goût de banane plus prononcé. La farine et la poudre de banane sont commercialisées à l'échelle internationale comme alternatives sans gluten aux farines à base de blé. La farine de banane possède d'excellentes caractéristiques de cuisson qui lui permettent de remplacer le blé même dans les produits cuits comme les pâtes. Le marché de la poudre de banane est en pleine expansion en raison de ses caractéristiques médicinales et nutritionnelles reconnues. Ce marché est segmenté en applications alimentaires, pharmaceutiques, alimentaires pour animaux et cosmétiques. La farine de plantain et de banane non mûrs peut être incorporée aux pâtes, aux aliments pour nourrissons et comme alternative au lait pour les veaux.

La purée de banane est préparée à partir de bananes mûres après lavage et pelage. Les bananes sont blanchies à la vapeur ou à l'eau bouillante jusqu'à une température de 93°C, ce qui prend environ 15 minutes. Les bananes blanchies sont ensuite refroidies et passées dans un mixeur. La purée a une couleur attrayante, une texture fine et une saveur fruitée et peut être congelée ou mise en conserve. Cette purée est utilisée dans les boissons fermentées et non fermentées, les aliments pour bébés, les collations et dans une variété de confitures et de sauces. Les boissons à la banane sont produites en épluchant des fruits mûrs et en les coupant en morceaux, les blanchissant pendant deux minutes à la vapeur, les réduisant en pâte puis en ajoutant une enzyme pectolytique à une concentration de 2 g d'enzyme pour 1 kg de pulpe. Cette mixture est chauffée à 65°C pendant 30 min. Une autre méthode repose sur la chaux pour éliminer la pectine. Dans une autre approche encore, la pulpe de banane est acidifiée et blanchie à la vapeur sous vide partiel pour désactiver l'enzyme. La pulpe est ensuite diluée au 1:3 avec de l'eau.

Il existe deux méthodes différentes pour préparer des chips de banane. L'une d'entre elles consiste à faire frire de fines tranches de banane dans de l'huile chaude, à la manière des frites ou des chips. L'autre consiste à sécher des tranches de banane, soit au soleil, soit à l'aide d'un séchoir solaire ou artificiel. Les produits fabriqués selon les deux méthodes sont très différents. En général, 4 kg de plantain donnent 1



*Variété d'aliments préparés à base de plantain au Nigeria*

kg de chips. Une chaîne de montage pour produire des frites implique les opérations suivantes : 1) trancher les fruits non mûrs, 2) faire frire les tranches à 180°C jusqu'à ce qu'elles soient dorées avec un chauffage au gaz ou électrique, en faisant attention à ce que les tranches ne collent pas ensemble, 3) huiler les chips frites, et 4) ajouter des arômes si nécessaire et emballer dans des sacs en plastique pour conserver le croustillant.

Exigences de commercialisation et pour les startups. Des machines de production de farine de banane capables de traiter 100 kg par heure sont disponibles en Chine pour seulement 15.000 dollars américains, produisant une finesse de farine réglable. Elles fonctionnent grâce à une combinaison d'air chaud et de séchage sous vide, plaçant le produit dans des sacs en plastique ou des bouteilles. Ces machines traitent non seulement la banane, mais aussi les légumes et les épices comme l'ail, le gingembre et la poudre de piment. Un équipement de traitement plus grand,

capable de traiter 5 tonnes par heure, coûte environ 300.000 dollars.

L'équipement pour la production automatique de chips de banane frites coûte entre 10.000 et 60.000 dollars selon la capacité de production. Cet équipement traite entre 100 et 500 kg par heure et comprend un éplucheur de bananes, une trancheuse de bananes, une friteuse continue à gaz, un déshuileur vibrant, une station d'arôme ainsi qu'un pesage et un emballage automatiques. Le même équipement convient à la production de chips de pomme de terre, de patate douce et de manioc.

Les presses commerciales pour produire de la pulpe de banane sont disponibles dans une variété de capacités. Les centrifugeuses à spirale fonctionnent sur le

principe de l'extrusion filtrée par poussée à vis avec des filtres de taille réglable. Ces machines sont capables de réduire en pulpe les bananes ainsi que les ananas, les oranges et autres fruits. Ces machines coûtent environ 1.500 dollars américains, sont fabriquées en acier inoxydable et ont une capacité de réduction en pâte de 0,5 tonne par heure. Des machines légèrement plus grandes, capables de produire 2,5 tonnes de pâte par heure, coûtent environ 4.000 dollars en Chine. Les lignes de production entièrement automatiques de mélange et d'embouteillage de jus coûtent plus de 50.000 dollars. Ces machines combinent le lavage, le mélange, le remplissage et le bouchage d'environ 2.000 bouteilles (de 330 ml) par heure.

### **Exigences en matière de licence**

La création d'entreprises agroalimentaires de transformation exploitées à des fins commerciales implique l'acquisition de plusieurs licences commerciales et est soumise à une inspection sanitaire réglementaire.

## Entreprises agroalimentaires dirigées par des jeunes pour la production et la transformation de bananes et de plantains

Les jeunes sont très intéressés par la création d'entreprises agroalimentaires autour de la banane et du plantain, en grande partie en raison de la polyvalence et de la productivité élevée de cette culture. Dans une récente enquête auprès d'entreprises dirigées par des jeunes issues du Mouvement Agripreneur de l'IITA, la banane et le plantain se classent au cinquième rang en termes de popularité parmi 19 catégories de produits : après l'élevage de volaille (17 %), la production et la transformation du manioc (15 %), l'aquaculture (13 %) et la production de maïs (11 %). La banane et le plantain ont attiré 6 % des jeunes entrepreneurs, suivis de près par la patate douce à chair orange, une culture offrant des produits et des opportunités de transformation similaires. Parmi ces jeunes entrepreneurs, 67 % étaient engagés dans la production, 25 % dans la transformation et 8 % dans la propagation, même s'il est probable que les jeunes producteurs de variétés élites de bananes et de plantains vendaient également des rejets baïonnette comme matériel de propagation à d'autres agriculteurs.

Le revenu moyen généré par les entreprises de bananes et de plantains était



de 2.863 dollars américains par an, avec peu de différence (4 %) entre les producteurs et les transformateurs. Il est probable que les bananes et les plantains soient l'une des nombreuses cultures mixtes produites et que plusieurs produits soient transformés. Ces chiffres de revenus sont donc probablement sous-estimés, mais ils indiquent que les entreprises basées sur la banane et le plantain placent les jeunes bien au-dessus du niveau de pauvreté absolue, de moins de 2 dollars par jour. Le revenu déclaré le plus élevé était de 12.500 dollars par an (ou 17 dollars par jour).

*Une chambre de macropropagation de bananes exploitée par un jeune AgripreneurA*

La formation des agripreneurs en entreprise de bananes et de plantains se concentre sur trois domaines : la production modernisée, la macropropagation et la transformation. L'IITA fait de la banane et du plantain l'une des spéculations de son mandat. Les jeunes affectés aux programmes de formation ont l'occasion d'en apprendre davantage sur les meilleures variétés (Technologies 1 et 2), la fertilisation optimale (Technologie 5), la gestion des peuplements (Technologie 6) et la lutte contre les ravageurs et les maladies (Technologie 7). Espérons que le contenu de ce livret pourra améliorer encore leur gestion agronomique.

La formation Agripreneur comprend également la macropropagation telle que décrite dans la technologie 3. Suivant une technique de macropropagation éprouvée, les chambres sont construites de manière rentable ; offrir aux jeunes la possibilité de produire et de vendre du



*Transformation du plantain par des jeunes au Nigeria: mouture du plantain sec en farine (gauche), produit emballé prêt pour les ventes (centre) et jeunes entrepreneurs satisfaits de leurs produits (droite)*

matériel végétal tout au long de l'année. L'accent est mis sur l'obtention et la multiplication de variétés élités. Une fois en pleine production, chaque chambre de 2,5 m<sup>2</sup> peut produire plus de 80 propagules par mois, chacune d'une valeur d'environ 0,50 dollars selon leur taille et leur variété. Les agriculteurs comptent sur cette technologie pour accéder à du matériel de plantation exempt de maladies et un jeune expérimenté en multiplication peut générer un revenu moyen de 250 dollars par mois sur très peu de terre en exploitant plusieurs de ces chambres d'une manière qui ne nécessite que quelques heures de travail par semaine.

Plusieurs jeunes formés en Afrique de l'Ouest se sont également aventurés dans

la valeur ajoutée du plantain en produisant de la farine de plantain, des chips de plantain et de la purée de banane comme aliments pour bébés (voir Technologie 11). Il s'agit pour la plupart d'approches de technologies simples où les fruits sont pelés à la main puis écrasés ou séchés à l'aide de machines simples, mais ces activités sont néanmoins rentables. Sur les six entreprises étudiées au Bénin et au Nigeria, toutes fonctionnaient avec profit, gagnant en moyenne 2.933 dollars par personne et par an. La plupart de ces entreprises produisent de la farine de plantain à base de fruits non mûrs qui sont séchés à l'air ou au four, puis moulus en farine. Leurs produits sont généralement conditionnés en sacs de cinq et dix kg et vendus localement.

Une entreprise particulièrement réussie est Gracevine Venture, une société nigériane à responsabilité limitée lancée par Mme Idowu Abosede, ancienne stagiaire du mouvement des jeunes agripreneurs de l'IITA. L'entreprise apporte une valeur ajoutée au plantain, au niébé et à l'igname en transformant ces produits en farine. Cette entreprise a été lancée en 2015 grâce à une épargne personnelle de seulement 3.000 dollars américains et a reçu des fonds supplémentaires pour son expansion en 2018 après avoir présenté un plan d'affaires à EKIMIKS Limited, une société de conseil en agro-industrie. Gracevine Ventures est actuellement située dans la banlieue d'Ibadan, dans l'État d'Oyo, au Nigeria et exploite une usine de broyage d'une capacité de 120 tonnes par lots qui emploie en permanence cinq personnes ainsi que plusieurs autres travailleurs occasionnels. Après l'expansion, cette usine a la capacité de générer un chiffre d'affaires mensuel de 140.000 dollars et fonctionne avec un bénéfice d'environ 20 %. En effet, Gracevine constitue le meilleur exemple d'une entreprise agroalimentaire dirigée par des jeunes qui ajoute de la valeur à plusieurs produits en les transformant en farine, et leur exemple devrait être imité dans toute l'Afrique.

Les jeunes peuvent également être mobilisés en tant que reporters efficaces sur la propagation des maladies du bananier en utilisant des outils électroniques. Il y a quelques années, en Ouganda, l'UNICEF a lancé une campagne visant à suivre la propagation du flétrissement bactérien du bananier, menace croissante pour la sécurité alimentaire, en lançant une simple enquête. En une journée, plus de 35.000 « U-reporters » ont répondu, permettant ainsi de suivre la maladie et d'identifier les zones problématiques. En cinq jours, environ 190.000 messages SMS ont été envoyés pour informer les principales parties prenantes sur le flétrissement et sur les moyens de le contrôler. L'intérêt des jeunes pour la banane et leur rôle dans les mécanismes de vulgarisation électronique sont clairement illustrés à travers cet exemple.

## Conclusions

Ce catalogue décrit une série de technologies éprouvées pour la gestion et la transformation agroalimentaire des bananes et des plantains qui favorisent une productivité et une rentabilité accrues en Afrique. Ce sont des plantes populaires et extrêmement importantes pour la sécurité alimentaire, les moyens de subsistance des ménages et l'agriculture durable. Contrairement à de nombreuses autres cultures de base, la banane et le plantain fournissent de la nourriture tout au long de l'année, constituant ainsi un aliment de base pour plus de 80 millions de personnes en Afrique. La banane et le plantain sont également importants pour les agro-industriels. Ils peuvent être transformés en une variété de produits alimentaires tels que de la farine, de la purée, des boissons et des snacks, en s'appuyant sur un large éventail de processus évolutifs. La farine et la poudre de banane sont des substituts partiels et sans gluten à la farine de blé en pâtisserie. En effet, la banane et le plantain sont désormais en train de devenir un produit alimentaire moderne reconnu internationalement !

Ce catalogue propose une grande variété d'options pour moderniser la production de bananes et de plantains en Afrique. Il reconnaît que de nombreuses variétés hybrides améliorées de bananiers et de plantains sont disponibles et fournit des conseils sur la manière d'y accéder (Technologies 1 et 2). Il identifie les variétés hybrides résistantes aux principales maladies telles que la maladie des raies noires et le flétrissement. Ces variétés à haut rendement sont adaptées à différentes zones de culture et présentent des caractéristiques fruitières qui répondent aux préférences spécifiques des consommateurs et aux opportunités de marché. Les bananes dessert sucrées sont très différentes des bananes à cuire et des plantains féculents, et les producteurs doivent connaître leurs marchés cibles. L'importance d'établir des plantations exemptes de maladies est soulignée. Ceci est réalisé soit en nettoyant les rejets végétatifs produits par le mat de bananier (Technologie 3), soit par culture de tissus in-vitro (Technologie 4). Cette dernière technique (culture tissulaire) est particulièrement utile pour accroître la disponibilité de lignées nouvelles et améliorées. L'une



ou l'autre technique offre une opportunité commerciale spécialisée lorsqu'un nombre suffisant de producteurs commerciaux de bananes et de plantains sont organisés.

Les bananes et les plantains nécessitent des sols humides et bien drainés et une grande quantité de nutriments pour être pleinement productifs. Les besoins en potassium sont particulièrement élevés. Les mélanges d'engrais spécifiquement recommandés pour les bananes et les plantains sont décrits dans la Technologie 5. L'espacement et la gestion des plantations sont également très importants, en partie parce que les différentes variétés de bananes varient en stature (Technologie 6). En général, les des plantations varient entre 625 plants par ha (= 4 x 4 m) et 1.111 plants par ha (= 3 x 3 m). Des trous recevant des engrais organiques et minéraux sont préparés pour chaque plante. La gestion du des plantations prend également en compte le nombre de mat autorisées à pousser par tapis, avec une taille insuffisante entraînant des régimes petits et mal formés. Les bananes et les plantains sont sensibles à de nombreux ravageurs et maladies et les producteurs disposent d'un large éventail d'options de contrôle (Technologie 7). L'assainissement sur le terrain ainsi que l'identification et la réponse précoces sont des éléments particulièrement importants des stratégies de gestion intégrée. Les maladies foliaires des plantes de grande taille dans des couverts denses posent un problème sérieux. De nombreuses options existent pour la culture intercalaire dans les plantations de bananiers et de plantains (Technologie 8). Les cultures annuelles sont cultivées dans des plantations plus jeunes, permettant un contrôle des mauvaises herbes et une génération précoce de revenus. Les plantes vivaces tolérantes à l'ombre telles que la vanille, le café et le cacao sont cultivées en association dans des plantations matures. La banane est également un élément important des cultures intercalaires agroforestières complexes à plusieurs étages.

Les bananes et les plantains sont des éléments importants de l'alimentation des ménages dans les tropiques humides, mais ces cultures offrent également de nombreuses opportunités de marché et de transformation. Les pelures de banane représentent près de 40 % de la biomasse des régimes et constituent un sous-produit potentiellement précieux de la transformation des fruits (Technologie 9). Les pelures de banane peuvent être utilisées comme aliments pour animaux, comme ingrédients de compostage ou transformées industriellement en une variété de produits. Des machines qui épluchent et hachent les bananes vertes et les plantains sont disponibles dans le commerce. Les bananes doivent être récoltées vertes pour éviter des dommages importants pendant le transport, et des technologies sont disponibles qui permettent une maturation uniforme à la livraison (Technologie 10). La maturation est induite à l'éthylène en quelques jours sans perte de qualité. La banane et le plantain sont transformés en une large gamme de produits alimentaires, notamment des farines, des collations et des purées (Technologie 11). Les farines peuvent être utilisées pour

remplacer partiellement le blé dans les produits de boulangerie. Des machines adaptées à différentes échelles de production sont disponibles dans le commerce.

Les solutions éprouvées présentées dans ce catalogue permettent d'améliorer considérablement les rendements et d'ajouter de la valeur à la banane et au plantain en Afrique. Il a été préparé en pensant à une variété d'utilisateurs, qu'il s'agisse de producteurs, d'agents de développement agricole ou d'investisseurs du secteur privé. Les agriculteurs peuvent utiliser bon nombre de ces technologies comme lignes directrices de production. Les acteurs du secteur public peuvent utiliser le catalogue dans son ensemble et concevoir des projets agricoles impliquant la banane et le plantain comme moyen de réaliser la transformation agricole. Les membres du secteur privé, notamment les propagateurs, les fabricants d'intrants, les transformateurs et les investisseurs, bénéficient également du contenu de ce catalogue en termes de formulation et de priorisation des investissements.

## Remerciements

Ce catalogue de la boîte à outils de technologies TAAT résulte d'un mélange unique de deux efforts parallèles : le Programme de Technologies pour la Transformation de l'Agriculture Africaine (TAAT) et la Plateforme de Produits de Solutions Agricoles (ProPAS). Paul L. Woomer et Dries Roobroeck du département des Partenariats pour la mise en œuvre des technologies de l'IITA ont conçu et compilé ce catalogue. Des informations utiles sur ces technologies ont été fournies par Rony Swennen, Danny Coyne, Stefan Hauser et John Derera de l'IITA. La banane est un produit cible du programme de transformation agricole de la République démocratique du Congo, et le partenaire de ce programme, l'Institut Africain de Leadership Agricole, a fourni des informations supplémentaires par l'intermédiaire de sa brigade de jeunesse. TAAT est soutenu par le Fonds Africain de Développement de la Banque Africaine de Développement. Pour plus d'informations sur le programme TAAT, veuillez visiter son site Web à l'adresse <https://www.iita.org/technologies-for-african-agricultural-transformation-taat/> .



*Art contemporain en rapport avec la banane: Andy Warhol (gauche), papier peint (centre), et exemple de tatouage de banane par Jason P. Smith*

## Sources d'informations



Dhed'a B, Adheka J, Onautshu D, Swennen R, 2019. La culture des bananes et plantains en République Démocratique du Congo. Presse Universitaire UNIKIS, Kisangani, 72p. <https://hdl.handle.net/10568/101614>



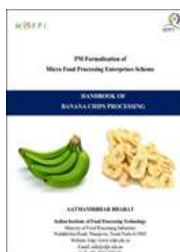
Lule M, Dubois T, Coyne D, Kisitu D, Kamusiime H et Bbemba J. 2013. Manuel du formateur. Un cours de formation pour les producteurs de bananes intéressés par la culture de bananes en culture tissulaire. Institut international d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigéria. 126p. ISBN : 978-978-8444-10-7



Njukwe E, Tenkouna A, Amah D, Sadik K, Muchungunzi P, Nyine M, Dubois T, 2016. Manuel de formation – Macropropagation du bananier et du plantain. IITA, Cameroun, 23p. <https://www.iita.org/wp-content/uploads/2016/04/Macropropagation-of-banana-and-plantain-training-manual.pdf>



Viljoen A, Mahuku G, Massawe C, Ssali RT, Kimunye J, Mostert G, Ndayihanzamaso P, Coyne DL, 2017. Maladies et ravageurs du bananier : Guide de terrain pour le diagnostic et la collecte de données. Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigéria. ISBN : 978-978-8444-80-0



IIFPT. Manuel de transformation des chips de banane. Institut indien de technologie de transformation des aliments Ministère des industries de transformation des aliments, Tamil Nadu, Inde. 30 pp.

### **Technologies pour la transformation de l'agriculture africaine (TAAT)**

L'objectif de développement du TAAT est d'élargir rapidement l'accès des petits exploitants agricoles aux technologies agricoles à haut rendement qui améliorent leur production alimentaire, garantissent la sécurité alimentaire et augmentent les revenus ruraux. Cet objectif est atteint grâce à la fourniture de biens publics régionaux permettant d'étendre rapidement les technologies agricoles dans des zones agro-écologiques similaires. Ce résultat est obtenu grâce à trois mécanismes principaux : 1) créer un environnement favorable à l'adoption des technologies par les agriculteurs, 2) faciliter la fourniture efficace de ces technologies aux agriculteurs grâce à une infrastructure régionale structurée de fourniture de technologies, et 3) augmenter la production et la productivité agricoles grâce à des interventions stratégiques comprenant des variétés de cultures et des races animales améliorées, accompagnées de bonnes pratiques de gestion et de campagnes vigoureuses de sensibilisation des agriculteurs au niveau des pays membres régionaux. Les rôles importants des politiques saines, de l'autonomisation des femmes et des jeunes, du renforcement des systèmes de vulgarisation et de l'engagement avec le secteur privé sont implicites dans cette stratégie. Le centre d'échange sert de plateforme d'incubation pour la transformation agricole, visant à faciliter les partenariats et à renforcer les programmes nationaux de développement agricole.

### **Institut africain de leadership agricole (AALI)**

L'Institut africain de leadership agricole (AALI) propose une approche unique pour faire progresser la transformation agricole en Afrique. L'AALI envisage un leadership africain dynamique et audacieux, soutenu par des professionnels agricoles africains expérimentés, afin de catalyser les investissements publics et privés et d'accélérer et de soutenir la nécessaire transformation agricole de l'Afrique. Cette vision exige que l'agriculture soit considérée comme une entreprise qui attire le secteur privé et les investissements des gouvernements et des banques de développement pour stimuler et moderniser ses progrès. Pour que cette transformation ait lieu, l'état d'esprit des dirigeants actuels de l'Afrique subsaharienne à tous les niveaux doit changer pour reconnaître qu'une agriculture modernisée et plus résistante doit être le moteur de la croissance économique future de l'Afrique. La proposition de valeur de l'AALI comprend 1) l'identification et l'encadrement d'une masse critique de jeunes leaders africains et le renforcement de leur capacité à fournir des conseils et à planifier le développement agricole sur le continent ; 2) la mobilisation d'une masse critique de professionnels africains expérimentés au sein du continent, accomplis dans la conception et la mise en œuvre de programmes et de projets réussis avec des impacts prouvés ; et 3) le soutien aux leaders politiques africains actuels et futurs et à leurs gouvernements dans les pays ayant les besoins les plus critiques pour mettre en place des mécanismes de mise en œuvre novateurs. L'identification et la promotion de technologies agricoles modernisatrices clés, telles que celles présentées dans ce catalogue, sont essentielles pour transformer l'agriculture africaine. Globalement, les actions de l'AALI visent à renforcer le développement des infrastructures rurales, la réhabilitation des installations d'apprentissage et l'accélération de la mécanisation à petite échelle, des entreprises à plus forte valeur ajoutée et de l'agriculture numérique.









**Contact**

Dr Chrys Akem – TAAT Program Coordinator;  
+234 8169020531

Dr Solomon Gizaw – Head, TAAT Clearinghouse;  
+251900461992

Email: [taat-africa@cgiar.org](mailto:taat-africa@cgiar.org) /  
Site: <https://taat-africa.org/>

