



Catalogue de la Boîte à Outils des Technologies sur le Manioc



Bureau de Coordination Technique du TAAT
Série de Rapports Techniques 006



Catalogue de la Boîte à Outils des Technologies sur le Manioc

© Bureau de Coordination Technique du TAAT, mars 2021

Le Programme Technologies pour la Transformation de l'Agriculture en Afrique (TAAT) est financé par une subvention de la Banque Africaine de Développement (BAD) et 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 Fertilisants (IFDC) et bien d'autres. Pour plus d'informations, envoyez un courriel à i.musabyimana@cgiar.org ou plwoomer@gmail.com.

Ce rapport peut être reproduit en tout ou partie pour une application non-commerciale, à condition que le Bureau de Coordination Technique du TAAT soit cité.

Crédit Photographique de la Couverture: Inspection des maladies dans les variétés de manioc améliorées cultivées pour les boutures (à gauche) et les plantules de manioc clonées à l'aide de la multiplication hydroponique semi-autotrophe (à droite). Crédits photos: IITA Stock Pictures et [KilimOrgano](#).

Citation Correcte:

Bureau de Coordination Technique du TAAT, 2021. Catalogue de la boîte à outils des technologies sur le manioc. Série de Rapports Techniques 006, Technologies pour la Transformation de l'Agriculture en Afrique, Bureau de Coordination Technique, IITA, Cotonou, Benin, 48 pages.



Catalogue de la Boîte à Outils des Technologies sur le Manioc

Un rapport du Bureau de Coordination Technique du
Programme Technologies pour la Transformation
Agricole en Afrique, mars 2021



Table des Matières

Objet et Introduction	2
Technologie 1. Variétés Résistantes au Virus de la Mosaïque et de Strie Brune	4
Technologie 2. Variétés à Chair Jaune Riche en Vitamine A	7
Technologie 3. Variétés d'un Teneur en Matière Sèche et Amidon Plus Élevée	10
Technologie 4. Groupage de Boutures pour du Matériel Végétal Amélioré.....	13
Technologie 5. Multiplication par Système Hydroponique Semi-Autotrophe	16
Technologie 6. Fabrication et Usage de Mélanges Spéciaux d'Engrais.....	19
Technologie 7. Plantation et Récolte Mécanisées de Racines Tubéreuse	22
Technologie 8. Plan en Six Étapes pour la Gestion des Mauvaises Herbes.....	25
Technologie 9. Farine et Amidons Industriels de Manioc de Haute Qualité.....	28
Technologie 10. Pelures à la Production d'Aliments pour le Bétail.....	32
Technologie 11. Unité de Transformation Mobile à Valeur Ajoutée	36
Technologie 12. Application « Cassava Business Connector »	39
Conclusions	41
Sources d'Information	42
Remerciements	42
TAAT, Votre Courtier Technologique de Choix	43

Objet et Introduction

Ce catalogue décrit une suite de technologies liées à la modernisation de la production de manioc en Afrique. Il repose sur les efforts combinés de la Plateforme de Produits pour les Solutions Agricoles (ProPAS), un site Internet d'information, et du programme Technologies pour la Transformation de l'Agriculture en Afrique (TAAT), une vaste collaboration qui déploie des solutions agricoles à travers le continent. Ces deux activités sont basées sur l'impératif de mieux connecter les technologies éprouvées à ceux qui en ont besoin, mais chacune entreprend cet objectif d'une manière très différente. Le manioc est l'un des produits prioritaires de TAAT en raison de son importance énorme pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle, et le développement rural en général à travers l'Afrique. Il est également ciblé en tant que culture agro-industrielle pour la transformation et le commerce sur les marchés mondiaux. Au cours de sa compilation, ProPAS a accumulé plusieurs technologies qui traitent spécifiquement de ce produit et nous les avons compilées dans une « boîte à outils de technologies » conçue pour faire progresser la compréhension et encourager l'adoption et l'investissement dans les solutions agricoles éprouvées qui font progresser cette culture. Il s'agit du deuxième de plusieurs catalogues que nous avons l'intention de produire dans le cadre d'une activité conjointe ProPAS-TAAT.

À Propos de ProPAS. La Plateforme de Produits pour les Solutions Agricoles (ProPAS) fournit un mécanisme pour compiler et accéder aux innovations, aux technologies de gestion et aux produits nécessaires à la transformation agricole de l'Afrique. La plateforme offre deux voies: elle permet aux utilisateurs d'entrer leurs solutions éprouvées et prometteuses dans une base de données, puis encourage les autres à trier ses options pour révéler la suite d'opportunités pouvant aider leurs objectifs agricoles. ProPAS résulte du besoin reconnu par l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) de compiler et d'accéder plus systématiquement à l'ensemble des solutions agricoles disponibles pour moderniser et transformer l'agriculture africaine. Son objectif global est d'accélérer le processus de transformation agricole en Afrique. De nombreuses solutions sont disponibles pour améliorer et moderniser les systèmes alimentaires, mais ceux qui en bénéficient le plus sont souvent ignorent des meilleures options disponibles. En outre, d'autres solutions sont en cours de recherche et de développement et sont mieux avancées grâce à une exposition et une validation plus large. Les profils de solution sont compilés et publiés d'une manière systématique qui implique la soumission par les détenteurs de technologie, l'entrée dans une plateforme conviviale et l'utilisation par une base croissante de clients. Un petit comité d'experts agricoles supervise ce processus, mais reconnaît que sa force réside dans l'accès ouvert à un marché de solutions. ProPAS est donc géré via un processus en trois phases qui implique la soumission de la solution, la gestion de la base de données et l'accès client. La base de données permet d'identifier des solutions grâce à la sélection de plusieurs champs de recherche liés à la forme, au type, à l'application des produits et aux bénéficiaires cibles d'une solution donnée, réduisant de manière séquentielle le nombre de recommandations pour les agriculteurs de la plateforme des technologies.

À Propos de TAAT. Le programme Technologies pour la Transformation de l'Agriculture en Afrique (TAAT) est un programme dirigé par l'IITA qui a été le pionnier de nouvelles approches pour le déploiement de technologies éprouvées pour les agriculteurs africains. TAAT est né d'un effort commun de l'IITA et de la Banque Africaine de Développement (BAD), et est un élément important de la stratégie « Nourrir l'Afrique » de ce dernier. TAAT assure la dissémination de 76 technologies soigneusement sélectionnées à travers 88 interventions

dans 28 pays. Il est organisé autour de 15 « Compacts » qui représentent des priorités en termes de réalisation du potentiel de l'Afrique en matière de sécurité alimentaire et de promotion de son rôle dans le commerce agricole mondial. Neuf de ces Compacts concernent des chaînes de valeur prioritaires spécifiques du riz, du blé, du maïs, du sorgho et du mil, du manioc, de la patate douce, du haricot, du poisson et du petit bétail. Les faiblesses de la production de denrées de base sont considérées comme responsables de l'insécurité alimentaire de l'Afrique, du besoin d'importation excessive de nourriture et de l'expansion non réalisée des exportations alimentaires de l'Afrique. Ensemble, ces Compacts conçoivent des interventions en collaboration avec des programmes nationaux pour introduire des technologies et des innovations de gestion conçues pour atteindre les objectifs de développement agricole. Dans de nombreux cas, ces objectifs sont atteints par la mise en œuvre de projets résultant de prêts souverains accordés par des banques de développement, et le rôle de TAAT dans la planification et l'exécution devient un élément de leur succès.

Le Top 100 des Technologies du TAAT. Le Bureau de Coordination Technique du TAAT a développé une base de données des 100 meilleures technologies qui transforment l'agriculture africaine. Il est basé sur les approches des contrats de produits TAAT mais inclut également celles des programmes de recherche collaborative du CGIAR qui sont récemment décrits comme étant prêts pour le prochain utilisateur. Ces technologies se répartissent entre celles impliquant l'amélioration de la génétique et de la sélection végétale et animale (23%), celles basées sur l'utilisation d'informations numériques (3%), les intrants de production d'une efficacité prouvée (21%), les technologies de gestion des cultures et des animaux d'utilité dans les messages de vulgarisation agricole et de plaidoyer (27%) et la disponibilité d'équipements conçus de manière appropriée pour économiser la main-d'œuvre (26%). Ces technologies ont un rôle direct dans la réalisation des objectifs de développement durable des Nations Unies en ce qui concerne la productivité agricole, la sécurité alimentaire et la réduction de la faim, l'amélioration de la nutrition et des régimes alimentaires des ménages, la croissance économique, l'innovation intelligente face au climat et l'amélioration de l'équité humaine. Ces technologies constituent la base de la sélection des entrées dans ProPAS, y compris celles qui font progresser le manioc.

Le Top 12 des Technologies sur le Manioc. Ce catalogue présente douze technologies qui servent à moderniser la production et la transformation du manioc en Afrique. Ces technologies comprennent: 1) la culture de variétés de manioc résistantes aux maladies dans les zones qui en ont besoin, 2) des variétés de manioc à chair jaune comme alternative plus nutritive aux types communs à chair blanche, 3) des variétés à haute teneur en matière sèche et en amidon pour une plus grande valeur économique et une transformation industrielle, 4) les fermes de groupage de boutures pour un meilleur approvisionnement en variétés améliorées, 5) la culture hydroponique semi-autotrophe pour une multiplication clonale rapide de variétés élites de manioc, 6) l'utilisation de mélanges spéciaux d'engrais mieux adaptés à la demande en éléments nutritifs des cultures de racines et de tubercules, 7) la plantation et la récolte mécanisées pour économiser la main-d'œuvre, 8) les pratiques du plan en six étapes pour une meilleure gestion des mauvaises herbes, 9) la fabrication de farine et d'amidons industriels de haute qualité, 10) la transformation des pelures de manioc en une source d'aliments nutritifs pour le bétail, 11) des unités de transformation mobiles pour une meilleure augmentation de la valeur, et 12) une application numérique connecteur d'entreprise pour la coordination de la chaîne de valeur. Des détails sur chacune de ces douze technologies sont présentés ci-après, suivis d'une stratégie visant à inclure TAAT dans le courtage technologique.

Technologie 1. Variétés Résistantes au Virus de la Mosaïque et de Strie Brune

Résumé. La production de manioc par les agriculteurs d'Afrique subsaharienne est largement limitée par des virus pernicioeux tels que la maladie de la mosaïque du manioc, la maladie des stries brunes du manioc et plusieurs autres qui endommagent les feuilles et réduisent ainsi la photosynthèse, ce qui entraîne des pertes de rendement et peut-être une perte totale des récoltes. Les mesures les plus courantes pour protéger cette culture vivrière contre l'infection par des agents pathogènes comprennent l'élimination des plantes symptomatiques et l'utilisation de matériel végétal exempt de virus, mais ces options demandent beaucoup de travail, ne sont pas complètement efficaces et nécessitent des interventions continues et à long terme. Des variétés de manioc résistantes aux principales maladies ont été développées et diffusées dans les pays africains. Elles réduisent les taux d'infection et les pertes de rendement dans les peuplements, tout en empêchant une propagation rapide dans les zones de culture. L'utilisation de cultivars possédant des mécanismes de défense génétique est une voie viable et efficace pour lutter contre les infections virales des cultures de manioc, en particulier parce que les agriculteurs ont tendance à privilégier les plantes vigoureuses et/ou asymptomatiques lors de la sélection des boutures pour les nouvelles plantations. Pour plus d'informations, contactez le Dr. Edward Kanju de l'IITA par email à e.kanju@cgiar.org.

Description Technique.

On estime que les agriculteurs des pays africains perdent 20 à 95% de leurs rendements de manioc à cause des maladies, et à l'échelle du continent, cela représente 12 à 23 millions de tonnes de racines fraîches par an, d'une valeur d'environ 1,200 à 2,300 millions de dollars US. La dispersion des virus de



Une variété de manioc susceptible à la mosaïque du manioc (à gauche) et une variété résistante (à droite)

la mosaïque du manioc et des stries brunes en Afrique se produit principalement par les aleurodes en tant que vecteurs qui se nourrissent des feuilles, et également par la réutilisation de boutures infectées comme matériel de plantation dans les fermes. Des années de travail par des programmes de sélection africains ont identifié plusieurs races terrestres de manioc qui possèdent une résistance naturelle aux maladies virales courantes, une caractéristique attribuée à de multiples gènes récessifs. Le transfert du caractère immunitaire des types sauvages vers des variétés améliorées de manioc par le biais de techniques de croisement conventionnelles a été utilisé avec succès pour développer des cultivars résistants aux maladies et relativement peu coûteux. Des marqueurs génétiques de la résistance à différents virus dans les variétés africaines de manioc ont été récemment trouvés, ce qui accélère les efforts de sélection pour obtenir une immunité contre les maladies pour les types élites à haut rendement qui sont bien adaptés à des zones de culture spécifiques. Les techniques par lesquelles l'expression des gènes dans les plants de manioc est modifiée (par exemple le silençage de l'expression de l'ARN) permettent de développer des variétés résistantes aux

virus courants, et elles offrent des avantages par rapport aux méthodes de sélection conventionnelles car ces dernières sont confondues par la dépression de la consanguinité et l'hétérozygotie des cultures.

Utilisations. Cultiver des variétés de manioc qui résistent à la maladie de la mosaïque est d'une importance cruciale dans toutes les principales zones de culture d'Afrique subsaharienne, car le virus s'est largement propagé à travers le continent et des contre-mesures radicales sont donc nécessaires pour protéger cette culture de base. Des lignées de manioc résistantes à la maladie des stries brunes sont nécessaires pour les agriculteurs des régions d'Afrique de l'Est et de la partie orientale du bassin du Congo où ce virus cause des dommages importants au rendement racinaire. Les producteurs opérant dans des zones infestées par un grand nombre d'aleurodes qui transmettent les maladies ont le plus grand besoin de ces variétés résistantes. La culture de lignées résistantes offre des avantages substantiels en termes de rendement racinaire et de production de boutures exemptes de virus, et ces variétés sont cultivées et récoltées comme n'importe quelle autre variété de manioc (par exemple en suivant les directives du catalogue).

Composition. Plus de 200 variétés améliorées de manioc résistantes à la maladie de la mosaïque ont été diffusées au cours des deux dernières décennies et sont multipliées par des programmes dans 31 pays africains pour être distribuées aux agriculteurs. Au cours des cinq dernières années, les sélectionneurs ont développé des variétés de manioc qui résistent aux attaques de la maladie des striures brunes et ont été mises à la disposition des systèmes nationaux pour un déploiement dans les régions fortement touchées. Il existe également un certain nombre de lignées élites présentant une double résistance à la mosaïque du manioc et aux maladies des striures brunes. La sélection pour cette résistance a également été associée à des caractères liés aux rendements élevés et à la préférence des consommateurs. De nombreuses variétés résistantes à la maladie de la mosaïque du manioc ou à la maladie des striures brunes résistent également à d'autres agents pathogènes majeurs du manioc comme la brûlure bactérienne, l'antracnose, l'acarien vert du manioc et la cochenille du manioc, offrant ainsi un avantage majeur pour la gestion intégrée de la santé des cultures par les agriculteurs. Les programmes s'efforcent continuellement d'identifier et de concevoir des variétés de manioc qui résistent aux maladies et répondent aux bons pratiques agricoles.

Application. Les variétés résistantes aux maladies sont multipliées et cultivées de la même manière que toute autre culture de manioc, dans laquelle les boutures prélevées



(a) Horizontale



(b) Verticale



(c) Position oblique

Les méthodes courantes de plantation

sur un peuplement sont réutilisées pour planter un autre champ. Les agriculteurs doivent veiller à ce que le matériel de plantation soit exempt de symptômes de maladie lorsque les transferts sont effectués entre les champs et les exploitations afin de limiter efficacement les infections et les pertes de rendement associées. Il a été démontré que la plantation de variétés résistantes aux maladies sur les limites des champs des agriculteurs ou les rangs orientés dans la direction dominante du vent limite les infections des variétés sensibles au milieu. Différents modes de plantation doivent être employés en fonction des conditions de

précipitations, les boutures sont mieux placées horizontalement et entièrement recouvertes de terre dans les zones à climat sec, et peuvent être plantées verticalement ou inclinées dans les zones plus humides. La gestion recommandée du sol et des engrais pour des zones et des conditions de croissance particulières doit être suivie pour obtenir les meilleurs rendements racinaires. Les limitations dans la disponibilité des nutriments et de l'eau, le compactage du sol et l'empiètement des mauvaises herbes doivent être surmontés pour assurer le plein avantage des variétés de manioc résistantes aux maladies.

Commercialisation et Exigences de Démarrage. Ces variétés sont disponibles dans le commerce dans de nombreux pays, y compris auprès des autorités nationales. Les communautés peuvent travailler ensemble pour passer à des variétés résistantes aux maladies en: 1) sensibilisant les multiplicateurs, les agriculteurs et les transformateurs alimentaires aux avantages des variétés de manioc résistantes aux maladies, 2) identifiant et en acquérant des lignées élitaires résistantes adaptées aux conditions et aux besoins des zones de culture, et 3) renforçant les capacités des parties prenantes sur la propagation de matériel végétal sain par le biais de centres de livraison locaux.

Coût de Production et Segmentation de la Clientèle. Le prix d'achat des boutures ou des semences de variétés de manioc résistantes aux maladies est similaire à celui des cultivars améliorés courants qui sont sensibles, car les coûts de vulgarisation sont identiques. Sur les marchés locaux d'Afrique subsaharienne, le matériel végétal des variétés élitaires de manioc qui résistent aux virus de la mosaïque et des striures brunes varie généralement entre 30 et 35 dollars US par hectare. Le passage des variétés de manioc non améliorées sensibles aux maladies à celles qui sont résistantes nécessite des investissements de la part des agriculteurs, il est donc important qu'ils comprennent les avantages qui en résultent. Tous les producteurs de manioc peuvent bénéficier de cette technologie, en particulier ceux des zones infestées de maladies, y compris les producteurs de manioc de subsistance et commerciaux, et les actions communautaires.

Rentabilité Potentielle. Des études menées en République Démocratique du Congo et au Cameroun ont démontré que l'incidence de la maladie de la mosaïque du manioc dans les peuplements avec des variétés résistantes s'élève à seulement 15-20% par rapport à près de 100% d'incidence pour les variétés locales sensibles. Les rendements racinaires au niveau des exploitations dans le sud-ouest du Nigéria se sont avérés 40% plus élevés pour le manioc résistant aux infections par le virus de la mosaïque que pour les variétés locales sans résistance, ce qui a donné des rendements en tubercules de 19 tonnes par hectare au lieu de 13 tonne ha⁻¹. Les rendements économiques plus élevés obtenus en cultivant du manioc résistant aux maladies compensent les investissements nécessaires et génèrent un profit plus important pour les agriculteurs. Les lignées élitaires de manioc résistantes aux maladies ont également un cycle de croissance court, atteignant des rendements maximaux en 12 à 15 mois, alors que pour les variétés sensibles non améliorées, cela peut prendre 20 à 24 mois. L'utilisation de variétés résistantes aux maladies atténue donc les risques de pertes de rendement et de mauvaises récoltes pendant les périodes de sécheresse prolongée, ce qui améliore la sécurité alimentaire et le retour sur investissement.

Exigences de Licence. Une certification est nécessaire pour multiplier et vendre des boutures de variétés de manioc résistantes aux maladies, et les exigences varient d'un pays à l'autre. Les variétés de manioc résistantes aux maladies sont considérées comme un bien public régional, et l'IITA assume la responsabilité de la sélection et de la distribution de cette commodité à travers des programmes nationaux.

Technologie 2. Variétés à Chair Jaune Riche en Vitamine A

Résumé. Des millions de personnes en Afrique subsaharienne dépendent du manioc comme principal aliment de base, mais les variétés qu'ils cultivent contiennent de faibles niveaux de vitamines et de minéraux. Cette lacune contribue à une mauvaise nutrition et à une faim cachée; avec 50% des enfants entre un an et demi à cinq ans souffrant d'une carence en vitamine A selon l'Organisation Mondiale de la Santé. Un apport insuffisant en vitamine A est la principale cause de cécité évitable chez les enfants et compromet le système immunitaire, augmentant le risque de maladies telles que la rougeole, la diarrhée et les infections respiratoires. Les approches de sélection conventionnelles et avancées ont entraîné l'augmentation de la teneur en provitamine A dans le manioc, ce qui offre une voie viable pour améliorer considérablement la nutrition dans les communautés rurales. Les racines de ce qu'on appelle le manioc à chair jaune ou orange sont riches en un bêta-caroténoïde qui lui donne sa couleur caractéristique, et après ingestion, ces composés sont transformés en vitamine A par les enzymes du corps, ce qui permet une alimentation plus équilibrée chez les consommateurs. Une gamme de variétés de manioc jaune sont désormais disponibles et font leur entrée sur les marchés de l'Afrique subsaharienne, et grâce à une étroite collaboration entre les entreprises semencières, les agriculteurs, les décideurs politiques et les chercheurs. Cette caractéristique nutritionnelle importante est en train de se développer avec succès dans les principales zones de production de manioc. Pour plus d'informations, contactez Dr. Elizabeth Parkes de l'IITA par courriel à e.parkes@cgiar.org.

Description Technique. Des variétés de manioc d'élite à chair jaune ont été développées en croisant des lignées naturelles contenant une teneur élevée en provitamine A avec des races terrestres élitaires et des lignées hybrides possédant des potentiels de rendement plus élevés et des caractéristiques agronomiques améliorées telles que la résistance aux maladies et la tolérance à la sécheresse. Cette approche a abouti à de nouvelles variétés biofortifiées. Ensuite, des techniques de sélection assistées par des marqueurs génétiques ont permis le développement rapide de variétés de manioc jaune qui contiennent trois fois plus de provitamine A que le matériel parental, permettant aux consommateurs de couvrir une grande partie de leurs besoins nutritionnels en vitamine A à travers la consommation de manioc. Une sélection additionnelle a été appliquée pour neutraliser l'activité des enzymes qui causent la dégradation de la provitamine A, entraînant ainsi une formidable percée nutritionnelle. Plus récemment, des programmes de sensibilisation offrant le manioc jaune aux ménages ruraux dans certains pays d'Afrique subsaharienne se sont avérés très efficaces pour réduire la carence en vitamine A et les problèmes de santé connexes chez les enfants et les adultes. En même temps, la multiplication du manioc jaune est en train de devenir une entreprise en soi car la demande pour ces variétés élitaires augmente.

Utilisations. Les variétés de manioc jaune sont parfaitement adaptées et rentables pour lutter contre la malnutrition dans les communautés rurales qui dépendent de cette culture comme aliment de base. Des lignées de manioc biofortifié en provitamine A sont maintenant disponibles pour une large étendue de zones de culture en Afrique subsaharienne et peuvent être adaptées aux conditions de divers systèmes de production et agroécologies. Des études sur l'acceptation par le public montrent que les consommateurs ne s'opposent pas à la couleur et apprécient la saveur sucrée du manioc enrichi en provitamine A. Il existe une gamme de lignées à pollinisation libre de manioc jaune qui peuvent être multipliées par des entreprises communautaires et privées qui permettent une mise à l'échelle et une commercialisation rapide dans les zones de culture. Les types hybrides de manioc enrichi en

provitamine A possèdent généralement d'autres caractéristiques améliorées qui les rendent très appropriés pour les systèmes agricoles où la production est limitée par divers défis, mais sont un peu plus coûteux à diffuser et à conserver leur statut exempt de virus. Différentes variétés sont appropriées aux principales zones de production des pays africains et donnent des rendements similaires à ceux des lignées améliorées conventionnelles sous une diversité de conditions pédologiques et climatiques. Au Nigeria, au Togo et au Bénin, plusieurs lignées de manioc enrichi en vitamine A ont été distribuées avec succès à des agriculteurs.

Composition. Des variétés de manioc à chair jaune contenant 6 à 15 microgrammes de bêta-carotène par gramme sont désormais disponibles. Ce caractère donne à l'intérieur des racines une couleur jaune, avec des concentrations les plus élevées apparaissant jaune. De cette façon, il est simple de déterminer si une variété de manioc possède cette caractéristique importante. Des tests de dégustation



Manioc biofortifié à chair jaune (en haut) et type commun à chair blanche (en bas)

comparant la farine de manioc des variétés blanches et jaunes ont montré que ce dernier type biofortifié est préféré car il en ajoute à l'appétit des consommateurs. Le bêta-carotène du manioc jaune est préservé pendant le stockage et la transformation, contrairement aux variétés courantes dans lesquelles la majeure partie de la provitamine A est oxydée et donne lieu à des goûts désagréables, augmentant ainsi la valeur en termes de valeur nutritionnelle et de vente.

Application. Les variétés de manioc à chair jaune sont multipliées et cultivées de la même manière que toute autre variété de manioc, en ce sens que les boutures prélevées sur un peuplement sont réutilisées pour planter un autre champ. Les agriculteurs doivent veiller à ce que le matériel de plantation soit exempt de symptômes de maladie lorsque des transferts sont effectués entre les champs et les exploitations afin de contrôler les infections et les pertes de rendement associées. Différents modes de plantation peuvent être utilisés en fonction des conditions de précipitations. Les boutures sont mieux placées horizontalement et entièrement recouvertes de terre dans les zones à climat sec, et peuvent être plantées verticalement ou angulairement dans les zones humides à fortes précipitations. La gestion recommandée du sol et des engrais décrite ailleurs dans ce catalogue doit être suivie pour obtenir des rendements racinaires élevés. Les limitations en termes de la disponibilité des nutriments et de l'eau, du compactage du sol et de l'empiètement des mauvaises herbes doivent être gérées au mieux pour s'assurer que l'utilisation de variétés de manioc résistantes aux maladies augmente les niveaux de production. En raison de leur haute valeur nutritionnelle, les racines des variétés de manioc jaune conviennent parfaitement à la fabrication de farine ou d'aliments transformés, tels que le pain ou les chips, qui peuvent être vendus au détail sur les marchés locaux et internationaux bien que dans la plupart des cas ces applications n'aient pas encore été réalisées.

Commercialisation et Exigences de Démarrage. Ces variétés jaunes deviennent disponibles dans le commerce, mais l'accès à celles-ci est souvent mieux réalisé par le biais de programmes nationaux. Dans la plupart des cas, entrer dans la production de manioc jaune nécessite simplement que les nouvelles variétés soient substituées par les producteurs aux variétés existantes. En termes de mise à l'échelle de cette innovation, il y a plusieurs étapes : 1) promouvoir les avantages et la disponibilité du manioc jaune dans les zones de production de manioc, en particulier celles où une carence en vitamine A apparaît, 2) les fournisseurs communautaires et commerciaux de boutures et de plantules devraient être approvisionnés avec les meilleures variétés jaunes disponibles en tant qu'une lignée de produits et reconnaître l'importance de maintenir des stocks exempts de maladies, 3) les producteurs de manioc doivent être mis en relation avec les acheteurs et les transformateurs pour créer des opportunités de marché, et les groupes de consommateurs et de nutrition doivent aider à créer une demande supplémentaire, et 4) des initiatives financières qui soutiennent les fournisseurs locaux de variétés de manioc jaune devraient être suscitées, notamment en étendant les opportunités d'achat aux producteurs de manioc, leur permettant d'incorporer ces variétés biofortifiées dans leurs systèmes de production.

Coût de Production. Le développement de variétés de manioc jaune a d'abord nécessité des techniques de sélection avancées en laboratoire et en serre, ainsi que des tests approfondis sur le terrain qui ont nécessité des investissements importants de la part du secteur public et des donateurs, mais ce coût ne doit pas être répercuté sur les utilisations commerciales car les variétés élites qui en résultent sont considérées comme des Biens publics régionaux. La fourniture de ces variétés par les détenteurs de technologie du secteur public aux intérêts commerciaux et aux agriculteurs se fait en grande partie sur une base de recouvrement des coûts. Les coûts associés à la production de lignées avec des niveaux élevés de carotène ne sont pas très différents de ceux des variétés améliorées de manioc plus courantes, et les coûts des plantules et des boutures sont similaires. Dans le même temps, les producteurs doivent reconnaître que le manioc jaune n'est pas une technologie autonome et ils doivent co-investir dans les apports d'engrais et d'autres pratiques recommandées de gestion des cultures et post-récolte afin que le manioc jaune se traduise par des augmentations efficaces et durables de la valeur nutritive et des revenus.

Segmentation de la Clientèle et Rentabilité Potentielle. Le manioc a une clientèle très segmentée comprenant des producteurs à petite échelle et commerciaux, des fournisseurs de matériel végétal et des transformateurs alimentaires, mais l'aspect biofortification du manioc jaune sert à recentrer son utilisation parmi les ménages les plus pauvres et vulnérables sur le plan nutritionnel. Le prix de vente des racines de manioc jaune sur les marchés d'Afrique subsaharienne est jusqu'à 20 % plus élevé que celui des types blancs non biofortifiés. La culture du manioc enrichi en provitamine A offre donc un avantage économique substantiel par rapport aux variétés à rendement similaire et aux types non améliorés, un avantage qui le rend attrayant à la fois pour les agriculteurs de subsistance et les grands opérateurs commerciaux. D'autres caractères utiles qui ont été incorporés dans les variétés riches en provitamine A comprennent des cycles de production plus courts, et la résistance à la sécheresse et aux ravageurs qui permettent de réduire les risques de mauvaises récoltes et de générer des revenus plus importants et plus stables. La valeur nutritionnelle plus élevée des variétés de manioc jaune rend possible son mélange avec des produits céréaliers plus chers, ce qui réduit les coûts pour les fabricants et améliore les marges bénéficiaires.

Exigences de Licence. Les variétés hybrides de manioc jaune sont commercialisées sous une licence commerciale, tandis que les variétés à pollinisation libre sont libres de redevance pour la multiplication et la vente par les agriculteurs, mais la certification est souvent requise après la conformité nationale aux exigences du système semencier. Les variétés de manioc jaune représentent un bien public régional très important et l'Institut international d'agriculture tropicale partage la responsabilité de le promouvoir à travers des programmes nationaux et dans le cadre du processus de transformation agricole plus large.

Technologie 3. Variétés d'un Teneur en Matière Sèche et Amidon Plus Élevée

Résumé. La quantité de matière sèche et d'amidon dans les racines de manioc influence grandement leur valeur en termes d'options agro-industrielles, y compris la fabrication de farine, d'amidon, de chips/frites ou de matériaux industriels. Les cultures de manioc en Afrique subsaharienne sont associées à un faible degré de remplissage racinaire qui à son tour affecte l'accumulation de matière sèche et d'amidon. Cependant, des variétés sont désormais disponibles pour inverser cette tendance. L'amélioration de la qualité des racines représente un marché de croissance important pour le manioc africain dans un avenir proche, bénéficiant à la sécurité alimentaire des communautés rurales dépendantes de cette culture et ainsi qu'à la croissance accélérée des industries artisanales et de transformation des aliments du manioc. De cette façon, la sélection du manioc pour une teneur plus élevée en matière sèche et en amidon est importante pour améliorer l'offre des marchés locaux et régionaux. Un certain nombre de variétés ont été développées pour les systèmes agricoles africains. L'amélioration de la qualité des racines de manioc récoltées permet aux producteurs de tirer un meilleur rendement de leur récolte sur la même superficie de terre, et donc plus de nourriture ou de revenus. Pour plus d'informations sur ce sujet, contactez Dr. Adebayo Abass de l'IITA par courrier électronique à a.abass@cgiar.org

Description Technique. Le gonflement de la matière sèche dans les racines de manioc se produit par l'accumulation d'amidon au cours des dernières étapes du cycle de croissance de la culture, et le degré élevé de gonflement des racines diffère selon les variétés et les conditions de croissance. La quantité totale de glucides dans les racines des variétés communes de manioc africain varie de 20 à 31 % des rendements frais, et l'amidon représente 64 à 72 % des glucides totaux, et ces proportions sont considérablement améliorées dans ces variétés. Les sélectionneurs ont considérablement amélioré la qualité des racines de manioc en combinant les caractéristiques des variétés de manioc avec des caractéristiques supérieures de remplissage des racines avec des lignées résistantes aux principaux ravageurs et maladies. Ces racines de qualité améliorée sont adaptées à la consommation domestique ainsi qu'à la transformation en farine ou en amidon utilisé comme épaississant pour les aliments, liants dans les produits pharmaceutiques, matériaux d'emballage et autres produits industriels.

Utilisations Les variétés de manioc à haute teneur en matière sèche et en amidon offrent une technologie viable pour améliorer les rendements et les qualités des racines dans toutes les principales zones de culture d'Afrique subsaharienne, car les variétés courantes cultivées par des millions d'agriculteurs obtiennent un gonflement des racines modeste à faible. Il existe des variétés avec une qualité racinaire améliorée qui possèdent un degré élevé de résistance à la sécheresse et aux ravageurs, et des adaptations à d'autres conditions de croissance ou objectifs de production défavorables; et les combinaisons de traits peuvent être adaptées aux

besoins d'un domaine spécifique. Les racines de manioc à haute teneur en matière sèche et en amidon sont utiles dans les systèmes d'agriculture de subsistance pour améliorer la sécurité alimentaire et les revenus, et dans les agro-industries commerciales comme source de farine et d'amidon à faible coût pour divers processus de fabrication. Un exemple de ces caractéristiques se trouve dans la variété « Farmer's Pride ».

Composition. Il existe désormais des variétés de manioc dont la teneur en matière sèche des racines est de 40 à 45 % et la teneur en amidon de 80 à 95 % (des glucides totaux); ce qui représente une amélioration considérable par rapport aux variétés conventionnelles. Plusieurs de ces variétés ont été diffusées en Afrique subsaharienne et possèdent également des caractéristiques agronomiques et nutritionnelles nécessaires. Ces variétés comprennent TMS-961632 (Famers' Pride), TME419 et CR36-5 (Ayaya). Il existe un niveau moyen à élever d'héritabilité pour la teneur en matière sèche des racines lors du croisement de variétés, ce qui permet d'améliorer la qualité des racines grâce à une sélection conventionnelle localisée.

Application. La multiplication et la culture de variétés de manioc à haute teneur en matière sèche et en amidon se déroulent de la même manière que les autres cultures de manioc, où les boutures sont prélevées sur un peuplement et utilisées pour planter un autre champ ou une autre exploitation. Les agriculteurs doivent veiller à ce que le matériel végétal soit exempt de maladies lorsque ces transferts sont effectués entre les champs. Différentes positions sont données aux boutures en fonction des conditions pluviométriques; les boutures sont préférentiellement placées horizontalement et entièrement recouvertes de terre dans les zones plus sèches, mais placées verticalement ou en diagonale dans des conditions plus humides. La gestion recommandée du sol et des engrais pour une zone de culture particulière doit être suivie pour obtenir un rendement racinaire maximal. Les limitations de la disponibilité des éléments nutritifs et de l'eau, le compactage du sol et l'envahissement par les mauvaises herbes doivent être prises en compte pour s'assurer que l'utilisation de ces variétés à forte teneur en matière sèche augmente réellement les niveaux de production.






**NATIONAL ROOT CROPS
RESEARCH INSTITUTE**

BASICS-II

Farmer's Pride (TMS-961632)



IBA961632



IBA961632



IITA
TMS-961632
SAHP

Résistante au virus de la mosaïque

Variété à port érigé et excellente pour la mécanisation

Bonne pour la production d'amidon et de farine

















Fiche technique d'une variété en matière sèche plus élevée

Commercialisation et Exigences de Démarrage. Ces variétés deviennent disponibles dans le commerce, le plus souvent dans le cadre des programmes nationaux. Dans la plupart des cas, l'adoption de variétés à plus forte teneur en matière sèche nécessite simplement que les producteurs substituent de nouvelles variétés à celles qui existaient. En termes de mise à l'échelle de cette innovation, il y a plusieurs étapes: 1) identifier des variétés de manioc bien adaptées à forte teneur en matière sèche et en amidon qui s'alignent sur les conditions et les contextes de la chaîne de valeur et informer les producteurs de leurs avantages, 2) les fournisseurs communautaires et commerciaux de boutures et de plantules devraient disposer des meilleures variétés disponibles à teneur élevée en matière sèche et en amidon comme gamme de produits et reconnaître l'importance de maintenir des stocks exempts de maladies, 3) établir des relations d'affaire entre les fournisseurs de boutures, les producteurs de manioc, les transformateurs alimentaires et les groupes de consommateurs afin de créer une plus grande demande pour les produits à base d'amidon de manioc, et 4) offrir des incitations financières aux fournisseurs locaux et aux exploitants de petite échelle afin de stimuler les investissements et les achats de manioc avec une qualité d'amidon améliorée.

Coût de Production. La sélection du manioc pour une teneur élevée en matière sèche et en amidon dans les racines par le biais de croisement conventionnel est un long processus qui commence en laboratoire et en serre, et est suivi par des tests approfondis sur le terrain. Les coûts associés au développement de lignées de manioc avec une qualité racinaire améliorée ne sont pas substantiellement différents d'une variété hybride commune, ce qui entraîne des prix similaires pour le matériel de plantation. Lorsqu'ils cultivent du manioc à forte teneur en matière sèche et en amidon, les agriculteurs doivent également investir dans des engrais et des pratiques de gestion des cultures et des sols afin d'obtenir la qualité de racines et les rendements souhaités de manière rentable.

Segmentation de la Clientèle et Rentabilité Potentielle. Bien que les parties prenantes du manioc soient très segmentées, les variétés à teneur élevée en matière sèche et en amidon intéressent surtout les producteurs commerçants de manioc et leurs acheteurs de produits alimentaires. La culture de variétés avec des racines de meilleure qualité offre divers avantages financiers pour les agriculteurs et les transformateurs alimentaires. La teneur élevée en matière sèche des racines de manioc augmente la quantité de racines séchées qui sont récoltées sur une superficie de terre, ce qui réduit la terre cultivée et les besoins en main-d'œuvre pour un rendement similaire. La teneur élevée en amidon dans la matière sèche des racines se traduit par une meilleure valeur nutritionnelle et un meilleur prix de vente des racines séchées, ce qui améliore les régimes alimentaires et les revenus des agriculteurs de subsistance. Les variétés de manioc à haute teneur en matière sèche et en glucides sont adaptées pour remplacer les sources d'amidon et de glucose du blé, de l'orge, du maïs et du riz qui sont plus chères, ce qui réduit les coûts d'approvisionnement en matières premières pour les fabricants alimentaires et industriels.

Exigences de Licence. La plupart des variétés de manioc à haute teneur en matière sèche et en amidon qui sont commercialisées en Afrique subsaharienne sont libres de droits pour la multiplication et la vente par les agriculteurs, mais peuvent nécessiter une certification conformément aux directives nationales. Des variétés hybrides de manioc avec une qualité racinaire améliorée sont parfois commercialisées sous licence commerciale. Les variétés de manioc à haute teneur en matière sèche et en amidon sont un bien public régional important, et l'Institut international d'agriculture tropicale aide à la distribution de ce matériel par le biais de programmes nationaux.

Technologie 4. Groupage de Boutures pour du Matériel Végétal Amélioré

Résumé. Les boutures de tiges de manioc sont le matériel de plantation le plus couramment utilisé par les agriculteurs africains car ce type de propagule peut être récolté à partir de cultures précédentes, il germe rapidement et de manière fiable et permet aux superficies de terres en croissance d'être continuellement cultivées. La distribution de boutures de tiges de manioc aux producteurs peut s'avérer difficile car ces matériaux peuvent perdre de la vigueur lorsqu'ils sont stockés, et leur volume et poids élèvent les coûts lorsqu'ils sont transportés sur de longues distances. Ces facteurs limitent les approvisionnements en matériel végétal de manioc amélioré et résistant aux maladies dans les principales régions productrices, en particulier chez les communautés des zones rurales les plus reculées. Les agriculteurs de petite échelle vivant dans les vastes paysages agricoles d'Afrique peuvent avoir un accès bien meilleur à des boutures de tiges de manioc de haute qualité grâce à des fermes de production de tiges dispersées dans leurs communautés. Cette approche permet de multiplier le matériel végétal à proximité des champs où la culture se fait, réduisant ainsi les coûts de production et de transport, et évitant de trop dépendre d'entreprises et d'institutions plus éloignées avec une couverture géographique limitée. Les réseaux décentralisés de fermes de production de tiges peuvent accélérer considérablement la diffusion des variétés améliorées de manioc décrites ailleurs dans ce catalogue et mettre du matériel végétal exempt de parasite et de maladie à la disposition des agriculteurs. La multiplication des boutures de manioc offre des opportunités de développement d'entreprises communautaires en façon gagnant-gagnant. Pour plus d'informations sur ce sujet, contactez Dr. Adebayo Abass de l'IITA par courrier électronique à a.abass@cgiar.org.

Description Technique.

La fourniture de tiges de manioc implique la multiplication des boutures dans des conditions bien gérées afin d'obtenir du matériel végétal exempt de parasites et de maladies conforme au type. Les fermes de production de tiges permettent aux producteurs d'obtenir du matériel végétal résistant plus près des



Exemple de groupage d'une variété élite de manioc dans une zone de production

champs et particulièrement efficace pour accélérer la distribution, maintenir les variétés améliorées et contrôler les infestations de ravageurs et de maladies. L'amélioration de la disponibilité, de l'accès et de la qualité des boutures de tige peut être réalisée en décentralisant sa production et permet de distribuer de grandes quantités de boutures sur une courte période de temps avant le début d'une saison de production. La réduction des distances de transport obtenues par le positionnement des fermes de production de tiges de manioc dans des communautés rurales reculées est extrêmement bénéfique pour les taux de

survie des matériaux de plantation et la santé des cultures tout au long de leur croissance, ce qui donne lieu à des rendements plus élevés et à une résilience du manioc en tant que culture vivrière et entreprise de production.

Utilisations. Les activités de production de tiges de manioc comme moyen de fournir du matériel végétal de qualité en temps opportun conviennent à toutes les principales zones de culture d'Afrique car elles peuvent être mises en œuvre avec des installations simples et des investissements limités en capital. Les agriculteurs individuels, les organisations communautaires et les entreprises commerciales peuvent établir ces champs à proximité immédiate des champs où les agriculteurs cultivent le manioc et mettre du matériel végétal de première génération à la portée des communautés rurales éloignées qui dépendent du manioc pour leur alimentation et leurs revenus.

Composition. Cette technologie peut s'appuyer sur des boutures certifiées d'autres producteurs ainsi que sur des plantules clonées qui sont autrement inaccessibles à la plupart des membres de la communauté rurale, leur offrant ainsi un accès plus facile aux variétés récemment commercialisées décrites ailleurs dans ce catalogue. Cela inclut les variétés hybrides développées grâce à des techniques de sélection avancées. Les lignées de manioc à haut rendement, résistantes aux maladies et bio-fortifiées sont les plus appropriées pour les exploitations de culture de tiges, car la distribution de ce type de matériel végétal a un impact important sur la productivité et les revenus tout au long de la chaîne de valeur alimentaire, et est souvent liée aux projets nationaux de développement rural.

Application. Pour lancer une entreprise de production de tiges de manioc, un nombre relativement restreint de boutures ou de plantules certifiées doit être obtenu à partir de variétés améliorées qui conviennent à des conditions de culture spécifiques et qui répondent aux préférences des acheteurs et des consommateurs. La production des tiges de manioc doit être effectuée dans des champs fertiles et éloignés des peuplements cultivés fortement infestés par les maladies et les ravageurs afin de favoriser la multiplication et la qualité des semences. L'accès à l'irrigation est un avantage car il permet une production hors saison avant les saisons de culture pluviale. Dans les endroits où cela n'est pas possible, l'utilisation de mélanges d'engrais spéciaux et d'agents de lutte chimique est nécessaire pour produire du matériel végétal de haute qualité. Les entreprises de production de tiges doivent rester exemptes de mauvaises herbes pouvant abriter des parasites et des maladies. Les technologies avancées telles que l'irrigation goutte à goutte et les outils mécanisés peuvent raccourcir les cycles de récolte et réduire les coûts de main-d'œuvre. Avec une gestion optimale des cultures et des sols, il est possible de multiplier les boutures de manioc en seulement six à dix mois. Les entreprises de culture de tiges doivent être implantées au sein des communautés et proportionnées en fonction de la taille de la zone de culture. L'accès au transport est également un avantage, permettant la vente de boutures aux agriculteurs et via les agro-commerçants dans un rayon d'environ 20 km.

Commercialisation et Exigences de Démarrage. Les entreprises dédiées à la distribution localisée de boutures de manioc amélioré représentent une opportunité commerciale viable et peuvent bénéficier d'un appui conseil par la vulgarisation agricole. La production et la vente de variétés améliorées de manioc sous forme de boutures peuvent être considérées comme une entreprise distincte de la production de racines sur le terrain. Les étapes de ce processus comprennent: 1) identifier les variétés de manioc adaptées aux conditions agricoles locales, et accéder à leurs boutures ou plantules six à 10 mois avant la saison de production principale,

2) sélectionner les zones de production en fonction des conditions de terrain favorables et de l'accès aux clients, annoncer la disponibilité prochaine des boutures aux agro-commerçants, agents de vulgarisation et autres intermédiaires de commercialisation, 3) optimiser la production de ces tiges selon les pratiques recommandées de manioc et maintenir ces champs dans de bonnes conditions sanitaires, et 4) récolter, traiter et mettre en bottes les boutures immédiatement avant la saison normale de plantation, en prenant soin d'identifier le haut du bas, et de fournir ces bottes via des points de vente préétablis.

Coût de Production. La multiplication du matériel végétal de variétés améliorées de manioc par le biais de fermes de production de tiges est associée à des coûts légèrement plus élevés que l'utilisation traditionnelle de boutures des phases de culture précédentes, car elle nécessite de la terre et des intrants pour produire des semences de haute qualité. Les principaux investissements pour produire du matériel végétal de manioc sont l'achat de tubercules de semences ou de boutures de variétés de manioc d'élite, et la main-d'œuvre pour installer, entretenir et récolter les champs des agriculteurs où la multiplication a lieu.

Segmentation de la Clientèle. Les fournisseurs de matériel végétal amélioré de manioc occupent une position unique le long des chaînes de valeur du manioc et peuvent opérer en tant qu'intérêts commerciaux ou communautaires. Pour maintenir un avantage compétitif, ils ont intérêt à maintenir des contacts étroits avec les agences nationales qui évaluent et homologuent les nouveaux matériels variétaux, et ceux qui parrainent leur enregistrement.

Rentabilité Potentielle. Améliorer l'accès des agriculteurs africains à du matériel de plantation propre pour les variétés élites de manioc grâce à une entreprise de production de tiges en vrac à proximité des champs et des fermes où la culture est pratiquée est une opportunité viable. En général, chaque bouture peut être produite et commercialisée pour aussi peu que 0.02 dollars US chacune, et vendue jusqu'à 0.04 dollars US chacune, et jusqu'à 24 boutures peuvent être produites sur 1 m² sur six à dix mois, ce qui entraîne des revenus de 4 800 \$ US ha⁻¹. Un autre facteur favorisant la rentabilité des opérations est que le manioc cultivé pour les boutures est planté à des densités plus élevées que celles pour les racines, ce qui permet des rendements de bouture plus élevés, et des rapports plus favorables de récolte semences par surface de production. De plus, après la coupe, les tiges peuvent repousser et les racines se développer, fournissant des sources de revenus supplémentaires. De cette façon, les entreprises de production de tiges représentent une voie importante pour le développement des entreprises et l'emploi dans les communautés rurales.

Exigences de Licence. Un certificat peut être requis pour multiplier et vendre du matériel de plantation pour le manioc dans certains pays, mais dans d'autres, ce service n'est pas réglementé. Les producteurs de boutures destinées à la vente doivent se familiariser avec la réglementation locale. Dans certains cas, les opérations communautaires restent non réglementées alors que les opérations commerciales le sont. Ce concept de développement d'entreprise de boutures de manioc est proposé en tant que bien public, et de plus amples informations à ce sujet sont disponibles auprès de l'IITA.

Technologie 5. Multiplication par Système Hydroponique Semi-Autotrophe

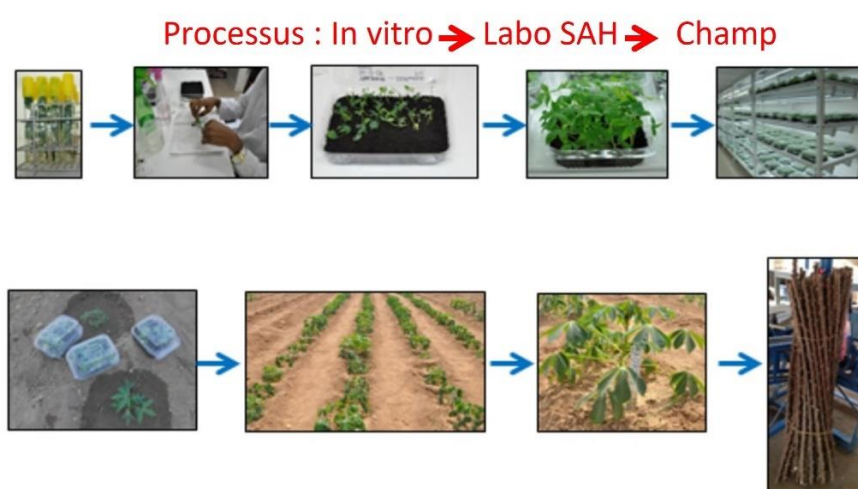
Résumé. Dans la plupart des régions d'Afrique subsaharienne, les boutures de tiges sont utilisées pour établir des champs de manioc, une pratique simple à comprendre et à mettre en œuvre. La technologie précédemment décrite dans ce catalogue expose comment la production et la fourniture de ces boutures peuvent être établie en tant qu'entreprise commerciale ou activité communautaire. Ce processus est cependant limité en termes de vitesse à laquelle de nouvelles variétés peuvent être multipliées car chaque plante produit un nombre relativement faible de propagules sur une longue période de temps, de sorte que la vitesse à laquelle de nouvelles variétés améliorées peuvent être distribuées à un grand nombre d'agriculteurs nécessite des années avant que des volumes suffisants de matériel de plantation puissent être produits. Ce processus est également sujet à la contamination par des parasites et des maladies. Une solution à cette contrainte est trouvée grâce à une propagation initiale accélérée sous forme de plantules grâce à une technologie connue sous le nom de culture hydroponique semi-autotrophe. Cette approche ressemble à la culture de tissus, mais elle est simplifiée et moins coûteuse. Il présente un taux de multiplication élevé et permet de propager des plantules fidèles au type et exemptes d'agents pathogènes. Il est particulièrement efficace pendant les premiers stades de la commercialisation d'une nouvelle variété en fournissant des paquets de plantules à ceux qui les élèvent ensuite pour les boutures de tiges et une distribution ultérieure. Pour plus d'informations sur ce sujet, contactez Dr. Elohor Mercy Diebiru-Ojo de l'IITA par courrier électronique à l'adresse e.diebiru-ojo@cgiar.org.

Description Technique. Les systèmes hydroponiques semi-autotrophes (SAH) pour la multiplication des cultures ont d'abord été développés pour les pommes de terre, mais ont ensuite été adaptés pour le manioc. La technique SAH menée au laboratoire puis en serre, consiste à transformer de petites boutures de racines de plantes en petites plantes (plantules). Tout d'abord, de petites boutures de racines sont placées dans un milieu propre où elles poussent et se différencient en plantes entières. Les besoins en infrastructures et les coûts de production de la SAH sont relativement faibles, mais les niveaux de compétence et l'investissement initial sont élevés, ce qui rend cette technologie difficile à reproduire à petite échelle dans les communautés agricoles. Dans le même temps, cette technologie permet d'obtenir des plantules avec des pousses et des racines bien développées prêtes à être transplantées et exemptes de parasites et de maladies, contrairement aux méthodes traditionnelles de bouturage de tiges de manioc. Une installation de propagation SAH à moyenne échelle pour le manioc a été conçue pour permettre la production d'environ 7 millions de plantules par an, et comprend la multiplication simultanée de plusieurs variétés élités de manioc.



Un plateau de plantules de manioc produites par multiplication SAH prêtes à être plantées.

Utilisations. La technologie SAH est adaptée à la dispersion rapide de variétés améliorées de manioc à travers l'Afrique grâce à son adoption au sein des entreprises de biotechnologie et de semences avancées. En ce sens, il nécessite un investissement en capital supplémentaire limité, mais il est probablement trop difficile à mettre en place par des organisations communautaires comme le préconisent d'autres. Le fait que la technique SAH donne des matériaux de plantation de manioc exempts de maladies et de haute qualité qui sont facilement transportables est un avantage majeur de cette technologie. Il a été prouvé que le matériel végétal produit à l'aide de la technique SAH a une plus grande résistance aux agents pathogènes sur le champ que ceux obtenus à partir de boutures de tige, et présente donc une stratégie viable pour lutter contre les infestations virales. De plus, avec la production de plantules de SAH indemnes de maladie, les transferts de matériel végétal entre les pays deviennent plus réalisables.



Les étapes de la production du manioc à partir de plantules

Composition. Les exigences pour la multiplication SAH du manioc comprennent des chambres de croissance de base ou des serres scellées avec des systèmes de contrôle climatique. Des étagères sont installées pour contenir des plateaux avec un milieu de croissance propre composé de combinaisons de tourbe, de laine de roche, de vermiculite ou de perlite qui fournissent un ancrage et un support aux plantes, retiennent les nutriments et l'eau pour les plantes et permettent l'échange de gaz d'air entre les racines et l'atmosphère. Un plateau de produit prêt à être commercialisé contient généralement 12 à 48 plantules qui peuvent être recouvertes, empilées et emballées pour le transport.

Application. Au début du processus SAH, des plantules de culture tissulaire (in vitro) sont produites dans des conditions environnementales semi-hydroponiques et semi-contrôlées, qui sont ensuite coupées en plantes mères qui sont transférées dans des plateaux avec des milieux de croissance et placées dans la chambre de croissance. Après deux à trois semaines, ces « plantes mères » sont divisées en deux plantules à partir d'une, qui sont ensuite placées dans des plateaux de culture pendant 6 à 8 semaines pour développer des plantes enracinées. Les plateaux peuvent être transportés dans des cartons perforés pendant plus de 48 heures, après quoi ils peuvent être directement plantés en plein champ pour la production ou dans des pots pour la production de plantes plus grandes.

Commercialisation et Exigences de Démarrage. Les matériaux et l'équipement nécessaires à la production de plantules de SAH sont disponibles dans le commerce bien que beaucoup doivent être importés d'ailleurs. Pour démarrer une unité de transformation de SAH, les étapes suivantes sont nécessaires: 1) informer les multiplicateurs de manioc des avantages des plantules de SAH en tant que matériel de plantation, 2) obtenir des plantes mères in vitro à partir de variétés de manioc améliorées exemptes d'agents pathogènes, 3) construire chambre de croissance ou des serres scellées et installer des étagères et des milieux de croissance pour la propagation, et 4) organiser la commercialisation et la livraison des plantules de SAH par l'intermédiaire des fournisseurs existants au sein de la chaîne de valeur du manioc, y compris les ventes par l'intermédiaire des sociétés semencières locales et des agro-commerçants.



Production hydroponique semi-autotrophe à grande échelle de plants de manioc dans des serres par GoSeed sur la plateforme d'incubation des entreprises de l'IITA

Coût de Production et Segmentation de la Clientèle. Une installation SAH d'une superficie de 40 mètres carrés, qui peut produire 75 000 plantules SAH par mois (suffisant pour cultiver 16 hectares de terre), a un coût d'installation estimé à 10 000 \$ US. Le coût opérationnel pour la production de 75 000 plantules grâce à la technologie SAH est d'environ 3 408 \$ US, soit 0,05 dollars US par pièce. Ces coûts sont légèrement réduits pour la production à grande échelle de plants de manioc dans des abris grillagés, comme cela est réalisé par GoSeed à la plateforme d'incubation d'entreprises de l'IITA. L'expédition et la manutention des plateaux aux agriculteurs entraînent des frais de transport. Cette technologie sert des multiplicateurs commerciaux et publics du manioc, en particulier les entreprises de biotechnologie et les laboratoires du secteur public.

Rentabilité Potentielle. Les plantules propagées par la SAH peuvent être vendues pour environ 0.12 dollars US chacune, avec un bénéfice de 0.07 dollars US chacune. De cette façon, l'installation de 40 m² produisant 75 000 plantules par mois fonctionne avec un bénéfice d'environ 5 250 \$ US. Le SAH permet aux multiplicateurs de fournir un grand nombre de plants de manioc dans un délai plus court que les méthodes de culture de tissus à un prix sept fois inférieur. Les agriculteurs qui cultivent du manioc multiplié grâce à la technologie SAH doivent être prêts à payer environ trois fois plus pour la commodité.

Exigences de Licence. La conception des installations du SAH et ses procédures sont considérées comme un bien public, bien que les producteurs aient tendance à développer des secrets commerciaux au fil du temps. La propagation du manioc par le biais de la SAH et la commercialisation auprès des agriculteurs doivent répondre à toutes les exigences phytosanitaires nationales et les multiplicateurs doivent obtenir une licence et sont soumis à des inspections périodiques dans de nombreux pays. De plus amples informations sur la technologie SAH sont disponibles auprès de l'Institut international d'agriculture tropicale qui s'emploie activement à étendre son application.

Technologie 6. Fabrication et Usage de Mélanges Spéciaux d'Engrais

Résumé. Des mélanges d'engrais inorganiques courants ont été spécialement mis au point pour le manioc et d'autres plantes à racines qui créent une disponibilité équilibrée de nutriments pour la production souterraine de la culture. Ces types d'engrais fournissent des éléments tels que l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K) et le soufre (S) qui sont insuffisamment disponibles dans les sols de nombreux paysages et champs agricoles d'Afrique subsaharienne. La fertilisation des cultures de manioc avec le bon équilibre de nutriments au bon moment et au bon emplacement peut grandement améliorer la productivité et la qualité des tubercules, et renforcer la résistance à la sécheresse, aux ravageurs et aux maladies, tout en évitant les pertes indésirables pour l'environnement. Des types d'engrais et des installations de fabrication facilement accessibles dans toute l'Afrique subsaharienne peuvent être utilisés pour préparer des mélanges appropriés de nutriments pour le manioc et d'autres racines et tubercules. Pour plus d'informations sur ce sujet, contactez Dr. Paul L. Woomer du Bureau de Coordination Technique du TAAT par email à plwoomer@gmail.com.



Un mélange d'engrais adapté au manioc

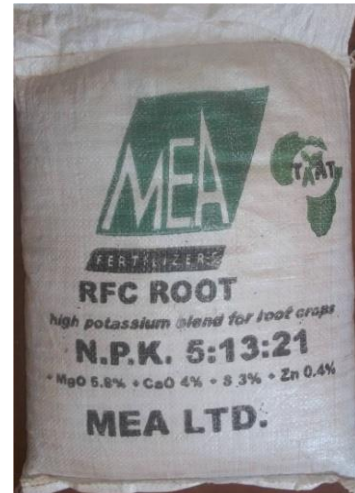
Description Technique. L'application d'engrais inorganiques spécialement formulés pour le manioc et d'autres plantes-racines assure un approvisionnement adéquat et équilibré en nutriments essentiels nécessaires au maintien d'un peuplement sain et à la récolte de gros tubercules. Les engrais mélangés créent un régime dans lequel les cultures de manioc utilisent les nutriments de manière efficace et durable, car ces intrants reconstituent les stocks dans les sols. Les apports de phosphate et de potassium sont particulièrement bénéfiques au développement racinaire et au remplissage des tubercules par le manioc, et l'apport de sulfate améliorent la régulation de la photosynthèse et de la transpiration des cultures. Les engrais spécialement mélangés et appliqués au bon moment et au bon endroit, souvent en conjonction avec des intrants organiques, renforcent la capacité de la culture à résister aux maladies, aux ravageurs et au stress de la sécheresse.

Utilisations. Des engrais spécialement mélangés appliqués à raison de 100 à 150 kg/ha sur le manioc en applications fractionnées corrigent diverses carences et déséquilibres en éléments nutritifs des sols qui limitent la production de manioc. L'insuffisance de nutriments résulte de

sols fortement altérés, de déséquilibres de pH et d'une culture intensive. Les engrais inorganiques sont mieux utilisés sur les variétés améliorées de manioc car la demande en éléments nutritifs et l'efficacité agronomique sont plus importantes que celles de la culture non améliorée.

Composition. Des formules d'éléments nutritifs spécifiques peuvent être réalisées en mélangeant une large gamme de types granulaires solides d'engrais « primaires » comme l'urée, le nitrate d'ammonium et de calcium, le chlorure de potassium, le super phosphate simple ou triple et le sulfate. Des micronutriments comme le zinc, le bore et le cuivre, entre autres, peuvent être ajoutés sous forme solide ou imprégnés sous forme liquide.

Application. Les informations sur la carence et le déséquilibre en éléments nutritifs dans des zones de culture spécifiques contenues dans les cartes pédologiques et les essais agronomiques antérieurs sont suffisantes pour développer des formulations de mélanges, sous réserve de la disponibilité de différents engrais primaires. La fabrication d'engrais spécialement mélangés se fait à l'aide d'un système rotatif à sec disponible en moyennes et grandes dimensions. Les engrais seront appliqués deux fois ou plus en applications fractionnées pendant le cycle de croissance du manioc en fonction de la disponibilité en éléments nutritifs dans les sols et des conditions de précipitations.



Un mélange d'engrais commercial conçu pour les cultures racines

Commercialisation et Exigences de Démarrage. Des mélanges d'engrais conçus spécifiquement pour les plantes à racines sont disponibles dans le commerce à travers l'Afrique, mais leur composition spécifique n'est connue que des fabricants. Les différentes compositions peuvent toutefois être déduites des teneurs en nutriments qui les accompagnent. Dans certains cas, la formulation spécifique et les moyens de combinaison sont protégés par des secrets commerciaux. Pour produire un nouvel engrais mélangé, les étapes suivantes sont nécessaires: 1) déterminer 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 emballer le mélange, 3) sensibiliser les distributeurs sur les avantages et la rentabilité des mélanges d'engrais spécifiques 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) effectuer 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 marque au fil du temps si nécessaire.

Coût de Production. La conception d'un nouveau mélange d'engrais n'est pas forcément coûteuse car elle peut être basée sur une étude documentaire à partir d'une multitude d'informations secondaires, notamment la composition de produits similaires. Affiner ce mélange au fil du temps sur la base d'essais agronomiques et d'analyses des plantes et des sols est beaucoup plus coûteux. La fabrication d'engrais spécialement mélangés supporte 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 d'assemblage des

engrais primaires à mélanger. Ces coûts sont considérablement réduits pour les entreprises d'engrais ayant une capacité de mélange existante et cherchant à élargir leurs gammes de produits. Des systèmes de mélange plus petits et à plus forte intensité de main-d'œuvre peuvent être développés pour des opérations localisées, et même exploités comme une opération communautaire une fois que des formulations spécifiques sont connues.



*Équipement utilisé dans le mélange d'engrais
à plus petite échelle*

Segmentation de la Clientèle. Les mélanges d'engrais sont destinés à être utilisés par les producteurs de manioc à travers la distribution via les réseaux de fournisseurs d'intrants. Notez que les engrais mélangés destinés au manioc peuvent également profiter à d'autres plantes-racines, fleurs et fruits. Cette polyvalence doit être intégrée dans les campagnes promotionnelles.

Rentabilité Potentielle. La rentabilité du mélange d'engrais n'est pas basée sur la réponse des cultures aux engrais individuels, mais plutôt sur leur meilleure réponse aux combinaisons stratégiques de ces ingrédients et sur le fait que les clients sont prêts à payer pour cet avantage synergique. 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. La rentabilité de l'utilisation d'engrais varie selon la culture et les conditions de croissance, mais il est probable que l'utilisation d'un engrais mélangé puisse augmenter les rendements de 50 %. Dans certains cas où les nutriments sont extrêmement limités, l'application de nutriments combinés peut permettre de multiplier par 10 ou 16 le retour sur investissement.

Exigences de Licence. Les formulations de mélanges d'engrais peuvent faire l'objet d'une 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 premières d'engrais. Les réponses à l'application et à la combinaison d'engrais sont abondamment disponibles sous forme d'informations publiées, en particulier lorsqu'elles sont effectuées par des instituts de recherche en tant que biens publics régionaux.

Technologie 7. Plantation et Récolte Mécanisées de Racines Tubéreuse

Résumé. Afin d'obtenir de meilleurs rendements de manioc et des bénéfices économiques plus importants, il est nécessaire d'améliorer les pratiques de culture de cette plante. La mécanisation du système de production du manioc, combinée à l'utilisation d'engrais, au contrôle des mauvaises herbes et à l'utilisation de variétés améliorées peut augmenter le rendement du manioc à 25 tonnes par hectare. Les opérations de plantation et de récolte du manioc sont très souvent effectuées par le travail manuel, ce qui rend les opérations coûteuses et chronophages. Par exemple, il faut 8 à 10 personnes pour planter un hectare de terre à la main en une journée; par rapport à l'utilisation d'un semoir mécanique à deux rangs pouvant planter 7 à 10 hectares par jour, ce qui le rend beaucoup plus rapide et moins coûteux que la plantation manuelle. De même, la récolte manuelle est lente et associée à une corvée et à des dommages importants aux racines. La récolte manuelle du manioc est une activité intense qui nécessite entre 40 et 60 personnes pour récolter un hectare de manioc par jour comparé à un élévateur mécanique à deux rangs qui peut récolter jusqu'à 3 à 5 hectares de plantation de manioc en une journée. Pour plus d'informations sur ce sujet, contactez Dr. Adebayo Abass de l'IITA par courrier électronique à a.abass@cgiar.org.



La planteuse de manioc à deux rangs modèle 2AMSU en cours de préparation pour les opérations au Nigeria

Description Technique. Une planteuse de manioc à deux rangs (Modèle 2AMSU) pour la plantation sur terrain plat peut planter plus de 0.5 ha par heure avec un espacement de rangs prédéfini. Il doit être tracté par un tracteur d'au moins 90 cv. Les boutures sont plantées en position horizontale à des profondeurs réglables. Au fur et à mesure de leur plantation, les boutures sont produites à partir de tiges plus longues par une scie utilisant la force motrice du tracteur. Cet équipement coûte entre 7 000 dollars US et 10 000 \$ US. Les récolteuses mécaniques varient en complexité, allant de simples élévateurs polyvalents aux accessoires de tracteur qui soulèvent, secouent et ramassent les racines de plusieurs rangées. Une option intermédiaire de récolteuse mécanique à deux rangs nécessite un tracteur plus puissant (par

exemple 120 cv minimum) et fonctionne à des vitesses d'avancement et des profondeurs de levage réglables. Le taux de récolte peut dépasser 0.3 ha par heure. Dans la plupart des cas, les tiges de manioc sont coupées et récoltées avant que les racines ne soient récupérées. Ces élévateurs coûtent entre 1 500 dollars US et 2 000 dollars US selon leur largeur et pénétration.

Utilisations et Composition.

La plantation et la récolte mécaniques peuvent réduire considérablement les goulots d'étranglement de la main-d'œuvre qui minent la production de manioc et augmenter sa rentabilité en supposant que l'équipement et l'infrastructure d'entretien appropriés soient en place. Il est également possible de fournir et d'entretenir ces équipements. Cet équipement est entraîné par un tracteur de puissance spécifique selon le modèle de planteuse ou de récolteuse. Les piquets (tiges de manioc) sont chargés pour se synchroniser avec la vitesse du tracteur afin d'atteindre l'espacement prédéterminé des plants. De même, une récolteuse est également actionnée par un tracteur. En outre, la main-d'œuvre doit être formée à l'utilisation sécurisée de ces équipements.



*Accessoires de récolte mécanisée de manioc
fabriqué en Chine*

Application. Avant d'utiliser la plantation mécanique, la terre et les lits de semence doivent être préparés car il ne s'agit pas d'opérations simultanées. La planteuse à deux ou quatre rangs a été conçue pour planter le manioc sur un sol plat avec un taux de plantation de 0.5 à 0.8 ha par heure à un écartement des rangs de 700 mm. Cette planteuse est tirée par un tracteur de 90 cv (67 kW). Une scie circulaire entraînée par prise de force (PTO) est installée pour couper les tiges en boutures de 14 ± 3 cm. Les boutures sont plantées en position horizontale et les profondeurs de plantation peuvent être réglées entre 60 et 100 mm sous la surface du sol. Aucun buttage n'est nécessaire pour ce modèle de planteuse. La récolte mécanique est réalisée à l'aide d'une arracheuse à deux ou quatre rangs. Cet accessoire nécessite un tracteur de 120 cv (90 kW) à une plage de vitesse d'avancement allant de 2.1 à 6.7 km h⁻¹ et fonctionne à une profondeur de levage de 300 à 400 mm. Le taux de récolte de la récolteuse mécanique est compris entre 0.3 et 0.5 ha par heure.

Commercialisation et Exigences de Démarrage. Les planteuses et récolteuses mécaniques de manioc sont disponibles dans le commerce dans certains pays africains et le deviennent de plus en plus avec le temps, car les agriculteurs reconnaissent leur avantage. Se lancer dans la plantation et la récolte mécaniques nécessite un investissement initial qui est récupéré au fil du temps grâce aux opérations de terrain moins coûteuses qui en résultent. Le démarrage nécessite que les utilisateurs: 1) déterminent les spécifications appropriées de la planteuse et de la récolteuse mécaniques en fonction de l'empreinte opérationnelle et des fonds disponibles, 2) forment les opérateurs à l'entretien et à l'utilisation sûre de ces équipements, et 3) surveillent les avantages et les inconvénients associés à la conversion des opérations

manuelles aux opérations de terrain mécanisées, y compris la survie des boutures plantées et les dommages aux racines récoltées. Comme tous les autres équipements agricoles, ceux-ci nécessitent un entretien périodique.

Coût de production et Rentabilité Potentielle. Une fois acheté, l'investissement récurrent pour la plantation mécanisée (13 \$ US ha⁻¹) est inférieur à la moitié de celui de la plantation manuelle (29 \$ US ha⁻¹). Le coût de récolte en exploitation mécanisée (25 \$ US ha⁻¹) est également inférieur de moitié à celui en exploitation manuelle (61 \$ US ha⁻¹). Le coût total de la production de manioc en utilisant la méthode mécanique est de 367 \$ US ha⁻¹, soit environ 17 dollars US par tonne de racines tandis que le coût total en utilisant la méthode manuelle peut dépasser 21 \$ US tonne⁻¹ de racines.

Segmentation de la Clientèle.

Les clients de la mécanisation sont largement limités aux producteurs commerciaux de manioc à grande échelle et aux associations de producteurs de manioc. Ces équipements sont destinés à être utilisés dans des champs plats et non dans des zones en pente. La fourniture, l'entretien et la location de ces équipements offrent également une opportunité commerciale.

Exigences de Licence. Ces équipements sont dans la plupart des cas protégés par des brevets, notamment les planteuses de manioc et les récolteuses plus complexes. Dans d'autres cas, des arrache-racines de conception simple peuvent être fabriqués localement sans violation de brevet. La protection des licences ouvre également des opportunités pour la distribution en franchise et la représentation des produits par les agro-industries locales. Étant donné que ces équipements sont fabriqués et distribués par le secteur privé, y compris des sociétés multinationales, leurs technologies ne sont pas considérées comme des biens publics régionaux, bien que parfois des institutions de recherche puissent aider à leur conception et à leur évaluation.



Accessoires de récolte utiles pour l'arrachage des racines de manioc utilisé au Nigeria

Technologie 8. Plan en Six Étapes pour la Gestion des Mauvaises Herbes

Résumé. Les mauvaises herbes constituent une contrainte majeure dans la production de manioc en Afrique subsaharienne parce que les agriculteurs ne prennent généralement pas les mesures adéquates et opportunes pour contrôler l'enherbement. Le grand écartement et le développement initial lent de la canopée rendent cette culture particulièrement sensible aux mauvaises herbes pendant les 10 à 16 premières semaines de culture. Lorsqu'elles sont abondantes dans les exploitations, les mauvaises herbes consomment de grandes quantités de nutriments et de l'eau du sol, ce qui peut réduire considérablement le rendement des racines de manioc. L'approche « six étapes » est un ensemble complet pour la gestion des mauvaises herbes qui aborde plusieurs mesures de contrôle clés, y compris ceux liés à la gestion des cultures, des sols et des herbicides. Les agriculteurs de manioc au Nigeria qui ont été formés à la gestion des mauvaises herbes en six étapes par des programmes de diffusion à grande échelle ont eu des rendements de racines fraîches de plus de 20 tonnes ha⁻¹ par rapport à la moyenne nationale de 9 tonnes ha⁻¹. Pour plus d'informations sur ce sujet, contactez Dr. Alfred Dixon de l'IITA par courrier électronique à a.dixon@cgiar.org.

Description Technique. La gestion des mauvaises herbes du manioc en six étapes offre un cadre d'aide à la décision et des recommandations sur diverses mesures de contrôle en fonction des conditions qui prévalent dans leur champ. Ce qui aide les agriculteurs à garder leurs champs de manioc exempts de mauvaises herbes et à obtenir des rendements racinaires plus élevés. Les étapes spécifiques impliquent: 1) la sélection du site, 2) l'abattage de la végétation, 3) le défrichage avec des herbicides, 4) le labour et le buttage des champs, 5) la plantation et l'application d'herbicides en prélevée, et 6) les opérations manuelles et chimiques de gestion des mauvaises herbes post-levée.

Utilisations. La stratégie de gestion des mauvaises herbes en six étapes est adaptée aux contextes agricoles et aux ressources disponibles des agriculteurs de subsistance, et peut être appliquée dans toutes



Aperçu des pratiques de l'approche en 6 étapes

les zones de culture du manioc d'Afrique subsaharienne - des savanes et hautes terres subhumides aux plaines humides. De multiples formes de mauvaises herbes (c'est-à-dire les graminées, les feuilles larges et les arbustes ligneux), chacune avec des niveaux de couverture et de hauteur différents, sont abordées dans l'approche par étapes qui offre aux producteurs de manioc la possibilité de mieux harmoniser les pratiques avec les conditions qui prévalent dans leurs champs.

Composition. Différents types d'équipements et d'herbicides sont nécessaires pour mettre en œuvre la stratégie de gestion des mauvaises herbes en six étapes. Les agriculteurs peuvent utiliser des types d'engins simples et peu coûteux tels que des hachoirs, des houes à main et des pulvérisateurs à dos manuels, ou, le cas échéant, des accessoires montés sur tracteur pour le défrichage et l'application d'herbicides.



L'enherbement du manioc réduit son rendement drastiquement

Application. La stratégie en six étapes est mise en œuvre à l'aide d'un document du compact TAAT de deux pages qui amène les agriculteurs à répondre à une série de questions qui les guident vers les pratiques appropriées de gestion des mauvaises herbes et de plantation appropriées pour la production de manioc dans diverses conditions sur les exploitations. Les procédures de défrichage, de travail du sol, de plantation et de désherbage en pré- et post-levée sont décrites en détail à l'aide d'images et de textes qui facilitent leur suivi. La sélection du site et le défrichage commencent généralement deux semaines avant la plantation, et le contrôle des mauvaises herbes par des mesures chimiques et physiques est effectué jusqu'à ce que la canopée du manioc soit complètement développée, offrant peu d'opportunités aux mauvaises herbes du sous-bois. Cette étape nécessite environ 20 à 24 semaines après la plantation. Pour déterminer le type de produit herbicide approprié, son taux et sa méthode d'application, les agriculteurs peuvent utiliser les applications de calcul disponibles gratuitement pour les cultures de manioc (présentées sur le portail Web ProPAS). Notez que les apports d'engrais azotés, phosphorés et potassiques doivent être appliqués aux doses et aux moments recommandés pendant la culture pour atteindre le plein potentiel de rendement racinaire (voir Technologie 6) et cette application peut coïncider avec le désherbage manuel.

Commercialisation et Exigences de Démarrage. L'outil de gestion des mauvaises herbes et de plantation du manioc en six étapes a été lancé avec succès dans les principales zones de culture du Nigéria, et la même chose est en cours dans d'autres pays d'Afrique subsaharienne. Les herbicides et les équipements nécessaires sont commercialisés par les fournisseurs de produits agricoles dans tous les pays de l'Afrique Sub-saharienne, bien que la plupart du temps, les petits équipements électriques soient plus difficiles à obtenir auprès de ces derniers. L'adoption à grande échelle de l'approche en six étapes est obtenue en: 1) sensibilisant sur les avantages liés aux rendements des racines de manioc, l'efficacité des intrants et la résilience, 2) diffusant l'outil d'aide à la décision et les recommandations via les lignes appropriées de communication des agriculteurs ou les agences de vulgarisation locales,

et 3) garantissant l'accès à de petits prêts qui aident à compenser les investissements initiaux pour l'application d'herbicides et la main-d'œuvre.

Coût de Production. La boîte à outils en six étapes offrant une aide à la décision et des recommandations pour la gestion des mauvaises herbes et les pratiques de plantation peuvent être téléchargée gratuitement sur Internet. Des investissements substantiels de la part des agriculteurs sont nécessaires pour maintenir les cultures de manioc exemptes de mauvaises herbes, le désherbage représente 30 à 50 % du coût total de la main-d'œuvre soit respectivement 28 à 46 dollars US par hectare, et les applications d'herbicides avec des pulvérisateurs manuels à dos coûtent généralement 20-30 dollars US par hectare.



Exemple de désherbeuse mécanisée pour le manioc

Segmentation de la Clientèle et Rentabilité Potentielle. Les producteurs de manioc de subsistance et commerciaux bénéficient de cette technologie, et elle peut être intégrée dans les campagnes de vulgarisation des prestataires de services agricoles et des plateformes d'innovation. La boîte à outils en six étapes permet de s'assurer que les agriculteurs prennent des mesures adéquates et opportunes pour contrôler la prolifération des mauvaises herbes, et garantit des retours plus importants sur les investissements en main-d'œuvre et en herbicides pour la production de manioc. Une exploitation de manioc bien désherbée peut obtenir un rendement en racines de 30 à 50% supérieur à celui d'un autre champ qui est mal désherbée, et l'efficacité des engrais et de l'utilisation de l'eau est également considérablement améliorée en suivant les bonnes pratiques de gestion des mauvaises herbes et de plantation.

Exigences de Licence. Les agriculteurs n'ont pas besoin de licences pour l'élimination manuelle et mécanisée des mauvaises herbes, tandis que l'application d'herbicides dans les fermes est soumise à des réglementations environnementales et à des autorisations dans certains pays d'Afrique subsaharienne. Les manuels et didacticiels pour la mise en œuvre des pratiques de gestion des mauvaises herbes et de plantation en six étapes dans la production de manioc sont élaborés et diffusés en tant que bien public régional par l'IIITA.

Technologie 9. Farine et Amidons Industriels de Manioc de Haute Qualité

Résumé. Les racines fraîches de manioc périssent très rapidement en raison de leur forte teneur en eau, ce qui pose un défi majeur aux agriculteurs pour les stocker comme nourriture ou les vendre sur les marchés. Les communautés africaines qui cultivent le manioc ont toujours transformé les racines d'une manière ou d'une autre pour prolonger la durée de conservation et réduire les composés toxiques du cyanure, généralement par hachage, lavage et séchage, ou par fermentation. Les techniques qui sont traditionnellement utilisées pour produire de la farine de manioc n'offrent pas des débouchés importants aux producteurs de manioc opérant à des échelles commerciales. La farine de manioc de haute qualité (FMHQ) est fabriquée à travers une série d'étapes, mais n'est pas fermentée comme certains aliments traditionnels, ce qui la rend inodore et lui donne une couleur blanche ou blanc-cassée. Les principaux avantages de la transformation des racines fraîches en FMHQ sont la réduction des coûts de transport des fermes aux usines et la durée de conservation plus longue du produit alimentaire. La FMHQ et les amidons dérivés conviennent à la fabrication d'une large gamme d'aliments et de produits, et pour remplacer partiellement le blé ou d'autres aliments importés. Le renforcement des capacités des communautés rurales pour la transformation du manioc en farine et en amidon améliore les performances, la valeur ajoutée et la compétitivité tout au long de la chaîne de valeur du manioc et renforce ainsi les avantages d'une production de manioc modernisée. Pour plus d'informations sur ce sujet, contactez Dr. Adebayo Abass de l'IITA par courrier électronique à a.abass@cgiar.org.



Description Technique. La FMHQ est préparée à partir de racines fraîches avec une teneur élevée en matière sèche et en amidon, et des niveaux inférieurs de cyanures au goût amer comme indiqué dans ce catalogue, et doit avoir lieu dans un jour ou deux après la récolte. Les étapes clés de la production de la FMHQ sont: la sélection des matières premières, l'épluchage, le lavage, le râpage, le pressage, le séchage, le broyage, le criblage, l'emballage et le stockage. Le déchiquetage ou le râpage peuvent être effectués avant le séchage et le broyage. La détoxification des racines de manioc dans ce processus se fait par râpage, essorage et séchage, et ne donne pas un goût amer et une forte odeur. L'extraction de l'amidon du manioc suit un processus similaire, sauf qu'il nécessite un broyage humide des grains ou des cossettes, suivi d'une séparation physique des fibres. La FMHQ est un produit sans gluten, ce qui le rend idéal pour la fabrication d'aliments non allergènes, une propriété qui attire un marché mondial croissant.

Utilisations. La FMHQ convient à la fabrication d'une large gamme de produits alimentaires, notamment des soupes, du pain, des sirops sucrés et de l'alcool. La proportion de FMHQ acceptable dans les produits de boulangerie à base de blé varie entre 10% et 35%, et de nombreux consommateurs préfèrent la « structure de gâteau » lourde que le manioc produit à des concentrations plus élevées. Grâce à l'utilisation d'enzymes disponibles dans le commerce, il est possible de convertir la FMHQ en sirops de sucre similaires aux produits de dextrose courants et répondant à différentes exigences en matière d'édulcorants. Dans d'autres étapes, le sirop de sucre dérivé du manioc peut être industriellement fermenté en alcool pour un usage potable et industriel. Lors du mélange de la FMHQ avec du sel et de la soude, il peut être utilisé comme adhésif pour les colles pour carton et contreplaqué, et les amidons extraits comme composante des produits cosmétiques, pharmaceutiques et autres, ou comme raidisseur de textile. Ces applications sont importantes pour la croissance industrielle de l'Afrique en remplacement des matériaux importés.

Composition. Les propriétés nutritionnelles et chimiques de la FMHQ ou des amidons dérivés dépendent de la variété de manioc, de la fraîcheur des racines et des étapes de transformation; tout cela doit être harmonisé avec les exigences des produits et des clients. Les normes de qualité typiques de FMHQ sont: teneur en humidité 13%, fibres 2%, cendres 3%, farine fine (< 0.6 mm) 90%, acide cyanhydrique 10 mg kg⁻¹, cendres 0.5%, teneur en amidon 65 - 70%, teneur en protéines 1.3 à 2.0%, teneur en matières grasses brutes 0.3 à 0.5% et acidité totale 1%. Les niveaux de provitamine A ou de bêta-caroténoïdes est de 0.06 µg g⁻¹ pour la FMHQ fabriquée à partir de manioc à chair blanche, alors que cela monte jusqu'à 11 µg g⁻¹ lorsque le manioc biofortifié à chair jaune est utilisé pour préparer la FMHQ (voir Technologie 2). La teneur en humidité de la farine détermine sa stabilité au stockage, car plus l'humidité de la farine est faible, plus la stabilité au stockage est élevée. La teneur en cyanure de la FMHQ est très faible (2 à 48 ppm) et se situe à un niveau sans danger pour la consommation humaine. La capacité de moussage et d'émulsion de la FMHQ est faible tandis que sa densité apparente et ses capacités d'absorption d'eau et d'huile sont élevées.

Application. La fabrication de FMHQ peut être effectuée à l'aide d'un équipement simple de type artisanal actionné manuellement, comme celui déjà utilisé pour la transformation du gari (un aliment fermenté traditionnel). De grands systèmes automatisés sont également disponibles pour la transformation à l'échelle industrielle des racines de manioc en farine. L'infrastructure minimale requise pour la fabrication de FMHQ comprend : une râpe pour la réduction de la taille, une presse pour l'essorage, un séchoir solaire ou flash pour le séchage, un broyeur à broches et une machine à coudre ou à sceller pour l'emballage. Pour la production d'amidon, il est nécessaire d'éliminer les fibres de cellulose qui sont libérées lors du broyage humide, et cela est effectué par un extracteur à jet ou une centrifugeuse à panier perforé. Un approvisionnement fiable en électricité doit être en place car ce processus nécessite une alimentation électrique ininterrompue.

Commercialisation. Les technologies de production de farine de manioc et d'amidon sont disponibles dans le commerce de divers pays africains bien que certains équipements doivent être importés ou modifiés. Les opérations à l'échelle industrielle nécessitent des investissements considérables mais peuvent être modifiées en fonction d'autres approches de transformation alimentaire existantes. Des options d'entreprise localisées basées sur les connaissances traditionnelles sont également disponibles.

Procédé de Production de la Farine de Manioc de Haute Qualité



1. Éplucher et laver les racines de manioc fraîchement récoltées



2. Râper les racines en purée

3. Essorer la purée par pressage dans un sac propre



4. Réduire la purée pressée en de fines granulées, manuellement ou mécaniquement



5. Etaler finement sur des plateaux propres ou des sachets polystyrène ou une plateforme surélevée (pour éviter d'éventuelles contaminations) pour un séchage au soleil. Pour une transformation à grande échelle, les séchoirs comme des cabinets ou des séchoirs rotatifs ou rapides peuvent être utilisés



6. Moudre finement les granulées de manioc séchées, tamiser si nécessaire



7. Emballer dans des sachets polyéthylène ou tout autres récipients hermétiques



Exigences de Démarrage. Quand on se lance dans la production de farine et d'amidon de manioc, les étapes générales suivantes doivent être suivies: 1) sensibiliser les producteurs de manioc, les entreprises agroalimentaires et les investisseurs sur les opportunités économiques liées à la FMHQ et à l'amidon, 2) identifier une intégration rentable, durable et équitable de la FMHQ et de l'amidon sur les marchés, tant nationaux qu'à l'exportation, 3) organiser un approvisionnement fiable en racines de manioc à haute teneur en matière sèche et en amidon à proximité de l'usine de transformation, 4) mettre en place des méthodes de transformation et des équipements simples économes en énergie et en main d'œuvre tels que les râpes et les séchoirs instantanés, et 5) former les opérateurs de machines et les travailleurs sur le respect de la sécurité et de la qualité tout au long du processus de fabrication.

Coût de Production. Le coût des racines fraîches de manioc à la sortie de l'usine, y compris le transport, est un déterminant majeur de la viabilité économique de la fabrication de la FMHQ et des amidons dérivés. Produire 1 tonne de FMHQ nécessite en moyenne 5,5 tonnes de racines de manioc fraîches. Environ 60 % de l'investissement en capital requis pour mettre en place une usine de transformation est destiné à la machinerie et aux équipements, le reste étant consacré à la construction. Une démonstration réalisée à Madagascar a montré que le traitement de 288 MT de racines de manioc fraîches en FMHQ sur une année a coûté 17 238 \$ US, ce qui correspond à un coût de production de 60 \$ US/tonne de produit de racine fraîche. La production d'amidon est plus capitalistique et nécessite des niveaux d'intrants plus élevés par rapport à la FMHQ, des investissements plus importants sont donc nécessaires pour entrer sur ce marché.

Segmentation de la Clientèle et Rentabilité Potentielle. Cette technologie est applicable aux transformateurs industriels de farine et aux fabricants de produits alimentaires, et peut être modifiée pour répondre aux besoins des transformateurs locaux et aux activités communautaires. Elle exige également que les consommateurs acceptent les produits issus de farines mélangées. Une étude en Ouganda sur la production de FMHQ a révélé qu'une marge nette de 79 \$ US tonne⁻¹ peut être obtenue en partant de cossettes séchées, ce qui suggère un réel potentiel de développement d'entreprise dans les communautés rurales. La FMHQ est actuellement vendu entre 550 dollars US et 650 \$ US tonne⁻¹. La substitution par la farine de manioc offre une réduction potentielle de 25 % des coûts des matières premières pour les boulangeries qui utilisent actuellement la farine de blé importée. Par exemple, si un producteur de biscuits transforme 200 tonnes de farine par mois, la substitution de la farine de blé par la FMHQ peut conduire à une économie annuelle de 130 560 dollars US par an. La valeur plus élevée du FMHQ et de l'amidon offre une incitation à la transformation agroalimentaire, en particulier en conjonction avec la production de variétés de manioc à teneur plus élevée en matière sèche (Technologie 3).

Exigences de Licence. Les producteurs de FMHQ et d'amidon doivent se conformer aux règles de sécurité alimentaire. La plupart des machines et équipements simples de style artisanal peuvent être fabriqués sans licence, tandis que les systèmes industriels relèvent de la protection de la propriété intellectuelle. Les technologies de production de FMHQ et d'amidon sont un bien public, et l'IITA est activement impliqué dans la diffusion de ces informations à travers l'Afrique subsaharienne.

Technologie 10. Pelures à la Production d'Aliments pour le Bétail

Résumé. La transformation des racines de manioc en aliments ou en produits alimentaires riches en amidon génère des quantités massives de pelures qui étaient auparavant considérées comme un déchet. En règle générale, 1 tonne de racines de manioc fraîches produit 200 à 300 kg de pelures, avec un total impressionnant de 40 millions de tonnes de pelures produites chaque année en Afrique subsaharienne. En revanche, les épluchures de manioc peuvent être utilisées comme source d'alimentation et de fibres pour le bétail et les poissons, mais elles sont souvent inutilisées en raison des difficultés de transport, de séchage, de possible contamination par l'aflatoxine et de la mauvaise aptitude au stockage des produits alimentaires résultants. Des équipements simples peuvent être utilisés pour mécaniser la transformation des épluchures de manioc en aliments pour animaux, ce qui permet non seulement d'obtenir un produit vendable, mais aussi de créer des emplois. Cette opportunité crée littéralement un marché pour les pelures fraîches elles-mêmes, positionnant les producteurs de manioc et les fabricants d'aliments comme fournisseurs d'aliments nutritifs pour les animaux. La transformation mécanisée à grande échelle des pelures de manioc en gâteaux humides et en granulés secs présente clairement de nombreuses opportunités de développement commercial à travers l'Afrique partout où le manioc est transformé, et des modèles commerciaux sont disponibles à cette fin. Pour plus d'informations sur ce sujet, contactez Dr. Tunde Adegoke Amole de l'Institut International de Recherche sur l'Elevage (ILRI) par courriel à l'adresse t.amole@cgiar.org.

Description Technique. Des approches de faible technicité pour transformer les épluchures de manioc frais en sources d'alimentation animale sûres et hygiéniques ont été développées. Elles peuvent être alimentées par un groupe électrogène de petite taille et mises en œuvre dans des communautés agricoles à petite échelle avec une connectivité routière et une électrification limitées. A l'aide de râpes et de presses mécanisées, ce traitement permet d'éliminer cinq cents litres d'eau d'une tonne d'écorces fraîches en seulement 30 minutes, et de réduire le temps de séchage des écorces à 6-8 heures au lieu de 2-3 jours pour les méthodes traditionnelles. Les économies importantes de main-d'œuvre et de temps réalisées grâce à ces équipements simples permettent de transformer de grands volumes de pelures de manioc en aliments pour animaux de manière rentable. Grâce à cette technologie, les substances nocives telles que les cyanures et les aflatoxines ne s'accumulent pas dans le tourteau humide final ou les granulés secs, préservant ainsi la santé des animaux et des consommateurs des produits tout au long de la chaîne alimentaire. Les agriculteurs et les transformateurs peuvent organiser un approvisionnement rapide et à faible coût d'épluchures de manioc grâce à des applications de données telles que « Peel Tracker » ; une plateforme de marché virtuelle dans laquelle l'emplacement, la qualité et la quantité de ressources peuvent être partagés. La production d'aliments pour animaux à partir d'épluchures de manioc crée des sources de revenus supplémentaires pour les agriculteurs qui produisent cette culture et fait baisser les prix des ingrédients alimentaires pour les fabricants et les propriétaires de bétail.

Utilisations. La transformation mécanisée simple des épluchures de manioc en aliments pour animaux peut être déployée dans toutes les régions productrices de manioc d'Afrique car elle ne nécessite pas de grandes infrastructures et peut être réalisée par des agriculteurs ayant une formation technique limitée. Les ingrédients alimentaires pour animaux issus des épluchures de manioc peuvent remplacer le maïs et le blé qui sont plus chers, et donc très adaptés aux régions d'Afrique qui souffrent d'une pénurie d'aliments pour animaux

abordables et de haute qualité. Les tourteaux humides, obtenus après un cycle de râpage et de pressage des pelures de manioc, ont une durée de conservation d'une semaine et peuvent être donnés sous forme pure aux bovins, ovins, caprins et les porcins. Les granulés qui ont subi un traitement et un séchage plus complets peuvent être stockés pendant 4 à 6 mois et conviennent à l'alimentation de tous les types de bétail, de volaille et de poisson. Ces aliments à base d'épluchures de manioc de haute qualité peuvent couvrir jusqu'à 40% des besoins alimentaires des porcs, 27% des poules couveuses et 15% des poulets de chair. Les épluchures de manioc sont riches en énergie mais ont des niveaux de protéines relativement faibles, ce qui nécessite que les régimes soient adéquatement complétés avec des protéines brutes, en particulier celles contenant les acides aminés méthionines et lysine disponibles à partir du soja et du maïs.

Composition. La teneur en protéines brutes des aliments pour animaux d'épluchure de manioc est faible, ne s'élevant qu'à 4% à 6% pour la farine humide, 3.1% pour les granulés grossiers et 2.6% pour les granulés fins. Les teneurs en matières grasses brutes des granulés sont faibles à 1.7% mais la teneur en amidon est de 77% à 78%. Il en résulte un aliment riche en énergie qui contient une quantité insuffisante de protéines. Les fractions fines des granulés secs ont une teneur énergétique plus élevée et une teneur en fibres plus faible, tandis que les fractions grossières ont une teneur en énergie plus faible et une teneur en fibres plus élevée. Lorsque le traitement de la peau du manioc est effectué de manière appropriée, les concentrations de cyanure d'hydrogène dans les produits d'alimentation animale tombent en dessous de 10 parties par million (limite tolérable: 100 ppm) et la présence d'aflatoxines est bien inférieure aux 18-20 parties par milliard autorisées. Les tourteaux humides fabriqués à partir d'écorces de manioc contiennent généralement 38% à 42% d'humidité après un cycle de râpage et d'essorage, tandis que les granulés secs devraient avoir 10% à 12% d'humidité avant l'emballage pour assurer un stockage sûr.

Application. Avant le traitement des pelures de manioc, tous les résidus de terre doivent être retirés pour protéger la râpe des dommages et éviter la détérioration des produits alimentaires. Dans un premier temps, les épluchures sont râpées jusqu'à trois fois pour réduire leur granulométrie, puis emballées dans des sacs qui sont placés dans une presse hydraulique pour la déshydratation. Le tourteau humide résultant est laissé dans les sacs pendant la nuit pour fermenter, ce qui provoque la décomposition des cyanures d'hydrogène dans le produit. Dans l'étape suivante, les tourteaux humides sont à nouveau râpés pour réduire davantage la taille des particules, puis tamisés pour séparer les fractions fines et grossières. Les granulés peuvent être séchés à la lumière directe du soleil en étalant le produit en fine couche sur des feuilles de plastique et de métal propres ou sur une dalle de ciment, et en remuant les matériaux à intervalles d'une heure. Les granulés peuvent également être séchés à chaud si besoin est. Dans des environnements plus industriels, ils peuvent être séchés rapidement. Toutes les machines et les zones de traitement doivent être nettoyées hygiéniquement après chaque cycle pour limiter la contamination microbienne, en particulier les champignons producteurs d'aflatoxines. L'élimination des eaux usées de traitement doit être effectuée dans des réservoirs d'infiltration qui évitent que les polluants ne pénètrent dans les eaux de surface.



Commercialisation et Exigences de Démarrage. Des équipements manuels et mécaniques pour préparer des aliments pour animaux à partir d'épluchures de manioc sont disponibles dans le commerce dans tous les pays africains, ce qui permet à cette technologie d'être largement adoptée. La commercialisation de la transformation des épluchures de manioc en aliments pour animaux nécessite plusieurs étapes: 1) sensibiliser les producteurs et les transformateurs de manioc aux avantages de la production d'aliments pour animaux à partir

des déchets d'épluchures de manioc, 2) identifier les équipements et installations de transformation appropriés à l'échelle de transformation des épluchures de manioc envisagées qui correspondent aux volumes de production prévus, 3) adapter les protocoles opérationnels et les plans d'affaires pour la transformation et la commercialisation des produits d'alimentation animale à base d'épluchure de manioc, et 4) adapter les opérations aux différentes formes d'aliments à base d'épluchure de manioc et aux matériaux supplémentaires requis, et étiqueter et commercialiser les produits qui en résultent.

Coût de Production. L'équipement de base requis pour la transformation à petite échelle des épluchures de manioc en aliments pour animaux nécessite un investissement d'environ 3 400 dollars US comprenant une râpe motorisée pour 1 000 \$ US, une presse hydraulique pour 600 \$ US, un pulvérisateur motorisé pour 850 \$ US, un tamis mécanique pour 400 \$ US, et une sécheuse supplémentaire pour 550 \$ US. De plus, un générateur de secours est nécessaire dans les zones où l'alimentation électrique n'est pas fiable. Une fois cet équipement assemblé, le coût total approximatif de production d'une tonne de purée sèche est d'environ 114 dollars US incluant la production de gâteau humide à 20 \$ US, le râpage à 18 \$ US, l'essorage par la presse hydraulique à 6 \$ US, le séchage à 40 \$ US, les coûts de carburant à 17 \$ US, et d'autres coûts divers.

Segmentation de la Clientèle Rentabilité Potentielle. Cette technologie cible les transformateurs d'aliments pour animaux à petite et moyenne échelle opérant dans des zones où se produisent des déchets abondants d'épluchures de manioc et où existe une forte demande d'aliments pour animaux, en particulier là où les aliments actuels sont considérés comme inabordables. Le prix du marché pour une tonne de granulés sec au Nigeria est de 210 dollars US et si sa production coûte 114 dollars US, alors une marge bénéficiaire potentielle de 84% existe. Il s'agit d'une marge assez élevée pour des produits en vrac fabriqués industriellement. Il est donc probable qu'au fur et à mesure que plus de transformateurs sont attirés par le marché, la valeur de la « farine d'épluchures » sera réduite. Dans le même temps, donner à la volaille un régime composé de 50% d'écorces de manioc au lieu de 100% de maïs réduit les coûts d'alimentation de plus de 20%. La substitution du maïs par des épluchures de manioc permet de pallier aux pénuries d'aliments pour animaux en Afrique et, en même temps, d'augmenter les marges bénéficiaires des producteurs de bétail, de volaille et de poisson. De cette façon, l'utilisation des épluchures de manioc est capable de libérer des millions de tonnes de farine de maïs vers la consommation humaine qui est autrement utilisée pour l'alimentation animale; augmentant considérablement la sécurité alimentaire. Lorsque les épluchures de manioc sont exploitées au maximum, il est possible de produire au moins 4 millions de tonnes d'ingrédients d'aliments pour animaux de haute qualité par an en Afrique, pour une valeur d'environ 600 millions de dollars US.

Exigences de Licence. Des certificats phytosanitaires peuvent être exigés pour produire et vendre des aliments pour animaux à base d'écorces de manioc dans de nombreux pays africains. Ces certificats sont basés en partie sur des tests réguliers de détection des aflatoxines. Les technologies de production d'aliments pour animaux à partir d'épluchures de manioc sont un bien public régional facilement disponible et l'Institut international de recherche sur l'élevage les diffuse à travers l'Afrique.

Technologie 11. Unité de Transformation Mobile à Valeur Ajoutée

Résumé. La commercialisation des chaînes de valeur du manioc en Afrique est confrontée à un problème à double tranchant: les agriculteurs situés dans les zones rurales n'ont pas accès au marché pour vendre leurs récoltes en partie à cause des mauvais réseaux de transport, tandis que les transformateurs industriels situés dans les villes connaissent une pénurie de racines fraîches de manioc pour effectuer leurs opérations de transformation. Le secteur rural manque des infrastructures de services publics et de la main-d'œuvre nécessaires pour attirer les investissements dans les usines de transformation. Le manioc étant très périssable et volumineux, le risque de pertes post-récolte et le coût de transport des racines de manioc vers les usines situées dans les zones urbaines sont élevés. Par conséquent, la plupart des usines de transformation du manioc en Afrique subsaharienne ne fonctionnent qu'à une capacité partielle, ce qui empêche tout investissement supplémentaire dans ces usines. Une usine mobile de transformation du manioc (UMTM) a été développée par l'IITA comme une approche d'investissement alternative pour le secteur privé afin d'éviter les problèmes liés aux usines de transformation stationnaires, l'approvisionnement irrégulier et inadéquat en matières premières, le coût élevé du transport des racines fraîches volumineuses vers les usines en ville, et la perte à la fois de la qualité et de la quantité de racines qui arrivent à l'usine. Pour plus d'informations sur ce sujet, contactez Dr. Adebayo Abass de l'IITA par courrier électronique à a.abass@cgiar.org.

Description Technique. Les racines fraîches de manioc se détériorent rapidement en raison de leur forte teneur en humidité et cette sensibilité entraîne des pertes post-récolte importantes de cette culture à travers l'Afrique. Une unité mobile de transformation du manioc (UMTM) spécialement conçue se compose de machines de transformation modernes et d'un générateur d'électricité logé sur un gros camion équipé d'une grue de chargement et d'un équipement de transformation. Ces unités peuvent être modifiées pour la fabrication d'une gamme de produits à base de manioc, notamment des cossettes sèches, du gari de haute qualité, de la farine ou de l'amidon. La configuration et la taille de cet équipement peuvent être adaptées en fonction des volumes de production et des objectifs du marché. La mécanisation de la transformation du manioc rendue possible grâce aux usines mobiles permet d'importantes économies sur les coûts de transport et de main-d'œuvre, et des gains importants dans l'efficacité de la transformation des matières premières en produits finis, y compris une réduction des déchets provenant de l'épluchage (voir Technologie 9). Des conceptions de taille moyenne disponibles transforment jusqu'à huit tonnes de racines fraîches de manioc par jour en cossettes sèches, et les unités de production de gari peuvent transformer 2.5 tonnes de racines fraîches chaque jour en produit torréfié. La qualité des aliments et des produits industriels à base de manioc qui sont fabriqués par des unités mobiles est très comparable à celle de la transformation stationnaire et traditionnelle, et est acceptable pour les consommateurs.

Utilisations. Les unités mobiles de transformation du manioc sont parfaitement adaptées aux régions productrices de manioc dotées d'infrastructures routières médiocres qui nuisent à la fiabilité de la livraison des racines fraîches, ainsi qu'aux régions où l'approvisionnement en électricité des usines est irrégulier, deux facteurs qui limitent le rendement des produits alimentaires. Cette situation touche une majorité de petits producteurs de manioc à travers l'Afrique qui vivent dans des zones peu peuplées. La configuration de l'équipement de ces unités de transformation mobiles peut être facilement ajustée aux conditions et objectifs

spécifiques, ce qui permet d'apporter des solutions mécanisées pour la fabrication de produits à base de manioc à un nombre accru de communautés productrices de manioc.

Composition. Une variété d'équipements de base et auxiliaires sont installés sur les unités mobiles de transformation du manioc, notamment un broyeur, une râpe, une presse, un séchoir, un tamis et un torrificateur, la configuration spécifique étant adaptée au volume de production et aux produits finis souhaités. Par défaut, des systèmes de séchage solaire sont inclus pour la plupart des utilisations éloignées, mais un séchoir instantané peut être ajouté pour augmenter la quantité et la qualité des produits traités. Les générateurs d'électricité alimentés au diesel peuvent également être remplacés par des technologies renouvelables telles que des panneaux solaires et des batteries de stockage, ou des unités de biodigester ou de gazéification installées pour l'utilisation des pelures de manioc.



Usine mobile de transformation du manioc fabriqué en Nigeria

Application. L'UMTM peut être conduite à la ferme ou au point de collecte où les produits sont récoltés et commercialisés, ou placé sur des sites de transformation existants, et peut également être déplacé entre différents endroits en fonction des calendriers de récolte. Cette stratégie décentralisée de transformation du manioc peut être reliée à un système attractif de contrats à terme qui offre aux agriculteurs un marché garanti. Toutes les étapes de transformation des racines de manioc en produits de haute qualité réalisées dans des unités mobiles conteneurisées sont les mêmes que dans une grande usine. Une fois que les cossettes sèches, les cossettes ou la farine sont produits dans les zones rurales, ils peuvent être transportés plus facilement, après quoi ils peuvent être vendus sur les marchés pour la consommation directe, ou fournis aux industries alimentaires pour la fabrication de pain, de boissons, de matériaux d'emballage, de cosmétiques et bien d'autres produits.

Commercialisation et Exigences de Démarrage. L'équipement pour la construction d'une UMTM est disponible dans le commerce dans la plupart des pays africains et l'approche a un potentiel commercial bien qu'actuellement cette technologie existe en tant qu'activité pilote. Les étapes générales requises pour développer une entreprise UMTM comprennent: 1) sensibiliser les transformateurs de manioc sur les avantages des unités mobiles pour

réduire les pertes post-récolte et augmenter l'accès au marché, 2) identifier la configuration et la taille appropriées d'une usine de transformation mobile, 3) établir un approvisionnement fiable de racines de manioc de qualité en établissant des contrats et des calendriers de livraison pour les agriculteurs, et 4) fournir des prêts pour permettre aux parties intéressées de construire et d'exploiter ces unités mobiles.

Coût de Production. L'investissement en capital pour une unité de transformation mobile de taille moyenne produisant des cossettes sèches est d'environ 47 000 \$ US. Lorsqu'il est mis en place pour la production de gari, cela augmente à 53 000 \$ US. Près de la moitié de ce coût fixe correspond à l'achat d'un camion sur lequel l'équipement est installé. L'hypothèse est que la mobilité de l'installation compense son coût d'investissement plus élevé. L'investissement initial fournit une unité mobile qui a la capacité de transformer jusqu'à 48 tonnes de racines fraîches par semaine en farine ou cossette d'amidon de haute qualité d'une valeur de 5 600 \$ US. Parmi les principales dépenses d'exploitation des usines mobiles figurent les salaires du personnel qualifié pour faire fonctionner l'usine et le carburant diesel pour le transport et la production d'électricité. Le séchage du produit à base de manioc est un coût majeur dans la chaîne de transformation, nécessitant soit de la main-d'œuvre pour la dessiccation à la lumière directe du soleil, soit comme combustible pour le séchoir instantané.

Segmentation de la Clientèle et Rentabilité Potentielle. Cette technologie est destinée aux investisseurs à la recherche de nouvelles opportunités dans la transformation du manioc, notamment les associations de producteurs et les transformateurs privés de manioc. Les unités mobiles de transformation offrent aux producteurs de manioc des communautés isolées la possibilité de vendre plus de leurs produits et de gagner plus d'argent tout en utilisant moins de main-d'œuvre ou d'argent pour le transport. Un projet pilote avec des unités de transformation de taille moyenne au Nigeria a constaté que les revenus nets annuels après déduction des coûts d'exploitation et des taxes, s'élèvent à 78 000 dollars US pour la production de cossettes sèches et 84 000 dollars US pour la production de gari, réalisant un retour sur investissement d'environ 155% en trois ans. L'introduction de la transformation décentralisée du manioc incite en outre les agriculteurs à planter et à récolter davantage de manioc chaque année en raison de la certitude du prix et de la demande, et dans un cas au Nigeria, cela a conduit à une multiplication par 2.6 des racines récoltées sur une période de cinq ans. L'amélioration de la production de farine et d'amidon de manioc de haute qualité qui peut être réalisée dans les zones rurales d'Afrique avec des unités de transformation mobiles permet de remplacer les céréales importées à coût élevé et d'augmenter ainsi la compétitivité des entreprises.

Exigences de Licence. La transformation du manioc avec des unités mobiles doit être conforme aux réglementations et normes nationales de fabrication de produits alimentaires et non alimentaires afin d'accéder de manière fiable aux marchés. L'UMTM a été conceptualisée, conçue et construite comme un bien public régional et l'Institut International d'Agriculture Tropicale est responsable de sa diffusion en Afrique.

Technologie 12. Application « Cassava Business Connector »

Résumé. La chaîne de valeur du manioc se caractérise par de graves lacunes en matière de communication entre les acteurs de la chaîne de valeur, ce qui entraîne un faible lien avec le marché. Les producteurs ne connaissent souvent pas les acheteurs, et vice versa. Ce faible lien avec le marché crée souvent un écart artificiel entre l'offre et la demande, et parfois des surabondances inutiles. La résolution de ce problème nécessite une intégration efficace des acteurs de la chaîne de valeur pour améliorer la communication et la coordination, et requiert aussi une plus grande visibilité des producteurs, des fournisseurs d'intrants, des transformateurs et des utilisateurs finaux. Les procédures conventionnelles utilisées pour la promotion de la chaîne de valeur sont un processus coûteux et long, et elles aboutissent souvent à la création de liens commerciaux pour un produit ou des élites économiques spécifique. Le « Cassava Business Connector » est une innovation numérique pour l'intégration de la chaîne de valeur du manioc afin d'améliorer l'accès au marché. L'application crée des réseaux de chaînes de valeur virtuelles qui permettent une intégration transparente entre les liens du marché, dans le but ultime d'améliorer les opportunités génératrices de revenus équitables pour tous. Pour plus d'informations sur cette application, contactez Dr. Adebayo Abass de l'IITA par email à a.abass@cgiar.org.



Environnement des Affaires

S'engager dans une gamme complète d'activités commerciales nécessaires pour mettre sur le marché vos produits ou services, y compris la production, la transformation, la commercialisation et l'approvisionnement



Utilisateurs Vérifiés

Interagir et communiquer avec des personnes réelles et en temps réel et en bâtir de solides relations d'affaires



Analyse réelle

Accéder à des chiffres et données actualisés sur vos affaires, explorer vos cibles et ventes avec des vues fascinantes

Description Technique. Le Cassava Business Connector est une application TIC disponible via le lien <http://taat-cbc.org> qui est utile pour cartographier et enregistrer diverses parties prenantes, y compris les producteurs, les collecteurs, les transformateurs, les fournisseurs de services et autres afin de créer une plateforme virtuelle dans chaque pays. Ce système facilite le suivi de l'état en temps réel, la communication, la coordination des informations et les

décisions de gestion. Il permet la création d'une base de données ou d'un référentiel d'activités et d'enregistrements. Il permet la collecte, la soumission et l'accès aux données numériques à l'aide d'un smartphone ou de tout appareil connecté à Internet. Il comprend un puissant outil de navigation cartographique pour un accès facile à d'autres acteurs pour des produits ou des informations. Il comporte un système d'alerte et des fonctionnalités publicitaires pour partager des informations sur les produits et établir des liens directs avec les utilisateurs disponibles sur la plateforme.

Utilisations, Composition et Application. Le Cassava Business Connector aide à la coordination des flux des matières premières des champs aux utilisateurs finaux, permet un suivi décentralisé de la production, l'échange d'informations en temps réel entre les utilisateurs et offre des comptes sécurisés à chaque utilisateur. Les utilisateurs individuels sont protégés par un login et un mot de passe pour la sécurité de leurs informations. L'application Web Cassava Business Connector implique la construction d'une base de données des acteurs de la chaîne de valeur, des produits, des services, de la géolocalisation, de la quantité, de la qualité, de la certification, du prix, de la date de disponibilité et autres informations sur le marché. En règle générale, les utilisateurs fournissent des informations sur le marché et accèdent à la base de données en ligne via des ordinateurs ou des smartphones à tout lieu et interagissent à tout moment avec d'autres acteurs de la chaîne de valeur enregistrés sur la plateforme. Cette application numérique offre une large gamme d'informations sur les produits et services à toutes les parties prenantes.

Commercialisation et Exigences de Démarrage. Le CBC est disponible partout et est actuellement actif dans huit pays d'Afrique subsaharienne. Comme d'autres applications numériques, Cassava Business Connector exige que les utilisateurs s'enregistrent et se familiarisent avec son utilisation comme suit: 1) enregistrement via un dispositif TIC pour accéder aux liens du marché et à d'autres informations, et 2) saisie et extraction d'informations de l'application selon les besoins.

Coût de Production, Segmentation de la Clientèle et Exigences de Licence. L'application est téléchargée et utilisée gratuitement. L'application est disponible et utile à tous les acteurs de la chaîne de valeur du manioc. Il n'y a pas d'exigences de licence pour l'utilisation de Cassava Business Connector, mais les utilisateurs doivent s'enregistrer et il est géré par l'IITA comme un bien public régional.



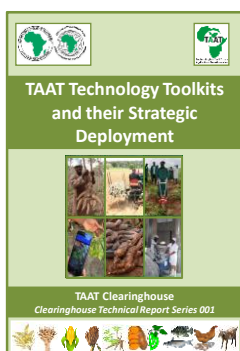
Conclusions

Ce catalogue offre une grande variété d'options pour moderniser la production et la transformation du manioc en Afrique. Il identifie des moyens d'améliorer le rendement et la valeur nutritionnelle de cette importante plante-racine, et de cultiver des variétés qui résistent à la sécheresse et aux maladies. Il offre de meilleures options pour la multiplication végétative de ces nouvelles variétés, en particulier en cultivant du matériel de plantation dans des conditions sans vecteur, à la fois en conditions contrôlées et en plein terrain. Il fait progresser la production au champ en signalant l'importance de la culture mécanisée et d'une meilleure nutrition minérale à partir d'engrais spécialement mélangés. Il ne présente pas les récentes percées dans la gestion des parasites et des mauvaises herbes du manioc et sa culture intercalaire avec des légumineuses, qui seront ajoutées au catalogue avec le temps. Les épluchures de manioc sont également décrites comme un élément précieux des aliments pour animaux. Plusieurs autres options pour ajouter de la valeur aux racines de manioc sont proposées. Bien que le manioc soit un aliment humain important, il peut également être transformé en une grande variété de produits et la préparation de farine et d'amidons industriels de haute qualité est présentée comme un moyen d'introduire le manioc africain dans le commerce mondial.

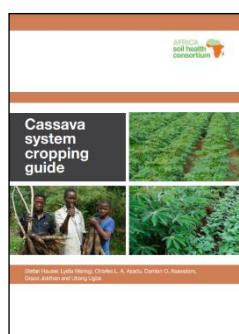
Ce catalogue a été préparé en pensant à une variété d'utilisateurs, qu'ils soient producteurs, agents de développement agricole ou investisseurs du secteur privé. Les agriculteurs peuvent utiliser bon nombre de ces éléments du catalogue comme directives de production. Ceux du secteur public peuvent utiliser le catalogue dans son entièreté et concevoir des projets agricoles impliquant le manioc autour de sa boîte à outils de technologies modernes. Les membres du secteur privé, y compris les vulgarisateurs, les fabricants d'intrants, les transformateurs et les investisseurs bénéficient également du contenu de ce catalogue. En effet, le Bureau de Coordination Technique du Programme des Technologies pour la Transformation de l'Agriculture Africaine souhaite recevoir des commentaires sur son contenu.



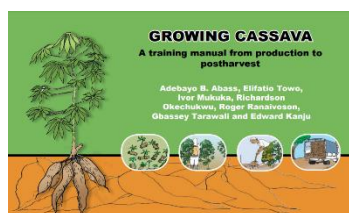
Sources d'Information



TAAT Clearinghouse. 2018. **TAAT Technology Toolkits and their Strategic Deployment**. Clearinghouse Technical Report Series 001, Technologies for African Agricultural Transformation, Clearinghouse Office, Cotonou, Benin. 18 pp.



Stefan Hauser, Lydia Wairegi, Charles L. A. Asadu, Damian O. Asawalam, Grace Jokthan and Utiang Ugbe (2014). **Africa Soil Health Consortium: Cassava cropping guide**. CAB International, Nairobi, Kenya. 64 pp.



Adebayo B. Abass, Elifatio Towo, Ivor Mukuka, Richardson Okechukwu, Roger Ranaivoson, Gbassey Tarawali and Edward Kanju (2014). **Growing Cassava. A training manual from production to postharvest**. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. 29 pp.

Remerciements

Ce catalogue de boîtes à outils technologiques TAAT est le résultat d'un mélange unique de deux efforts parallèles ; le Programme de technologies pour la transformation de l'agriculture en Afrique (TAAT) et la Plateforme de produits pour les solutions agricoles (ProPAS). Dries Roobroeck et Paul L. Woomer du Bureau de Coordination Technique du TAAT ont compilé ce catalogue. Adebayo Abbass est le leader du TAAT Cassava Compact et lui et son équipe font progresser les technologies présentées dans ce catalogue à travers l'Afrique. Caroline Akinyi et Phaniel Ayuka ont aidé à la construction du site Internet ProPAS (voir <http://propas.iita.org/>) et leurs efforts ont été supervisés par Bernard Vanlauwe, Tony Omwansa et Olatunbosun Obileye de l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA). Le Bureau de Coordination Technique du TAAT est financé par la Fondation Bill et Melinda Gates et le programme TAAT, y compris son Compact manioc, 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/>.

TAAT, Votre Courtier Technologique de Choix

TAAT offre ses services pour l'avancement de l'agriculture modernisée. Il propose un large éventail de technologies nécessaires telles que représentées dans ce catalogue et les regroupe à travers un processus de co-conception en solutions gagnantes. Il reconnaît que l'agriculture modernisée est destinée à être le principal moteur de la croissance économique dans les zones de production de manioc en Afrique. Le changement vise non seulement à assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle, mais aussi à répondre à l'augmentation du commerce et à l'amélioration de la qualité de l'environnement, permettant aux efforts de collaboration de mieux combiner les intérêts mondiaux, nationaux et communautaires. TAAT opère à partir d'une perspective unique pour mobiliser des solutions innovantes grâce à un meilleur partenariat qui comprend un courtage technologique honnête et un développement des compétences efficace et évolutif par le biais de cinq mécanismes clés.

- Compréhension unique : une expertise est offerte dans les domaines de la caractérisation des systèmes agricoles, de l'identification des problèmes et de la priorisation des investissements.
- Solutions innovantes : Un leadership est fourni en matière de courtage technologique et de regroupement de solutions sur la base d'un portefeuille dynamique de technologies candidates.
- Un meilleur partenariat : Une assistance est offerte pour une meilleure co-conception et la gestion de projets favorisant la transformation de l'agriculture.
- Approches reproductibles : une assistance est disponible pour faire progresser les compétences en courtage technologique et en gestion de projet grâce à une formation personnalisée des formateurs.
- Courtage honnête : une capacité indépendante d'évaluation d'impact et d'apprentissage constructif est obtenue grâce à un suivi - évaluation standardisé.

Ces mécanismes de partenariat s'appliquent aux technologies présentées dans ce catalogue comme suit:

1. **Variétés améliorées de manioc.** Les derniers progrès en matière de gonflement des racines, de teneur en amidon, de biofortification nutritive et de tolérance aux virus des centres de sélection sont transférés par TAAT aux autorités nationales pour test et approbation. Alternativement, la dissémination directe de variétés importées aux agriculteurs peut être organisée pour répondre rapidement à l'insécurité alimentaire et aux nouveaux ravageurs émergents. Nous soutenons également la sensibilisation des parties prenantes aux avantages des variétés améliorées et à leur adéquation à des zones de culture particulières. *Ces services sont fournis par TAAT via son partenaire IITA.*
2. **Systèmes semenciers de haute qualité et résilients.** Des mécanismes sont mis en place pour accélérer la multiplication et la livraison de variétés de manioc d'élite via le groupage communautaire des boutures et des systèmes hydroponiques commerciaux. Au centre de ces interventions se trouvent des accords de transfert de technologie et des techniques de production à faible coût pour le matériel végétal qui permettent aux agriculteurs d'accéder à de nouvelles lignées améliorées dans un court

laps de temps. Une assistance est fournie pour identifier les besoins en infrastructures et en renforcement des capacités dans une zone cible spécifique, et pour organiser des formations axées sur l'opportunité, la qualité et la résilience du système semencier. *Ces services sont assurés par TAAT via son partenaire IITA.*

3. **Meilleures pratiques agronomiques et conseil intégré.** Les innovations liées aux régimes d'engrais et à la gestion des mauvaises herbes sont encouragées, ce qui améliore la productivité et l'efficacité de la culture du manioc. TAAT reconnaît également que les producteurs à petite échelle et commerciaux examinent plusieurs facteurs en même temps plutôt qu'un seul élément pour parvenir à une production rentable et stable. Pour cette raison, des conseils sont proposés sur la manière dont les technologies recoupent différents objectifs et peuvent être regroupées pour moderniser la chaîne de valeur des produits de base dans son ensemble. TAAT aide à développer une perspective de systèmes alimentaires plus avancés pour le déploiement de variétés biofortifiées et de technologies de gestion associées qui sont nécessaires pour améliorer la santé des cultures, des animaux et des personnes. *Ces services sont fournis par TAAT à travers son partenaire IITA.*
4. **Valeur ajoutée axée sur le marché.** L'agriculture, l'alimentation, la nutrition et le commerce sont désormais unifiés dans la perspective commune des systèmes agricoles après avoir été fragmentés en disciplines individuelles pendant de nombreuses années. Il est donc extrêmement important que les efforts visant à augmenter les rendements des cultures soient associés au déploiement de technologies de transformation afin que les marchés nationaux puissent concurrencer les importations d'aliments de qualité supérieure. À cette fin, TAAT défend les innovations qui permettent aux communautés rurales de produire des ingrédients de qualité supérieure et stables à la conservation pour l'alimentation humaine (c'est-à-dire de la farine de haute qualité), des processus industriels (c'est-à-dire de l'amidon) et des aliments pour animaux (c'est-à-dire de la purée à partir de pelures) à l'échelle locale sans avoir besoin de gros investissements en capital. Une expertise et une formation pratique sur les technologies à valeur ajoutée sont proposées et se concentrent sur leurs synergies avec la production, la résilience, le genre et les marchés. *Ces services sont assurés par TAAT à travers ses partenaires IITA et ILRI.*

Soyez assuré que TAAT est prêt à s'associer avec des investisseurs de développement, des projets nationaux et le secteur privé en fonction de la demande; toujours dans un esprit de participation à la co-conception et à la mise en œuvre collaborative de solutions qui font avancer la modernisation de l'agriculture africaine.

Technologies pour la Transformation Agricole en Afrique (TAAT) et son Bureau de Coordination Technique

L'objectif de développement de TAAT est d'élargir rapidement l'accès des petits agriculteurs aux technologies agricoles à haut rendement qui améliorent leur production alimentaire, assurent la sécurité alimentaire et augmentent les revenus ruraux. Cet objectif est atteint en fournissant des biens publics régionaux pour une mise à l'échelle rapide des technologies agricoles dans des zones agro-écologiques similaires. Ce résultat est obtenu grâce à trois mécanismes principaux; 1) créer un environnement propice à l'adoption de la technologie par les agriculteurs, 2) faciliter la livraison efficace de ces technologies aux agriculteurs grâce à une infrastructure régionale de livraison de technologie structurée et 3) augmenter la production et la productivité agricoles grâce à des interventions stratégiques qui incluent des variétés de cultures et des races animales améliorées, en accompagnant bonnes pratiques de gestion et campagnes vigoureuses de sensibilisation des agriculteurs au niveau des pays membres régionaux (PMR). 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 Bureau de Coordination Technique est l'organe au sein de TAAT qui décide quelles technologies doivent être diffusées. De plus, il est chargé de guider le déploiement de technologies agricoles éprouvées à l'échelle d'une manière commercialement durable grâce à l'établissement de partenariats qui donnent accès à l'expertise requise pour concevoir, mettre en œuvre et suivre l'avancement des campagnes de diffusion des technologies. De cette façon, le Bureau de Coordination Technique est essentiellement une plateforme d'incubation de transformation agricole, visant à faciliter les partenariats et à renforcer les programmes nationaux de développement agricole pour atteindre des millions d'agriculteurs avec des technologies agricoles appropriées.

Dr. Innocent Musabyimana, Chef du Bureau de Coordination Technique du TAAT

Crédit Photographique de la Couverture Arrière: Cette planteuse de manioc mécanisée à deux rangs aide à briser le goulot d'étranglement de la main-d'œuvre qui sape la production à grande échelle de manioc. Crédit photo: IITA Stock Pictures.



Catalogue de la Boîte à Outils des Technologies sur le Manioc



En collaboration avec

