

Protection et réhabilitation des Sols dégradés pour améliorer la sécurité alimentaire (ProSOL)

MANUEL DE FORMATION DES CONSEILLERS AGRICOLES SUR L'ITINÉRAIRE TECHNIQUE DE PRODUCTION DURABLE DU MANIOC



CONSULTANTS :

Consultant principal : Dr Innocent Nanoukon DOSSOU AMINON ; Spécialiste des Ressources Phytogénétiques, Amélioration des Plantes et Production de semences ; **Tel : (+229) 96 10 98 40 ;**
Email : inados2000@gmail.com

Consultante associée : Mme Lidia DANDEDJROHOUN; Ingénieur Agronome ;
Experte en Gestion Durable des Terres ; **Tel : (+229) 97 19 95 83 ;**
Email : l.dandedjrohoun@gmail.com

19 au 21 Juillet 2022

CONTENU

Introduction

Module 1 : Choix du site, préparation du sol et manipulation de la tige de manioc pour accroître le rendement

- 1.1. Contexte
- 1.2. Choix du site
- 1.3. Préparation du sol
- 1.4. Choix de la variété
- 1.5. Préparer des tiges de manioc saines pour la plantation
- 1.6. Comment planter des boutures de manioc
- 1.7. Comment produire de grandes quantités de tiges de manioc
- 1.8. Synthèse

Module 2 : Technologies sans intrants **externes pour augmenter le rendement de la production de manioc**

- 2.1. Zéro intrant
- 2.2. Comment utiliser les technologies sans intrants pour obtenir de bons rendements
- 2.3. Qualités des variétés améliorées de manioc
- 2.4. ~~Culture associées de manioc sans apport d'intrants~~
- 2.5. Comment augmenter le rendement sans acheter d'intrants améliorant les éléments nutritifs du sol
- 2.6. Synthèse

Module 3 : Pratiques de lutte contre les mauvaises herbes dans la production de manioc

- 3.1. Mauvaises herbes habituellement trouvées dans les champs de manioc
- 3.2. Quand et comment contrôler les mauvaises herbes
- 3.3. Contrôle chimique
- 3.4. Quand et comment appliquer des produits chimiques
- 3.5. Conseils pour une lutte chimique efficace contre les mauvaises herbes
- 3.6. Groupes de contrôle des mauvaises herbes
- 3.7. Synthèse

Module 4 : Mécanisation rentable de la production de manioc

- 4.1. Justification
- 4.2. Pratiques de mécanisation et d'exploitation agricoles rentables
- 4.3. Machines disponibles pour la production commerciale de manioc de petite à moyenne échelle
- 4.4. Synthèse

Module 5 : récolte

- 5.1. Quand récolter
- 5.2. Comment récolter le manioc
- 5.3. Transport des racines de manioc
- 5.4. Stockage des racines de manioc
- 5.5. Synthèse

Module 6 : Opérations de traitement des racines et machines adaptées

- 6.1. Pourquoi le manioc est-il traité?
- 6.2. Opérations de traitement du manioc
- 6.3. Points forts

Conclusion

Références

ANNEXE: Fiche techniques de variétés de manioc les plus indiquées dans la fabrication de farine panifiable.

INTRODUCTION

Le manioc est le premier ou le deuxième aliment de base le plus important dans de nombreux pays d'Afrique subsaharienne. Les pratiques de production et de transformation du manioc restent en grande partie des pratiques habituelles dans la plupart des pays producteurs. Malgré le potentiel élevé de sa production, sa transformation et commercialisation, sa capacité d'exportation et son utilisation dans les industries locales pour réduire les dépenses d'importation de produits de substitution importés reste encore faible. La plupart des producteurs de manioc ne connaissent pas les technologies modernes et durables disponibles pour la culture et la transformation du manioc ou n'ont pas la capacité de les utiliser.

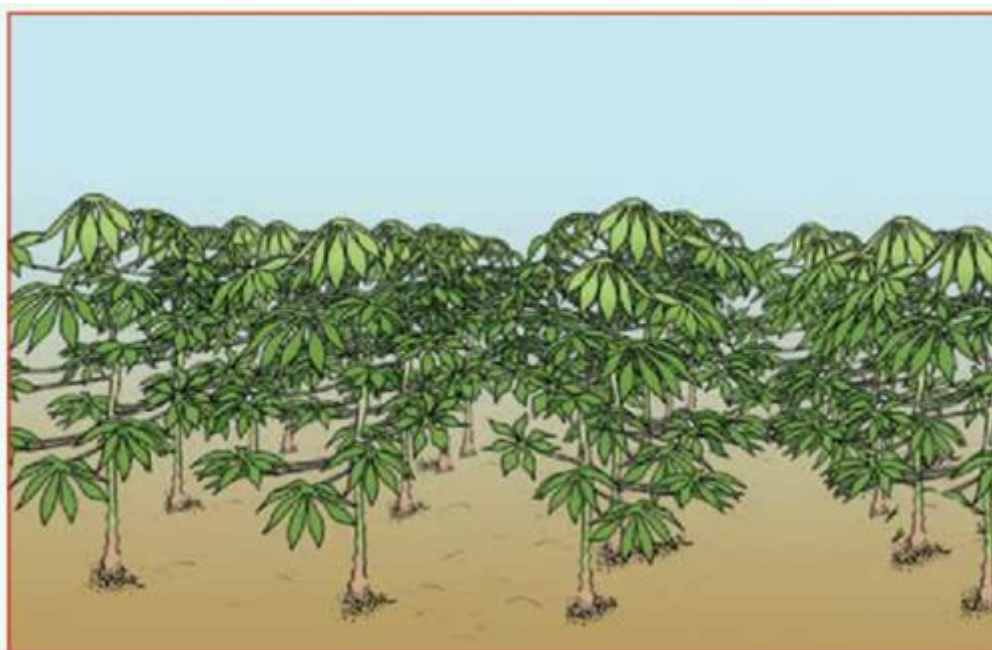


Figure 1 : Champ de manioc

Bien que de nouveaux cultivateurs de manioc commerciaux et de taille moyenne commencent à émerger dans certains pays producteurs de manioc, tels que la RDC, le Ghana et le Nigeria, la plupart d'entre eux n'utilisent que certaines techniques modernes disponibles ou récemment développées qui peuvent accroître l'efficacité de la culture du manioc. L'incapacité à utiliser les technologies modernes durables de manière globale ou consolidée pour les opérations de culture et de transformation du manioc réduit les chances de maximiser les profits.

Il y a également une pénurie de spécialistes de la production de manioc, d'experts de l'agroalimentaire, de la transformation et des experts en agro-industrie pour conseiller les agriculteurs, les transformateurs, les assembleurs de produits et les autres acteurs de la chaîne

de valeur. Le manque de conseils techniques entrave la capacité des petits et moyens agriculteurs d'améliorer l'efficacité de la chaîne de valeur et la rentabilité de leurs entreprises de manioc. Cela contribue à l'incapacité de la plupart des agriculteurs de gérer la production de manioc en tant qu'entreprise et empêche les transformateurs de passer des méthodes de transformation rudimentaires traditionnelles aux entreprises de transformation mécaniques, à forte capacité, efficaces et rentables. Par conséquent, les acteurs de la chaîne de valeur du manioc en Afrique ne sont pas suffisamment compétitifs pour participer au marché mondial.

Ce manuel de formation a été élaboré sur la base des résultats de la recherche et des expériences de terrain d'experts en développement de la chaîne de valeur du manioc. Il fournit un ensemble consolidé et pertinent d'informations technico-commerciales présentées avec de simples dessins annotés expliquant l'utilisation progressive de techniques et d'outils améliorés pour la production, la manipulation, la transformation, le stockage, l'assurance qualité et la commercialisation du manioc.

Le manuel sera utile aux agriculteurs, aux transformateurs, aux commerçants, aux agents de vulgarisation et aux autres experts qui soutiennent la commercialisation du manioc. L'utilisation de ce manuel par les acteurs de la chaîne de valeur améliorera leurs connaissances et leurs capacités pour améliorer l'efficacité de leurs opérations liées au manioc et pourra accroître leur rentabilité.

MODULE 1 : CHOIX DU SITE, PREPARATION DU SOL ET MANIPULATION DE LA TIGE DE MANIOC POUR ACCROITRE LE RENDEMENT

1.1. Contexte

Le manioc se propage par boutures et par graines. Ces boutures doivent être manipulées correctement pour une bonne germination et un bon établissement. Dans ce module, nous examinons les meilleures pratiques de manipulation des tiges pour accroître le rendement.

1.2. Choix du site

Le manioc est cultivé sur des sols extrêmement variés ; sols ferralitiques, ferrugineux. Il préfère des sols bien drainés, profonds et de texture sablo-argileuse ou sablo-limoneuse. Il supporte mal les sols hydro-morphes (gorgés d'eau et mal drainés), car ils peuvent provoquer des engorgements. Le manioc est sensible aux engorgements et les sols trop lourds ne permettent pas aux racines de bien se développer.

1.3. Préparation du sol

Si le sol est meuble, profond et bien drainé, un labour minimum (labour superficiel) est suffisant. Dans ce cas, le manioc peut même être planté à plat puisque la structure du sol peut favoriser le développement des racines. Si le sol est trop léger, il est conseillé de faire les billons pour éviter que les racines se dénudent. Au cas où la parcelle se retrouve en bas de pente avec la possibilité que le sol retienne de l'eau, la confection des buttes ou monticules ou encore crêtes est conseillée pour éviter que les racines se développent dans l'eau.

Lorsque le terrain est en pente, orienter le labour de façon perpendiculaire à la pente avec des billonnages imbriqués pour éviter les effets de fortes pluies qui emportent les billons. En cas de buttage, positionner les buttes en quinconce pour ralentir le ruissellement de l'eau. Il est aussi conseillé d'enfouir les résidus de récolte lors du labour ou d'enrichir le sol en matière organique pour faciliter l'ameublissement de la surface du sol.

1.4. Choix de la variété

Les variétés de manioc appropriées pour la production durable doivent prendre en compte:

- Les préférences/ habitudes des consommateurs : Les meilleures variétés de manioc sont celles que les consommateurs préfèrent (chair blanche, bonne qualité à la cuisson, bon goût, saine, bonne qualité nutritionnelle, moins de fibre).

- L'adaptabilité aux multiples usages. Pour réduire les importations de la farine de blé et faire face aux conséquences de la guerre russo-ukrainienne, les variétés panifiables doivent être privilégiées pour que les racines soient directement consommées ou bien transformées en farine pour produire le pain (exemple des variétés RB05809 et RB-CONA84)
- La bonne adaptation aux conditions locales/climatiques. Celles qui poussent vite avec un bon rendement (variété précoce : dont les racines tubulaires gonflent très vite et prêtes à être récoltées après 10 mois.) et qui résistent aux poches de sécheresse.
- La résistance aux mauvaises herbes locales, aux nuisibles et aux maladies. Les variétés qui étouffent mieux les mauvaises herbes et résistent aux maladies et aux nuisibles
- L'habilité à être stocké dans le sol. Les variétés capables de conserver leur tubercule longtemps et dans de bonnes conditions après être arrivé à maturité sont préférables.

1.5. Préparer des tiges de manioc saines pour la plantation

- Obtenir des tiges à planter à partir de plantes matures âgées de 10 à 12 mois.
- Prélever les tiges robustes, saines sans symptômes d'attaque de maladie et présentant beaucoup de nœuds.
- Conservez-les à l'ombre pendant 2 à 5 jours (jamais plus de 2 semaines) avant la coupe et la plantation. Cela fait germer les tiges plus rapidement que quand ils sont plantés fraîchement coupés du champ.
- Les tiges doivent être stockées verticalement sur le sol à l'ombre. L'extrémité distale des tiges doit toucher le sol, qui est humidifié régulièrement, l'environnement restant exempt de mauvaises herbes (Figure 2).

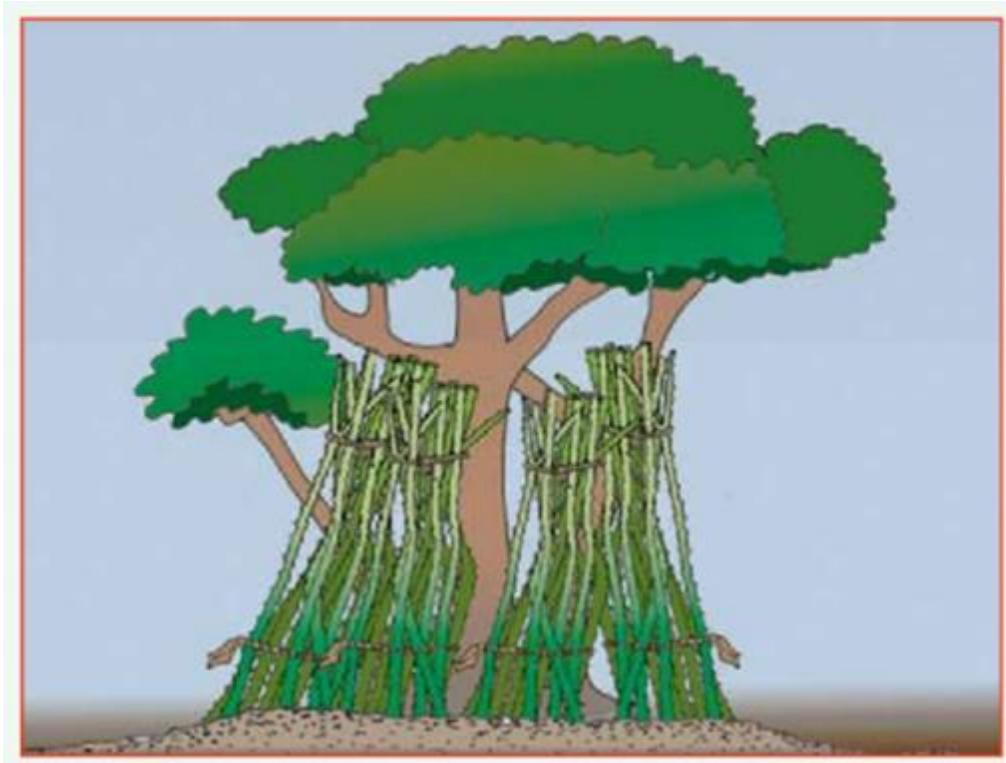


Figure 2 : Tiges de manioc stockées à l'ombre sous arbre

- Manipulez les tiges avec précaution pour ne pas détruire les nœuds pouvant entraîner des pertes. Ne faites pas de surfaces coupées irrégulières et ne gardez pas les tiges à l'air libre (entraînant un séchage) (Figure 3).
- Coupez les tiges avec des outils tranchants, de préférence des sécateurs, en boutures de 25 cm à **5–7 nœuds** (Figure 4).

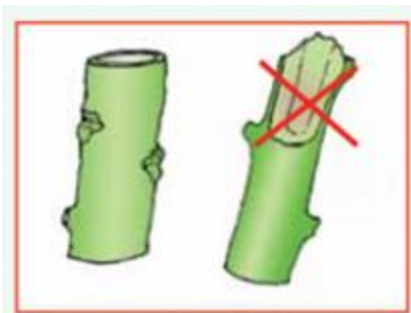


Figure 3 : Évitez de détruire les nœuds et les coupes irrégulières

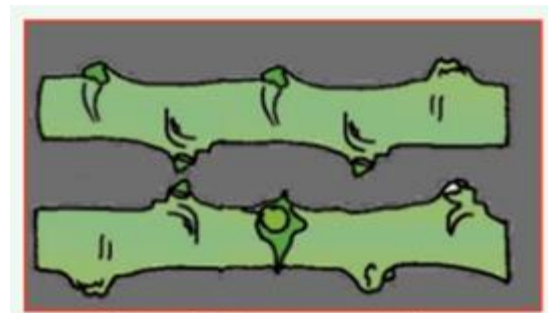


Figure 4 : Boutures de manioc à bout franc

1.6. Comment planter des boutures de manioc

- Les boutures de manioc peuvent être plantées dans une position inclinée ou angulaire (45°). Dans ce cas, les boutures sont enfouies dans le sol à un tiers de la surface du sol. Assurez-vous que les bourgeons sont dirigés vers le haut. C'est là que les boutures

germent (Figure 5a). Le semis oblique favorise le regroupement des racines dans un même secteur et implique ensuite un regroupement des tubercules qui facilite la récolte.

- Les boutures peuvent également être plantées dans une position horizontale dans laquelle les boutures sont complètement enfouies dans le sol sur une profondeur de 5 cm (Figure 5b).

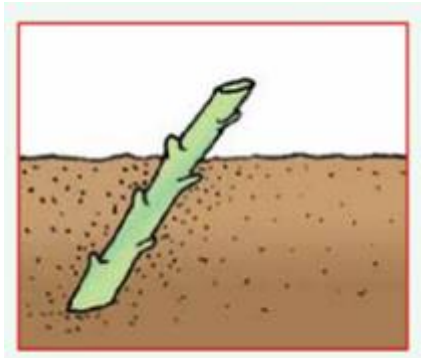


Figure 5a. Plantation à 45°

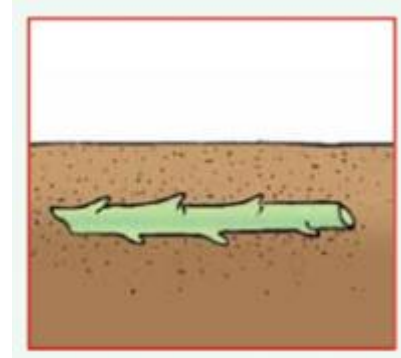


Figure 5b. Planter horizontalement

- Plantez les boutures à un espacement de 1 m × 1 m sur la crête des crêtes ou des monticules, comme cela est généralement recommandé. Cela donnera une population de plantes de 10 000 peuplements / ha.
- Une plantation verticale ou angulaire est recommandée dans les zones de fortes précipitations
- La plantation horizontale est préférable dans les zones sèches.

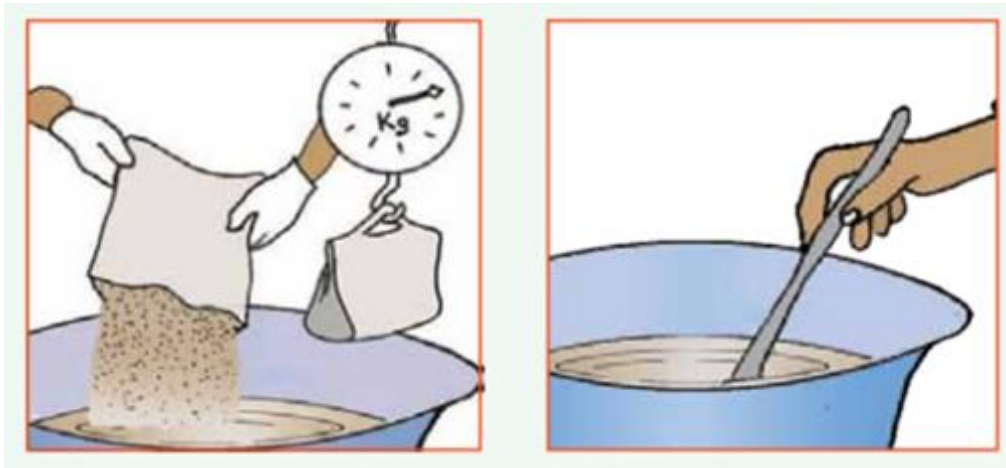
1.7. Comment produire de grandes quantités de tiges de manioc

Une technique de multiplication rapide peut être utilisée pour produire de grandes quantités de tiges de manioc comme matériel de plantation pour les saisons suivantes.

- Sélectionnez et utilisez des tiges de manioc améliorées, saines et exemptes de parasites / maladies.
- Coupez les tiges en plusieurs piquets à 2 ou 3 nœuds à l'aide d'un sécateur, d'un couteau tranchant, d'une machette ou d'une machine à couper les pieux.

Enjeux de la multiplication rapide dans une pépinière utilisant du manioc à 2 nœuds:

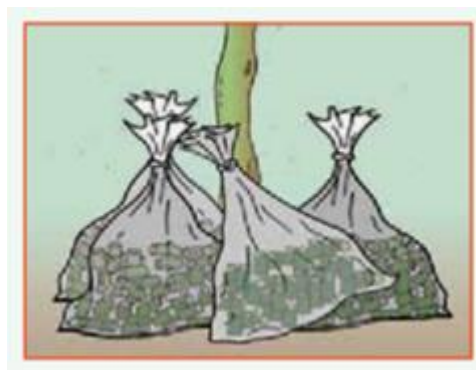
Étape 1: Traitez les piquets avec les bio-pesticides (insecticides ou fongicides) disponibles en mesurant les quantités dans un récipient, ajoutez de l'eau et mélangez soigneusement. Par exemple, 1 kg de poudre de feuilles de neem dans 5 litres d'eau. Mettez les enjeux dans la solution pendant 10 minutes.



Étape 2: Retirez de la solution et placez-le dans des sacs en polyéthylène transparents perforés pour la pré-germination.

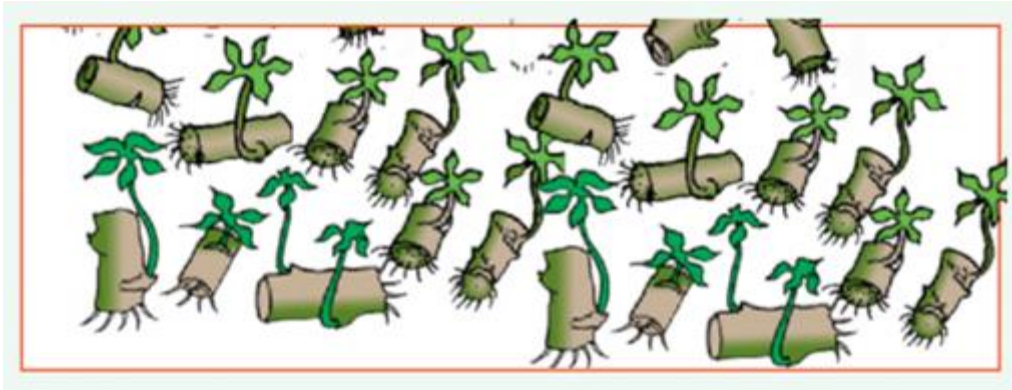


Étape 3: Conservez-les dans des sacs en polythène à l'ombre d'un arbre ou sous le dais de manioc ou dans un hangar de ferme pendant 7 à 10 jours pour germer.



Étape 4: Préparez la pépinière pour la plantation.

Étape 5: Exposez les sacs de polythène sur le terrain en les plaçant sur des crêtes et des monticules ou sur un sol plat pendant 20 minutes.

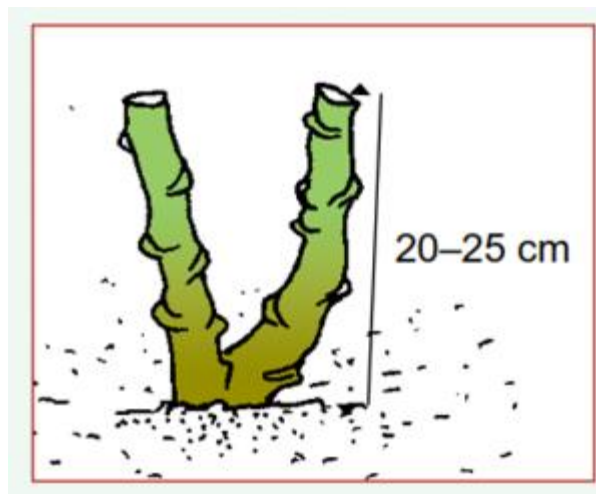


Étape 6: Transplantez les piquets germés dans la pépinière à une profondeur de 2 à 4 cm à un espacement de 100 cm × 50 cm ou de 50 cm × 50 cm dans un champ de multiplication rapide bien préparé. Manipulez les pieux avec soin pour éviter les bris.

NB : Ne transplanter que lorsqu'il y a suffisamment d'humidité dans le sol.

Étape 7: Récoltez les tiges de manioc 6 à 8 mois après la plantation. Pour récolter, coupez les tiges à une hauteur de 20–25 cm au-dessus du sol avec une machette tranchante.

NB : Évitez de blesser les tiges récoltées



Étape 8: Plantez sur la ferme principale.

Multiplication rapide des boutures de manioc à 3 nœuds pour une plantation directe au champ

Étape 1: Traitez les micro-boutures avec des bio-pesticides (insecticides ou des fongicides) comme pour le traitement des boutures à 2 nœuds.

Étape 2: Plantez les enjeux traités directement sur le champ de multiplication en utilisant l'espacement approprié, comme décrit dans la méthode de bouturage à 2 nœuds (étape 6).

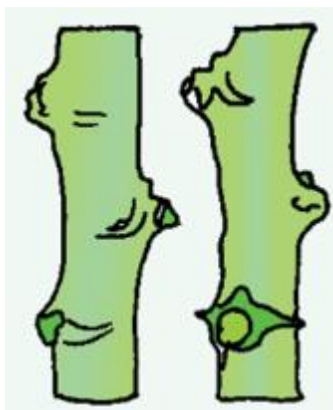


Figure 6. Pièces à 3 nœuds

1.8. Synthèse

L'obtention de rendements élevés de 20 à plus de 45 t / ha à partir de variétés améliorées commence par cette étape critique de la manipulation des tiges. Pour augmenter les rendements de manioc, commencez par suivre les étapes recommandées dans ce module.

MODULE 2 : TECHNOLOGIES SANS INTRANTS EXTERNES POUR AUGMENTER LE RENDEMENT DE LA PRODUCTION DE MANIOC

2.1. Zéro intrant

Vous pouvez faire pousser du manioc en utilisant la technologie zéro intrant. Cela ne nécessite pas de produits chimiques, tels que des engrais et des herbicides, ou du compost organique lorsque le sol est moyennement riche. La méthode zéro intrant encourage l'activité biologique dans le sol et offre une protection naturelle contre les maladies. Il peut garantir de bons rendements, à condition que vous sélectionniez une terre avec suffisamment de matière organique, utilisez les bonnes variétés, plantez au bon espacement et au bon moment, et assurez un champ sans mauvaises herbes. Dans ce module, nous examinons cette pratique agricole respectueuse de l'environnement.

2.2. Comment utiliser les technologies sans intrants pour obtenir de bons rendements

- Choisissez un bon sol avec une fertilité moyenne et un bon drainage.
- Évitez les sols pierreux, argileux ou gorgés d'eau.
- Utilisez un champ bien entretenu.
- Pratiquez un travail minimum du sol dans les sols sablonneux afin de conserver la matière organique, l'humidité et de réduire l'érosion du sol.
- Dans les sols peu profonds ou durs, créez des crêtes ou des monticules/billons pour augmenter le volume de la couche arable par plante pour un meilleur établissement (Figures 7a et 7b).

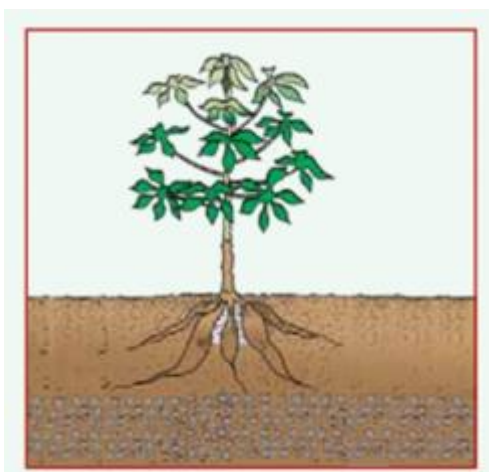


Figure 7a. Dans les sols profonds, le manioc est planté sur un terrain plat

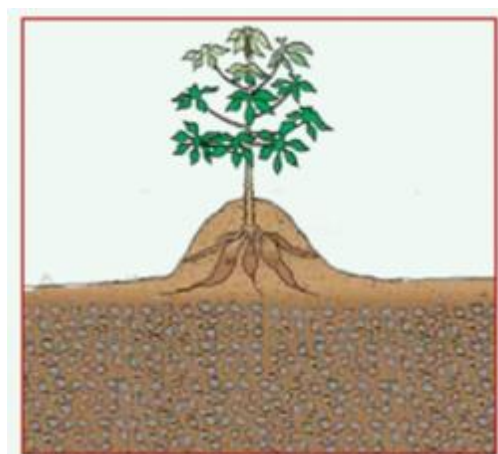


Figure 7b. Dans les sols peu profonds, le manioc est planté sur des monticules pour augmenter le volume de la couche arable par plante

- Choisissez des variétés améliorées avec le rendement le plus élevé et le plus stable dans les exploitations agricoles.
- Sélectionnez du matériel de plantation à partir de plants de manioc sains (âgés de 9 à 15 mois) sans dommages pour les tiges ou les feuilles causés par des parasites ou des maladies.
- Manipulez les tiges avec précaution pour éviter les ecchymoses ou les dommages aux nœuds et pour améliorer la germination.

NB : Ne forcez pas lorsque vous attachez les tiges dans des ballots et lorsque vous chargez des véhicules (Figure 8).



Figure 8. L'utilisation de la force pour attacher les tiges en faisceaux peut provoquer une casse

- Coupez le milieu des tiges en longueurs de 25 cm avec 5–7 nœuds. Les parties médianes s'établissent mieux que les extrémités et les parties basales (Figure 9).

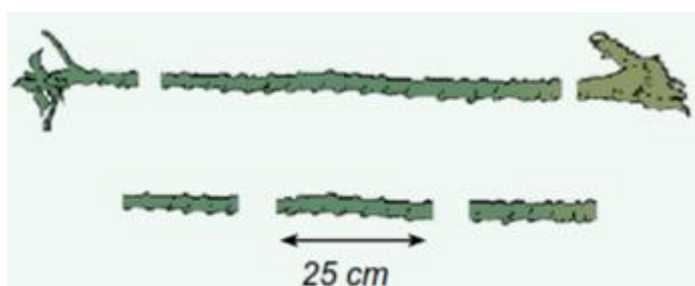


Figure 9. Les meilleures coupes proviennent de la partie médiane de la tige

- Plantez au bon moment pour assurer une germination saine et un bon établissement de la culture. Il n'est pas recommandé de planter en saison sèche lorsque les pluies cessent tôt ou lorsque la nappe phréatique est basse. Il se peut que l'humidité ne soit pas suffisante pour permettre la germination et la survie des tiges. En général, le manioc doit être planté lorsque l'on prévoit 2 mois d'humidité adéquate du sol après la plantation.
- Plantez à l'espacement correct. L'espace de plantation recommandé est de 1 m × 1 m pour les types de ramification et de 1 m × 0,8 m pour les types sans ramification (figure 10a et b).

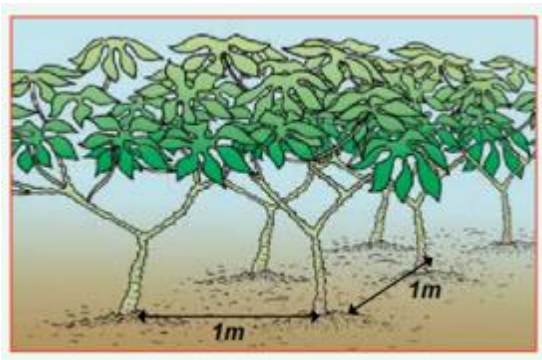


Figure 10a. Type avec ramification

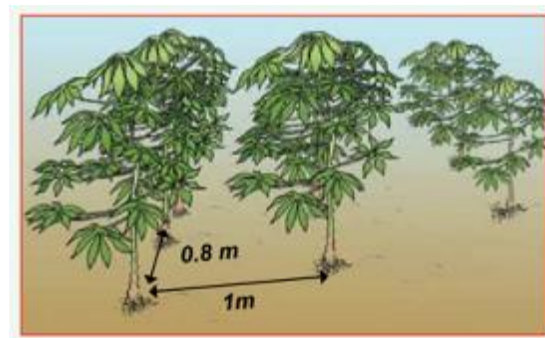


Figure 10b. Type sans ramification

- Désherbez le champ tôt. Le désherbage précoce est plus facile et empêche les mauvaises herbes de rivaliser avec la culture pour les nutriments, l'eau, la lumière et l'espace à cette période importante. Si vous plantez tôt dans la saison des pluies, désherbez 4, 8 et 12 semaines après la plantation. Si la saison des pluies se termine avant que cet horaire ne puisse être achevé, poursuivez le désherbage pendant la saison des pluies suivante 6 à 10 semaines après le début des pluies.

2.3. Qualités des variétés améliorées de manioc

- Grandir vite et mûrir tôt ;
- Tolérer les principales maladies et ravageurs ;
- Donner des rendements racinaires élevés (frais et secs) ;
- Répondre aux besoins de qualité des utilisateurs finaux ;
- Stockez bien dans le sol pendant 12-15 mois.

2.4. Comment augmenter le rendement sans acheter d'intrants améliorant les éléments nutritifs du sol

- *Travail du sol* : Toutes les techniques de préparation du sol présentées dans le module 1 sont valables pour la production durable du manioc. Outre ces techniques de préparation du sol, il y a la *gestion des résidus de récolte* où le zéro brûlis est recommandé. Selon le type de labour, on distingue :
 - ✓ *En labour manuel* : Andainage des résidus de récolte en ligne ou paillage en bande ; Couper les tiges et les ranger dans les sillons ou étaler les résidus dans tout le champ lorsqu'il n'y a pas de bande. En cas de pente, ranger les résidus perpendiculairement à la pente pour freiner la vitesse de l'eau de ruissellement.
 - ✓ *En labour mécanisé* : Etaler les résidus et les enfouir, ou faire le gyrobroyage des tiges et laisser en paillis ou les enfouir.
- *Remplacement des plants perdus après la plantation* : Les boutures qui ne poussent pas et les pousses fragiles doivent être enlevées et éliminées de la zone de culture, afin d'éviter la transmission de toute maladie qui pourrait avoir causé l'échec. De nouvelles boutures vigoureuses doivent être plantées avant la troisième semaine après la plantation initiale, afin de maintenir la densité prévue. Ces nouvelles boutures ne doivent pas être plantées exactement dans les mêmes trous qu'occupaient celles qui ont échoué, pour éviter le risque de répétition du problème initial.
- *Association des cultures* : pour faire une bonne association, les familles des cultures doivent être connues afin d'éviter d'associer les cultures qui exploitent les mêmes horizons (couches) du sol. Une bonne association permet de produire plus de matière organique qu'une monoculture et de réduire les pertes de nutriments par érosion et par conséquent d'améliorer la fertilité du sol. Plantez des légumineuses telles que le soja, l'arachide, le niébé, le pois d'Angole, l'Aeschynomene, le Stylosanthès... en association au manioc. On a constaté que les cultures intercalaires manioc / maïs et manioc / légumineuses permettaient de mieux utiliser les terres, de réduire l'érosion des sols et de réduire les risques de perte de récolte. Des bandes de brachiaria peuvent être installées à l'intérieur des lignes de manioc. Dans ce cas, veillez à ce que la première ligne de brachiaria soit distante de 50cm des pieds de manioc afin d'éviter la concurrence de la lumière. Espacer les lignes de brachiaria de 30 à 40 cm entre elles.

Toujours éviter des plants touffus autour du même pied de manioc pour ne pas affecter son rendement. Pour le soja et le niébé, deux lignes peuvent être plantées entre les lignes de manioc.

Le manioc peut également être associé à de l'igname, de la patate douce, du gombo et des légumes feuilles. Généralement, ces cultures (les légumineuses, le gombo, l'amarante et le maïs) sont semées 4 à 6 semaines après le manioc pour qu'elles ne recouvrent pas les jeunes plants.

Pour la culture du manioc en pur, plantez-le au sommet de la crête ou du billon. Quand intercalé avec du maïs, planter du manioc sur le dessus et du maïs sur le côté de la crête.

Si le manioc est cultivé en culture intercalaire, ajustez l'espacement entre 0,8 m × 1 m à 1 m × 1 m pour répondre aux habitudes de ramification du manioc et des autres cultures. De bons rendements sont obtenus avec les combinaisons suivantes :

- ✓ Maïs + Arachides + Manioc
 - ✓ Maïs + Niébé + Manioc
 - ✓ Maïs + Manioc + soja
 - ✓ Maïs + Manioc + pois d'Angole ou Aeschynomene.....
- *Assolement/Rotation des cultures* : un système de rotation améliore la fertilité du sol et permet de rompre le cycle de développement des ravageurs. Planter du manioc en continu dans le même champ entraîne la prolifération des maladies et des nuisibles, la diminution des rendements et l'échec des cultures. Pour éviter cela, il faut attendre au moins trois ans avant de replanter du manioc dans un même champ ou un champ ayant portée la patate douce. Eviter aussi de cultiver le manioc immédiatement après les cultures maraîchères comme la tomate et le piment notamment pour éviter les maladies de pourriture du manioc par les champignons et les nématodes qui attaquent les cultures maraîchères. Le *Brachiaria ruziziensis* en antécédent cultural au manioc permet d'ameublir le sol à travers son système racinaire et permet un bon développement des tubercules.

Exemples d'assolement-rotation

Assolement-rotation à base de manioc et légumineuses				
	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
Option 1	Soja	Coton	Maïs	Manioc + Aeschynomene
Option 2	Pois d'Angole	Manioc associé à Aeschynomene	Coton	Maïs
Option 3	Pois d'Angole	Pois d'Angole	Maïs	Manioc
Option 4	Aeschynomene	Aeschynomene	Manioc sous mulch d'Aeschynomene	Maïs

Option 3	Mucuna	Manioc sous mulch du mucuna	Maïs	Pois d'Angole
-----------------	--------	-----------------------------	------	---------------

- *Contrôle de l'enherbement* : le Semis du manioc sous Couverture Végétale (SCV) permet de lutter efficacement contre les mauvaises herbes sans utiliser les herbicides.
- Le SCV regroupe l'ensemble des systèmes de culture basés sur le principe fondamental de couverture permanente du sol. La pratique a un double objectif de protection et de fertilisation. Avec le SCV, le sol doit toujours être couvert ; il ne doit pas être travaillé, ni labouré, ou alors au strict minimum. La plantation s'effectue directement dans la couverture végétale, morte ou vivante. La couverture végétale peut être un mulch mort (paillage apporté ou paillage issu de la destruction d'une plante de couverture) ou une plante vivante (plante de couverture) associée à la culture du manioc. Les plantes améliorantes (Mucuna, Pois d'Angole, Centrosema, Aeschynomene, Stylosanthès...) sont adaptées à la culture du manioc. Le paillage de manioc consiste à recouvrir la surface du sol avec des matières végétales. Il est particulièrement utile pour la culture du manioc dans les zones sèches et sur les pentes. Il présente les avantages suivants:
 - Contrôle des herbes indésirables ;
 - Augmentation de la quantité de matière organique et de capacité du sol à retenir l'eau ;
 - Réduction de l'érosion.
- Les sources de bon matériel de paillage comprennent les feuilles mortes des cultures en allées, les résidus de récolte, la biomasse des plantes améliorantes telles les légumineuses ou les graminées à forte production de biomasse comme le Brachiaria (paillis vivant), les herbes coupées soit dans l'exploitation ou ramenées d'ailleurs. Pour couper les herbes, il faut veiller à ce que les herbes à couper ne soient pas en train de produire des graines, afin d'éviter d'envahir le champ de manioc avec les herbes indésirables. Pour permettre au paillis de contrôler efficacement les herbes indésirables, il faut que la couche de paillis soit épaisse et recouvre toute la surface du champ de manioc.
- *Apport d'autres sources de matière organique au sol lorsqu'il en manque* : Presque la totalité des sols du Zou/Collines et Borgou/Alibori sont dégradés, d'où la nécessité d'apport de matière organique. Les débris végétaux et fèces d'animaux peuvent être utilisés pour réaliser le compost à incorporer au sol avant la plantation du manioc. Afin d'accroître la capacité de rétention d'éléments nutritifs et d'améliorer la structure du sol, la biomasse végétale (rafle de maïs, résidus forestiers...) peut servir à la fabrication du biochar qui sera mélangé au compost pour la production du manioc. Les engrais organiques (comme bouse de vache, déjections des petits ruminants, fientes des volailles,

fientes des chauves-souris, crottes de lapin, les épluchures de manioc) peuvent être également incorporés au sol. L'engrais organique est apporté de façon raisonnée lors de la préparation du sol ou de la plantation, à raison de 10T/ Ha en moyenne.

- *Protection contre les maladies et les ravageurs*: Utiliser du matériel végétal de variétés qui tolèrent les principaux ravageurs et maladies ou qui y résistent, organiser la surveillance sanitaire des exploitations de manière permanente afin de détecter très tôt les symptômes d'attaques avant que celles-ci ne soient graves, et adopter des pratiques telles que la rotation, l'utilisation des bio-pesticides (extrait aqueux des feuilles de neem ou du gliricidia), les pièges collants.
- *Autres précaution d'entretien* : Eviter le développement de buissons de *Chromolaena odorata* (« Agatou » en Fon) dans le voisinage immédiat du champ de manioc car ses friches servent de gîtes de reproduction au criquet puant (*Zonocerus variegatus*), insecte grand ravageur des champs de manioc. Nettoyer les abords du champ sur une largeur de ± 3 m pour repousser les rongeurs et lutter contre le feu de végétation. Installer des haies vives défensives autour des parcelles pour limiter les dégâts d'animaux (bœufs, moutons,...). Utiliser de préférence les espèces épineuses (*Ziziphus*, Campêcher, Cactus). Le jatropha, le *Gliricidia* peuvent être également utilisés.

2.6. Synthèse

- Un bon rendement chez le manioc peut être obtenu sans produits chimiques car ceux-ci sont destructeurs de l'environnement et affectent la santé humaine. Ils sont aussi parfois indisponibles ou trop coûteux, et exigent trop de connaissances techniques de la part de l'agriculteur. Cette stratégie de production agricole respectueuse de l'environnement est plus appropriée pour le manioc que des cultures telles que le maïs, le riz et le sorgho, qui ont une forte demande d'engrais.
- Des matériels de plantation sains et à haut rendement peuvent être reçus ou achetés auprès des instituts de recherche sur le manioc du pays, du programme sur le manioc ou des programmes racines et tubercules.
- De bons matériels de plantation peuvent être achetés auprès d'agriculteurs individuels et formés, d'associations d'agriculteurs ou d'entreprises de semences qui multiplient le manioc pour le vendre dans votre région.

MODULE 3 : PRATIQUES DE LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES DANS LA PRODUCTION DE MANIOC

La lutte contre les mauvaises herbes en Afrique subsaharienne représente jusqu'à 60% de la main-d'œuvre cultivée et plus de 40% du coût total de la culture du manioc. Dans ce module, nous examinons des pratiques efficaces et rentables de lutte contre les mauvaises herbes dans la production de manioc.

3.1. Mauvaises herbes habituellement trouvées dans les champs de manioc

Il existe deux grandes catégories: les mauvaises herbes annuelles et les mauvaises herbes vivaces. Les mauvaises herbes peuvent également être regroupées en mauvaises herbes à feuilles larges, graminées et carex :

Mauvaises herbes à feuilles larges : *Chromolaena odorata*, *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla*, *Aspilia africana* et *Mimosa* spp.

Graminées : *Imperata cylindrica*, *Cynodon dactylon*, *Panicum maximum* et *Pennisetum polystachion*

Carex : *Cyperus rotundus*, *Cyperus sculentus*, *Mariscus alternifolius* et *Mariscus labelliformis*

3.2. Quand et comment contrôler les mauvaises herbes

Les mauvaises herbes sont contrôlées pour que le manioc pousse et se développe bien. Contrôle des mauvaises herbes se fait dans les 3-4 mois après la plantation (MAP).

Méthode biologique: Les techniques de lutte biologique contre les mauvaises herbes suppriment la croissance des mauvaises herbes sont :

- Jachère ;
- Gestion de la densité végétale et du couvert ;
- Désherbage à la main ou à la houe (Figure 11) ;
- Prévenir la propagation des graines de mauvaises herbes (Figure 12).



Figure 11. Désherbage à la main ou à la houe

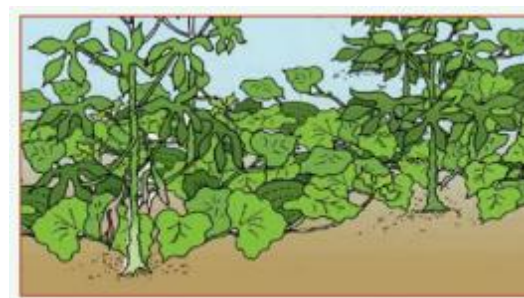


Figure 12. Culture de couverture

Méthode chimique: Les herbicides tuent ou endommagent les mauvaises herbes. Les herbicides peuvent être appliqués avant la préparation du sol (avant le labour), immédiatement après la préparation du sol (avant la plantation) et 4 à 8 mois après la plantation (en post-levée).

3.3. Contrôle chimique

- Pour lutter contre les mauvaises herbes vivaces difficiles à détruire que la traction à la main ne peut pas éliminer.
- Pour éviter d'endommager les racines de manioc.
- Pour lutter contre les mauvaises herbes annuelles qui poussent rapidement et produisent de nombreuses graines.
- Cultiver rapidement et efficacement de grandes exploitations.

3.4. Quand et comment appliquer des produits chimiques

- Pré-plantation: Utiliser des herbicides contenant du glyphosate saturé à raison de 3 à 4 L / ha, 10 jours avant la préparation du sol (Figure 13).
- Prélevée: selon la disponibilité, utiliser (Atropine + Métholachlore) à 4 L / ha, ou Atrazine + Pendiméthaline à 4-6 L / ha, ou Fluometuron + Metolachlor à 5 L / ha, ou Fluomeuron + Pendiméthaline à 4 L / ha (Figure 14).



Figure 13. Application avant la plantation



Figure 14. Application en prélevée

- Post-levée: Utilisez Fusilade Forte 150 EC recommandé à raison de 5–6 L / ha 12 semaines après la plantation pour les graminées. Appliquer Diuron + Paraquat à raison de 7 L / ha (pulvérisation dirigée) 4 à 8 semaines après la plantation (au début de la levée) pour les mauvaises herbes à feuilles larges. Évitez les dommages directs ou dus à la dérive (Figure 15).

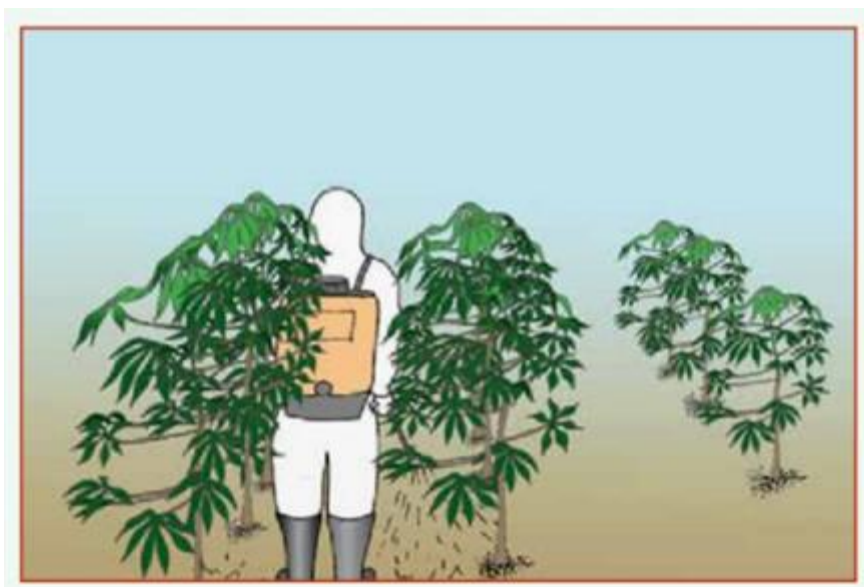


Figure 15. Application en post-levée

3.5. Conseils pour une lutte chimique efficace contre les mauvaises herbes

- Choisissez le bon herbicide pour le travail.
- Vérifier et calibrer le pulvérisateur.
- Connaître le volume de pulvérisation nécessaire. Le volume de pulvérisation standard est de 200 L / ha, la vitesse et la marche est de 1 m / sec ou 3,6 km / h.
- Portez les vêtements de protection appropriés.
- Suivez les instructions du fabricant pour chaque herbicide. **LISEZ L'ÉTIQUETTE ET OBSERVEZ L'ÉTIQUETTE** (cinq fois: une avant l'achat, deux avant le mélange, trois avant l'application, quatre lors de l'entreposage et cinq avant l'élimination de l'herbicide en excès) (Figure 16).
- Diluez l'herbicide correctement. Trop est dangereux: trop peu ne fonctionne pas.
- Regarde la météo. Ne pas pulvériser par temps venteux, par temps très sec ou par forte pluie.
- Achetez la quantité nécessaire pour une pulvérisation ou une saison de croissance.
- Stocker les herbicides correctement.
- Maintenir le pulvérisateur en bon état.



Figure 16. Lisez l'étiquette et observez l'étiquette cinq fois



a) Avant l'achat



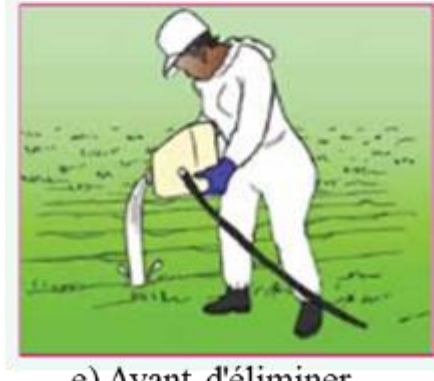
b) Avant de mélanger



c) Avant application



d) Au stockage



e) Avant d'éliminer l'herbicide en excès

3.6. Groupes de contrôle des mauvaises herbes

Les départements de vulgarisation agricole du ministère de l'Agriculture ou de l'administration locale sont encouragés à organiser des jeunes susceptibles d'être formés pour devenir des groupes de lutte contre les mauvaises herbes dans diverses localités. Ces groupes et les entreprises d'herbicides devraient être liés. Les entreprises peuvent dispenser une formation aux jeunes pour aider les agriculteurs à choisir et à appliquer correctement les herbicides.

3.7. Synthèse

Une combinaison de méthodes culturales, biologiques et chimiques rentables est nécessaire pour une gestion efficace et abordable des mauvaises herbes dans la production de manioc. Les méthodes de contrôle chimique et biologique nécessitent des connaissances techniques.

4.1. Justification

La production de manioc en Afrique est principalement entre les mains de petits exploitants agricoles qui dépendent d'un travail manuel coûteux. Utiliser des intrants améliorés, tels que des variétés améliorées, des engrais et des herbicides, pour stimuler la production de manioc, ne peut être réalisé sans mécanisation. Ce module fournit un guide sur la mécanisation rentable dans la production de manioc et se concentre sur la mécanisation à petite échelle pour les fermes de 1 à 20 ha.

4.2. Pratiques de mécanisation et d'exploitation agricoles rentables

- Une mécanisation rentable signifie que tous les coûts sont couverts et que l'agriculteur réalise un bon profit.
- Le défrichage, le travail du sol, la plantation, l'application d'engrais, la lutte contre les mauvaises herbes et la récolte peuvent être mécanisés.
- Le niveau de mécanisation peut être petit, moyen ou élevé, en fonction de la superficie du terrain.
- Une planification minutieuse est nécessaire car l'achat ou la location de machines est une entreprise coûteuse pour un petit exploitant.
- Les bonnes machines et un calendrier approprié pour les opérations sur le terrain sont nécessaires.
- Le terrain, le type de sol et les précipitations sont tous importants lorsque l'agriculteur choisit des machines.

4.3. Machines disponibles pour la production commerciale de manioc de petite à moyenne échelle

1. Défrichage

- Le défrichage peut être mécanisé à l'aide de bulldozers légers, de treuils pour singes, de crics et de scies à chaîne.
- Les bulldozers légers tels que D6 ou D65 peuvent nettoyer 2 ha ou plus en une journée dans les zones en jachère, en fonction de la végétation. Les bulldozers enfoncez les arbres et les arbustes et la lame ne doit pas toucher la terre arable.
- Les bulldozers ne sont utilisés que sur les sols secs, en particulier pendant la saison sèche, pour éviter le compactage.

- Chaque fois que les bulldozers ne sont pas nécessaires ou non disponibles, le treuil pour singe est la prochaine machine la plus efficace pour le défrichage.
- Il peut défricher 1 ha dans la moitié du temps nécessaire pour effectuer le travail à la main.
- Le treuil pour singe est utile pour abattre des arbres, en arracher les racines sans endommager le sol et il est facile à transporter sur le terrain en raison de son poids léger.
- La scie à chaîne est portable et très utile pour abattre des arbres et abattre des arbustes.
- Pour une efficacité accrue, elle est généralement combinée au treuil du singe ou les souches sont enlevées à la main.
- La débroussailleuse est conçue pour nettoyer les herbes, les petits arbustes et les arbustes.
- Avec une débroussailleuse de puissance moyenne, un agriculteur peut défricher 1 ha de terrain en moins de 2 heures.



a) Treuil pour singe est utile pour abattre des arbres et arracher les racines



b) Scie à chaîne pour abattre des arbres et arbustes



c) Débroussailleuse pour nettoyer les herbes et les arbustes

2. Labour

- Le labour assouplit et aère le sol, et mélange la matière organique et les nutriments de manière assez homogène; les racines peuvent pénétrer plus profondément et les plantes sont mieux établies. En terre en jachère, il faut 40 à 50 personnes un jour pour cultiver un ha à la main et fabriquer des monticules. Dans les savanes, il faut 25% moins de travail pour faire le même travail. Le labour du sol peut être mécanisé à l'aide de charrues montées sur tracteur ou de motobineuses (Figure 17a). Les charrues les plus courantes, par exemple, sont le type de disque. Ils sont conçus pour casser, tourner, mélanger et soulever le sol.
- Un opérateur qualifié peut labourer 4 ha par jour. Une charrue à disques permet de réaliser des économies et est plus rapide qu'un labour manuel.
- L'utilisation d'un motoculteur est la deuxième machine la plus efficace pour le labour lorsque des charrues montées sur tracteur ne sont pas nécessaires ou non disponibles (Figure 17b). Il peut atteindre 1,0 à 1,8 ha en 8 heures, selon le degré d'humidité et de lourdeur du sol. De nombreux petits agriculteurs pourraient contribuer financièrement à l'achat d'un motoculteur pouvant desservir au moins 250 hectares de terres par an.



Figure 17a. Charrue montée sur tracteur



Figure 17b. Motoculteur

3. plantation

- En général, les agriculteurs plantent à la main et il faut 8 à 10 personnes pour planter 1 ha par jour (Figure 18).
- La plantation de manioc peut être mécanisée à l'aide de planteuses à tracteur (Figure 19). Les planteuses mécaniques conviennent à la plantation à grande échelle. Pour les petits et moyens agriculteurs, engager un planteur mécanique et payer des frais de plantation pourrait être plus rentable.



Figure 18. Agriculteurs plantant du manioc à la main

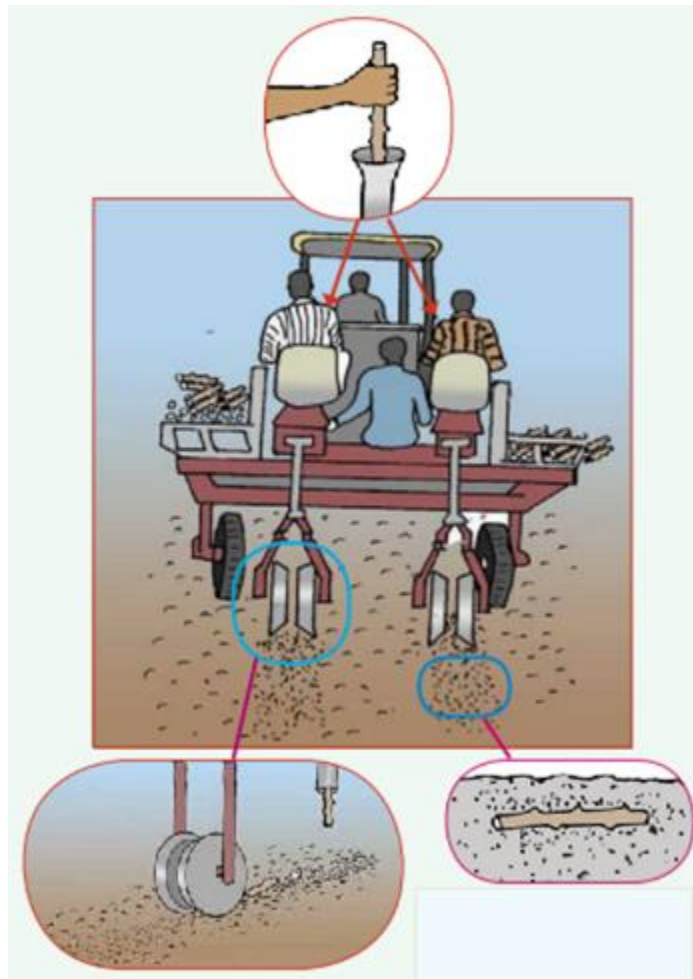


Figure 19. Plantation mécanique de manioc

- Un planteur à 2 rangs peut planter 7–10 ha en une journée, selon le terrain.
- C'est plus rapide et 50% moins cher que de planter à la main.

- Le semoir nécessite un tracteur de 60 à 70 CV, en particulier dans les sols susceptibles de se compacter. Il faut souvent quatre personnes pour faire fonctionner une jardinière à deux rangées: un conducteur de tracteur, deux personnes pour alimenter les piquets dans la jardinière et une personne sur le terrain.
- Les boutures doivent avoir la même longueur, la même taille et la même forme, avec des extrémités parfaitement coupées. Les boutures de tiges peuvent être préparées à la main à l'aide d'outils simples tels que des scies à métaux ou une petite scie mécanique à chaîne. Une machine à couper les tiges de manioc a également été développée.
- Certains planteurs mécaniques peuvent simultanément couper les tiges de manioc en piquets de longueur constante, planter à équidistance, appliquer de l'engrais et couvrir les piquets plantés. Généralement, ce type de semoir mécanique peut planter 3 à 6 ha en 1 jour.
- Les boutures doivent avoir la même longueur, la même taille et la même forme, avec des extrémités parfaitement coupées.
- Les boutures de tiges peuvent être préparées à la main à l'aide d'outils simples tels que des scies à métaux ou une petite scie mécanique à chaîne. Une machine à couper les tiges de manioc a également été développée.

4. Désherbage

- Les mauvaises herbes réduisent le rendement des cultures. Le désherbage est l'élément le plus coûteux de la production de manioc.
- Les mauvaises herbes peuvent être supprimées à l'aide d'herbicides et d'un pulvérisateur à rampe monté sur un tracteur.
- Les pulvérisateurs à rampe ont un réservoir pouvant contenir 400 à 610 litres de produit chimique. Ils réduisent le coût du travail, économisent du temps et de l'énergie.
- Le pulvérisateur à dos est également utilisé et est actionné manuellement. Cela prend beaucoup de temps et n'est pas rentable, mais cela fonctionne bien pour les petits agriculteurs.

4.4. Synthèse

Un système de production mécanisé approprié, développé avec soin, peut réduire les besoins en main-d'œuvre et les coûts opérationnels. Il est conseillé aux agriculteurs de sélectionner avec soin les machines nécessaires aux opérations, en fonction de l'ampleur de leur production, afin d'éviter de choisir une méthode de production trop coûteuse pour le travail. De nombreux pays et administrations locales et le secteur privé de nombreux pays ont

des institutions responsables des services de location de machines mécaniques. Les gouvernements africains sont encouragés à rendre les services de location de machines agricoles fonctionnels, organisés et accessibles. Les agriculteurs sont donc encouragés à tirer parti de ces services.

5.1. Quand récolter

Les racines de manioc doivent être récoltées au plus haut de la maturité ou au bon âge, de la bonne taille et de la tendresse requise pour le marché du frais (utilisation des racines comme collation ou pour la cuisine de maison). Les racines de manioc pleinement mûries doivent être récoltées pour la transformation.

Les racines de manioc peuvent perdre l'amidon précieux, pourrir ou devenir ligneuses si elles ne sont pas récoltées à maturité. Ils sont exposés aux rongeurs et la terre ne pourra être exploitée de manière productive à la saison suivante si les racines ne sont pas récoltées. Cela contribue à la production agricole générale dans les systèmes de petits exploitants et peut entraîner une pénurie de terres et augmenter les coûts de production, en particulier dans les endroits où les terres sont rares. Ce module fournit un guide sur la récolte appropriée et la manipulation post-récolte du manioc.

- Récoltez les racines de manioc lorsqu'elles sont mûres pour avoir accumulé suffisamment d'amidon mais ne sont pas encore devenues fibreuses.
- L'âge optimal lorsque les rendements en amidon et en matière sèche sont les plus élevés est de 9 à 12 mois après la plantation, en fonction de la variété et du climat. Certaines variétés mûrissent dans 15 à 18 mois. Une saison froide prolongée peut retarder la maturité du manioc.
- Une récolte trop précoce entraîne un faible rendement alors qu'une récolte retardée pourrait réduire le rendement.
- Récoltez le manioc lorsque le sol est légèrement mou mais qu'il ne contienne pas trop d'eau. Vous pouvez donc facilement enlever le sol des racines. La récolte dans un sol meuble est plus facile que lorsque le sol est plus dur. Les racines récoltées dans des conditions détrempées se coincent dans le sol, ce qui peut conduire à des enregistrements de poids inexacts. En outre, les racines peuvent être très sales et fortement contaminées lors de leur pelage, ce qui nécessite un grand volume d'eau et un temps prolongé pour bien les laver.

5.2. Comment récolter le manioc

Les racines de manioc sont récoltées en tirant sur la tige qui les transporte hors du sol. La récolte peut se faire manuellement ou mécaniquement.

Méthode manuelle:

- Coupez la plante à environ 30–50 cm du sol. utilisez la tige pour soulever les racines.
- Tirez doucement la plante et ne traînez pas les racines. Le dragage peut provoquer des ecchymoses et des coupures pouvant entraîner une détérioration précoce (Figure 20).



Figure 20. Récolte

- Si le sol est compact, desserrez-le en prenant soin de ne pas endommager les racines (Figure 21a).



Figure 21a. Desserrer les sols durs

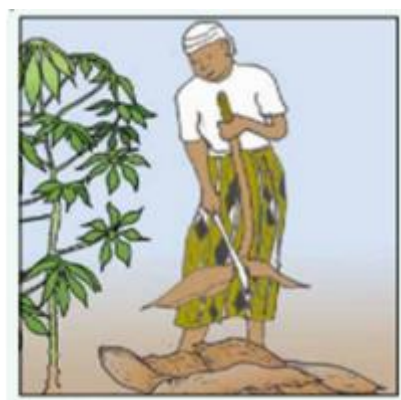


Figure 21b. Couper chaque racine près de la tige près de la tige

- Séparez les racines de la tige à l'aide d'un couteau tranchant ou d'un coutelas.
- Couper chaque racine près de la tige. Ne pas casser les racines du moignon à la main. Cela provoquerait des blessures pouvant entraîner la pourriture des racines (Figure 21b).
- Après la récolte, ne laissez pas les racines au soleil. Trop de chaleur entraîne une perte de poids et une détérioration précoce.

- La méthode de récolte manuelle nécessite généralement de 40 à 60 personnes, selon la saison, pour récolter 1 ha de manioc en une journée.

Méthodes mécaniques:

Manivelle

- Cet équipement est actionné manuellement et réduit le travail de levage des tubercules (Figure 22).
- Les mâchoires saisiront fermement la base de la tige.
- Le levier est ensuite utilisé pour soulever les racines.
- Le releveur peut récolter jusqu'à 200 plantes / heure.



Figure 22. Élévateur à manioc

Récolteuse de manioc motorisée

- La récolteuse mécanique coupe, creuse et soulève le sol contenant le groupe de racines de manioc.
- L'équipement est généralement tiré par un tracteur et utilisé par les grands agriculteurs (Figure 23).
- Une récolteuse mécanique à 2 rangs peut récolter une ferme de manioc de 3 à 5 ha en 1 jour, selon le terrain. C'est plus rapide et 50% moins cher que de le récolter à la main. Les récolteuses mécaniques peuvent être importées ou achetées localement.

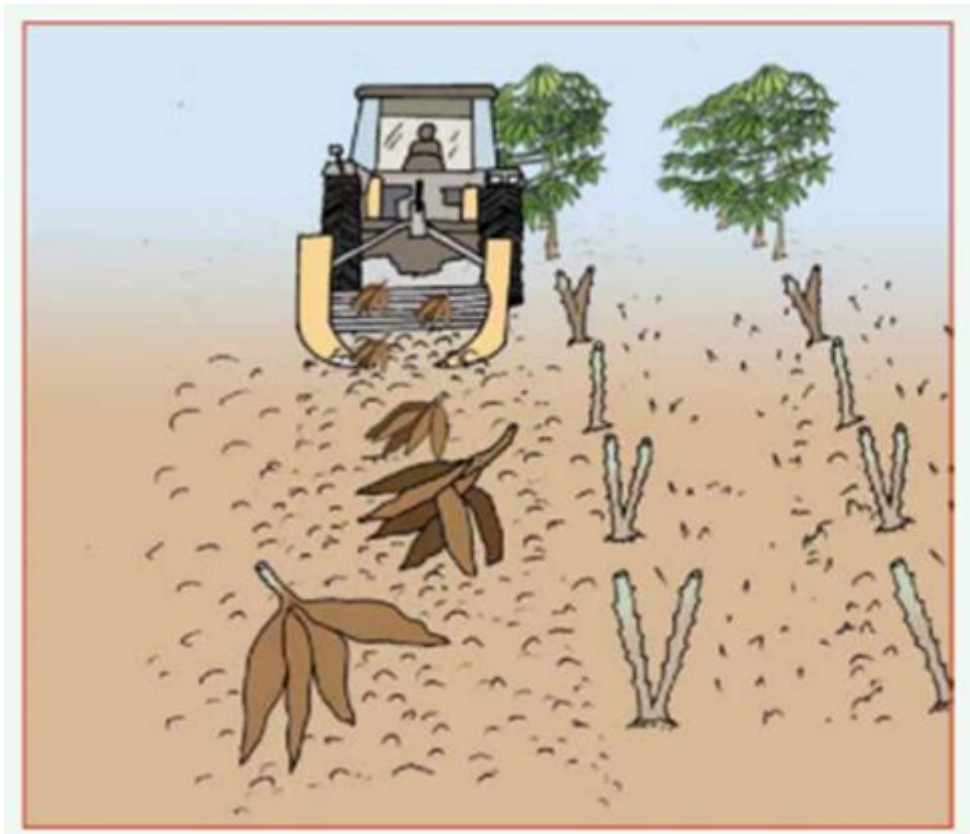


Figure 23. Récolteuse de manioc motorisée

5.3. Transport des racines de manioc

Les tubercules de manioc attachés à la tige principale peuvent rester en toute sécurité dans le sol pendant plusieurs mois. Cependant, après la récolte, les racines commencent à se détériorer au bout de 2 à 3 jours et perdent rapidement toute leur valeur pour la consommation ou l'utilisation industrielle. Ce module fournit un guide sur la manipulation et l'entreposage du manioc après la récolte.

Transport des racines de manioc

Pour éviter la détérioration des racines et la perte de qualité, transportez-les vers le champ, le marché ou l'usine de traitement immédiatement après la récolte.

Comment transporter les racines de manioc

- Utilisez des brouettes ou tout autre conteneur approprié pour transporter les racines en petites quantités et sur de courtes distances, par exemple de la ferme au bord de la route ou du centre de groupage, où elles seront chargées dans un véhicule pour le transport sur de longues distances.

- Détachez doucement les racines de la brouette ou du conteneur sans causer de blessures ni de dommages aux racines
- Les véhicules transportant du manioc sur une longue distance doivent être recouverts d'une bâche afin d'éviter une perte d'humidité rapide des racines (Figure 24).
- Utilisez des charrettes à bœufs pour le transport, en particulier dans les zones rurales où il n'y a pas de routes pavées ou où les routes ne sont pas praticables pour les véhicules (Figure 25)



Figure 24. Transport des racines de manioc



Figure 25. Chariot à bœufs chargé de racines de manioc

- Triez et rangez soigneusement les racines dans le véhicule ou le chariot pour gagner de la place
- Ne placez pas d'objets lourds, tels que des pneus de véhicule, sur les racines après le chargement.

5.4. Stockage des racines de manioc

Les racines de manioc commencent à se détériorer peu après la récolte. Une décoloration interne et une perte de valeur commerciale se produisent si elles ne sont pas cuites ou transformées dans les 24 à 48 heures suivant la récolte. Une infection fongique et bactérienne secondaire peut causer la pourriture des racines non traitées.

Comment conserver les racines de manioc ?

Méthodes de stockage traditionnelles

- Les racines de manioc sont laissées sous terre après maturité et récoltées au coup par coup en cas de besoin. Cette pratique est courante lorsque le manioc est utilisé pour la sécurité alimentaire. Cependant, il n'est pas recommandé pour la pratique commerciale.
- Les racines de manioc sont entassées à l'ombre et arrosées chaque jour.
- Les racines non endommagées sont stockées dans des fosses ou des tranchées (généralement d'un mètre de long et de 30 à 40 cm de large) creusées dans des sols bien

drainés, dans des zones peu profondes et ombragées. Les tranchées, dont le long côté est dirigé vers le bas, sont bordées de paille et de feuilles séchées avant d'y disposer les racines, puis recouvertes de terre, de préférence de sable de rivière ou de mer. Les zones gorgées d'eau et l'argile lourde à recouvrir doivent être évitées.

- Les racines de manioc sont recouvertes d'argile ou de boue.
- Les racines fraîchement récoltées ou pelées sont conservées pendant 1 à 2 jours en les immergeant complètement dans l'eau. Les racines sont simultanément désintoxiquées mais peuvent fermenter ou se gâter au bout de 3 jours.
- Le stockage par tas ou par trempage, dans des fosses ou par enrobage ne prolonge que 2 à 3 jours la durée de conservation des racines. Ceci ne convient pas aux opérations commerciales.

Comment réduire les pertes post-récolte ?

- Récolter lorsque le sol est humide ou meuble.
- Lors de la récolte, coupez les racines de la tige en laissant 2-5 cm de celles collées sur les racines.
- Évitez les ecchymoses ou les dommages aux racines pendant la récolte et le transport.
- Sélectionnez des racines non lésées si vous souhaitez stocker plus d'une semaine.
- Traiter les racines non pelées avec des fongicides avant le stockage.

Méthodes de stockage améliorées

- Choisissez une zone bien drainée, de préférence ombragée et légèrement en pente.
- Creuser des tranchées mesurant 1 mètre (m) de large et 30–40 cm de profondeur.
- La longueur varie en fonction du volume des racines. Une tranchée de 1 m de long peut contenir de 70 à 80 kg de racines.
- Creusez les tranchées de manière à ce que la longueur soit dirigée vers le bas.
- À l'extrémité inférieure de la tranchée, faites un fossé de drainage d'au moins 20 cm de large et de 5 à 10 cm plus profond que la tranchée de stockage.
- Disposez les racines mûres et non endommagées dans la tranchée. Recouvrez chaque couche de terre, de préférence de sable de rivière ou de sable de mer. Un sol argilo-limoneux peut également être utilisé s'il n'est pas trop humide.
- Ne pas utiliser d'argile lourde. Un sol de ce type pourrait accélérer la détérioration des racines.
- Ne gardez pas le manioc dans une zone gorgée d'eau car les racines pourriront facilement.

Stockage dans la sciure de bois

- Sélectionnez des racines saines qui n'ont pas été endommagées ou meurtries et qui ont été récoltées plus de 24 heures.
- Mettez une couche de sciure de bois humide dans des caisses ou des paniers en bois recouverts de feuilles de plastique afin d'éviter que la sciure de bois ne sèche.
- Disposez les racines en couches alternées de sciure de bois humide dans la caisse en bois et stockez-les (Figure 26).



Figure 26. Stockage dans la sciure de bois

- Pour éviter les altérations microbiennes, la sciure de bois doit être humide, pas trop humide.

Stockage dans des termitières artificielles

- La méthode est pratique lorsque les racines fraîches (sucrées) sont commercialisées sur plusieurs jours pour des utilisations fraîches ou transportées sur de longues distances. La période de stockage est d'environ 1 mois.
- Choisissez un endroit sec dans la ferme ou la zone de traitement et creusez une tranchée peu profonde.
- Placez une couche de paille, ajoutez une couche de racines non endommagées sélectionnées pour former un cône ou un monticule (Figure 27).

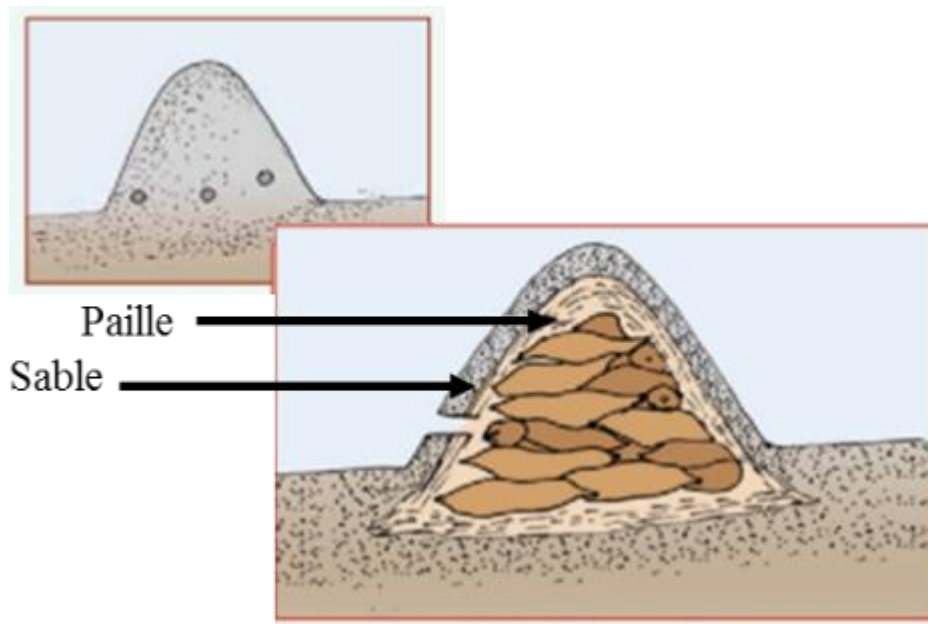


Figure 27. Termitière artificielle avec du manioc

- Ajoutez 20 cm de paille, puis couvrez avec de la terre en laissant des ouvertures en bas pour la ventilation, afin de maintenir la température au-dessous de 40°C pour guérir les blessures et pour le stockage.
- Assurez une ventilation adéquate et que le sol reste sec.

Cette méthode fonctionne mieux pour les agriculteurs, les commerçants ou les transformateurs pour conserver d'importants stocks de racines non meurtries ou non endommagées jusqu'à 4 semaines sans perte de qualité.

Stockage dans des sacs en polyéthylène

- Traitez les racines non meurtries ou non endommagées avec un fongicide tel que la solution de thiabendazole (0,4% p / p) pour éviter la détérioration microbienne. Alternativement, de l'eau de Javel domestique (0,95% de chlore actif) pourrait être utilisée.
- Emballer sous vide dans des sacs en polythène, ce qui le rend étanche à l'air et crée l'atmosphère (oxygène réduit et humidité appropriée) pour le stockage (Figure 28).

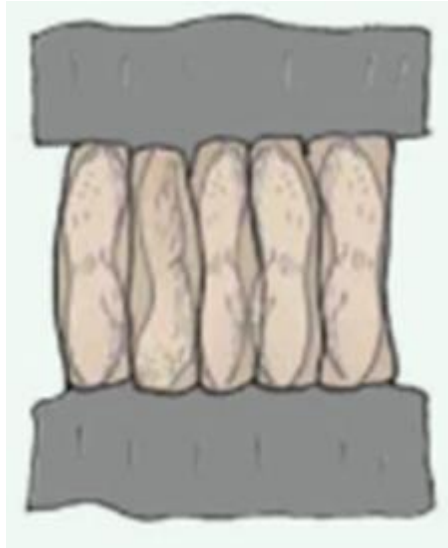


Figure 28. Racines traitées au fongicide stockées dans des sacs en polyéthylène

- conserver l'emballage à température ambiante
- La période de stockage est de 2 à 4 semaines.

Stockage dans des réfrigérateurs

- Sélectionnez des racines saines (non meurtries ou non endommagées).
- Laver à l'eau froide chlorée
- Emballer ou emballer sous vide dans des sacs en nylon
- A conserver au réfrigérateur à une température inférieure à 4°C.

Les racines de manioc peuvent être conservées pendant environ un mois, mais elles risquent de perdre la même humidité. Cependant, leur texture et leur goût peuvent ne pas être affectés de manière significative.

Stockage dans des congélateurs

- Sélectionnez des racines saines
- Lavez et congelez les racines. Le pelage et / ou la découpe en petites tailles sont facultatifs. Conservez les racines entières ou coupées à l'état gelé (Figure 36).



Figure 29. Manioc congelé

La congélation convient au stockage à long terme et au marketing à distance, mais la qualité de la texture des racines congelées peut être affectée. Pour réduire les dommages sur la texture, appliquez la technique de surgélation rapide pour congeler rapidement les racines.

5.5. Synthèse

La récolte nécessite une planification appropriée en termes de calendrier et de méthode à utiliser. La récolte manuelle demande beaucoup de travail et coûte cher. Pour réduire les coûts dans une exploitation commerciale, il est conseillé aux agriculteurs de récolter les racines à l'aide de méthodes mécaniques. Pour éviter la perte de qualité et de quantité de racines (pertes post-récolte), il convient de mesurer la quantité de racines à récolter en fonction de la demande immédiate du marché ou de la quantité nécessaire pour une transformation immédiate.

Les méthodes de stockage améliorées pour les racines permettent de prolonger de 2 à 6 semaines la durée de conservation des stocks de racines fraîches. Les méthodes conviennent au stockage de petites quantités de racines par les consommateurs, les restaurateurs et les vendeurs de nourriture ambulants. Le stockage à basse température peut être combiné à un traitement fongicide ou à une épilation à la cire et convient à l'exportation de grandes quantités de racines. Dans ce cas, les transformateurs ou les exportateurs peuvent se procurer les équipements spécialisés nécessaires et disposent des compétences techniques nécessaires, tandis que les consommateurs peuvent assumer les coûts plus élevés.

Ce module fournit un guide sur la transformation du manioc en produits de grande valeur, à grande et à petite échelle.

6.1. Pourquoi le manioc est-il traité?

Le manioc est traité pour plusieurs raisons. Celles-ci incluent :

- Augmenter la durée de conservation des racines et prévenir la détérioration ou la perte de nourriture ;
- Réduire l'encombrement, faciliter le transport et réduire les coûts ;
- Éliminer les composés toxiques du manioc ;
- Créer des variétés d'aliments au goût, aux arômes et aux textures acceptables ;
- Produire des matières premières industrielles.

6.2. Opérations de traitement du manioc

Il existe de nombreuses opérations utilisées pour le traitement du manioc. Ces opérations comprennent le pelage, le lavage, la réduction de taille, le séchage, la fermentation, la cuisson à la vapeur, la torréfaction, la friture, etc. Ces opérations de traitement sont combinées dans un ordre différent pour la fabrication de différents produits etc.

Epluchage

Le manioc est pelé pour améliorer la qualité et la sécurité des aliments à base de manioc. Presque tous les produits à base de manioc sont fabriqués en commençant par peler les racines.

- Le pelage demande beaucoup de travail, est lent et est effectué manuellement, principalement par des femmes. Une femme peut éplucher de 20 à 25 kg de racines en une heure, avec une perte d'épilation pouvant se situer entre 22% et 30%.
- Des peleuses mécaniques sont maintenant disponibles dans des pays tels que le Brésil, la RDC et le Nigéria (Figures 31a et 31b). Des pelures pour peler et laver le manioc sont également disponibles (Figure 32).
- Au Nigéria, les éplucheurs mécaniques, même s'ils sont en cours d'amélioration, peuvent éplucher entre 600 kg et 800 000 racines par heure, éliminant ainsi 60 à 90% des épluchures.

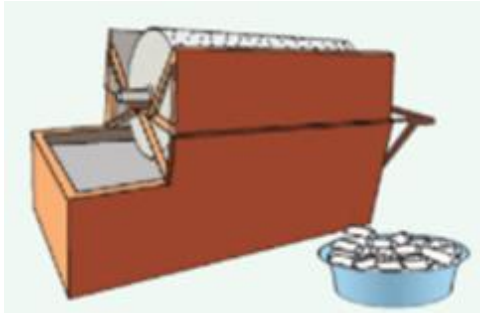


Figure 31a. Éplucheur mécanique



Figure 31b. Éplucheur mécanique



Figure 32. Éplucheur et lavage mécanique

Des efforts sont en cours pour réduire la perte de pelage élevée (jusqu'à 30%) pour certaines des conceptions.

Certains peaux mécaniques (et râpes) au Nigeria sont mobiles. Les machines sont transportées avec des motoculteurs ou des tricycles à la ferme ou dans des villages éloignés pour effectuer les deux ou trois opérations de traitement - épluchage, râpage et pressage à la ferme. Cette approche peut éliminer le transport de racines fraîches volumineuses sur de longues distances avant le traitement et peut réduire le coût de l'opération de traitement de près de 50%. Cela peut considérablement augmenter l'accès des agriculteurs des villages reculés aux machines de traitement mécanique et augmenter la quantité de produits transformés produits par ces agriculteurs.

Réduction de la taille

- La réduction de la taille facilite la détoxification et le séchage du manioc. La réduction de la taille se fait principalement par épluchage, tranchage et râpage.

- Les caillebotis sont largement utilisés pour la fabrication du gari ou du riz, de l'amidon, de la farine et de certains autres produits. Le râpage manuel demande beaucoup de travail et expose les transformatrices à des blessures.
- Le râpage est très efficace pour hydrolyser plus de 95% des composés toxiques en l'espace de 3 heures, après quoi les composés peuvent être presque entièrement éliminés par déshydratation.
- Le déchiquetage, bien qu'il s'agisse d'une nouvelle technique par rapport au râpage, est utilisé pour la fabrication de copeaux séchés qui pourraient être transformés en farine si une variété de manioc à faible teneur en cyanure est transformée, ou pour la fabrication d'aliments pour animaux à partir de toute variété de manioc.
- Les déchiqueteuses mécaniques commerciales (Figure 33) et les râpes (Figure 34) pourraient traiter de 2 à 3 tonnes de racines fraîches par heure, ce qui réduirait considérablement les besoins en main-d'œuvre et permettrait aux femmes de gagner du temps.



Figure 33. Déchiqueteuse mécanique



Figure 34. Râpe mécanique

Assèchement

- La déshydratation ou l'élimination de l'eau facilite le manioc, le séchage du moût fermenté ou frais.
- Le manioc transformé est déshydraté lors de la fabrication du gari, de l'amidon de farine de haute qualité, du fufu, etc.
- Les méthodes traditionnelles de déshydratation du manioc avec des pierres et des bûches lourdes sont dangereuses, demandent beaucoup de travail et sont lentes.
- Les presses mécaniques à une vis, à deux vis, hydrauliques et à deux paniers ont remplacé les méthodes traditionnelles (Figure 35).

- Des recherches sont en cours à l'IITA et dans certaines universités nigérianes pour développer des machines permettant de râper et de déshydrater le manioc en une seule opération.

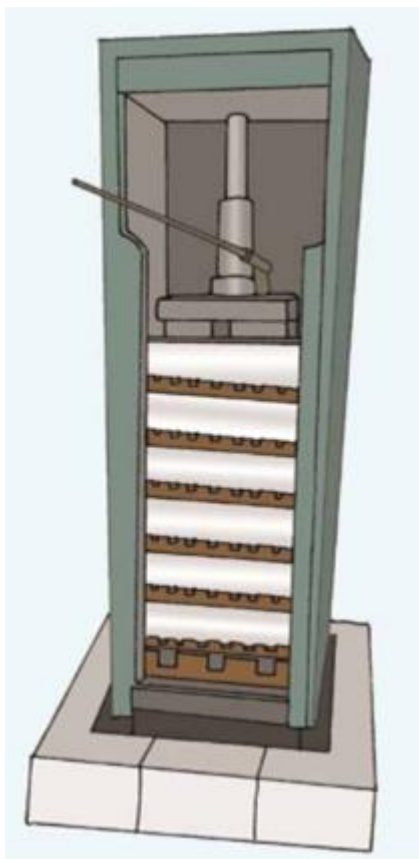


Figure 35. Machine d'égouttage hydraulique (presse mécanique)

Séchage

- Le manioc est traditionnellement séché pour augmenter sa capacité de stockage. Les racines sont séchées à 12-14% d'humidité avant d'être stockées. La méthode la plus courante de séchage du manioc est le séchage au soleil (chaleur et vent) sur le sol de la ferme, au bord de la route, autour de la ferme, sur les toits, etc. Parfois, les racines sont séchées au four ou pendant la cuisson par endroits dans les maisons.
- Ces méthodes sont sujettes à la contamination microbienne, à l'infestation par les insectes et sont lentes, en particulier pendant la saison des pluies où le séchage peut prendre de 2 à 3 semaines. Celles-ci favorisent la mauvaise qualité et l'infestation par les insectes.
- La mauvaise qualité du produit (décoloration, goût modifié, odeur désagréable, etc.) conduit à une mauvaise acceptabilité du marché et à des prix bas.

- Le séchage du manioc sur une feuille de polythène noir surélevée et à plate-forme constitue une amélioration (Figure 36).

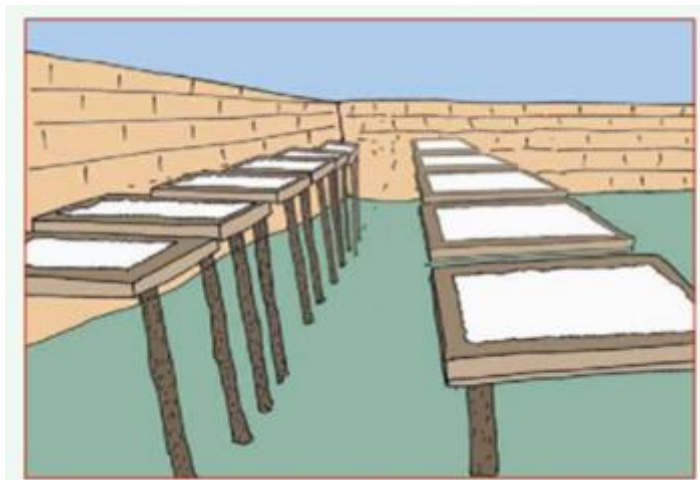


Figure 36. Séchage de la plateforme surélevée

- Pour le traitement à grande échelle, le séchage mécanique du manioc est le plus approprié. Il accélère l'opération de séchage, permettant ainsi de gagner du temps, d'empêcher l'infestation par les insectes et de préserver la couleur, le goût et l'odorat.
- De nombreux types de séchoirs à manioc mécaniques sont maintenant disponibles, notamment les séchoirs à armoire, rotatifs, à tunnel, solaires et flash. Les sources d'énergie thermique pour les séchoirs sont l'électricité, le soleil, le bois, le charbon de bois, le gaz, le diesel, etc.

Certains des facteurs qui augmentent la rentabilité des opérations de séchage du manioc sont les suivants:

- Utilisation de séchoirs dotés de la capacité de séchage appropriée. Efficacité de séchage élevée grâce à une faible consommation d'énergie, une faible consommation de combustible ou une faible perte de chaleur.
- Des cabinets (figure 37) et des séchoirs rotatifs utilisant du charbon, du bois ou des déchets agricoles sont en cours d'essais au Nigeria, au Ghana, à Madagascar, en Tanzanie et en Zambie.
- Les séchoirs flash (figure 38) sont utilisés pour le séchage rapide de gros volumes d'amidon de manioc, de pulpe fermentée (fufu), de manioc râpé et pressé en farine, etc.
- La quantité de racines pouvant être obtenue doit être prise en compte lors du choix d'un séchoir. Une capacité de séchage trop élevée par rapport aux racines de manioc

disponibles sera une perte de temps et pourrait rendre l'opération de séchage trop coûteuse, réduisant ainsi la rentabilité.

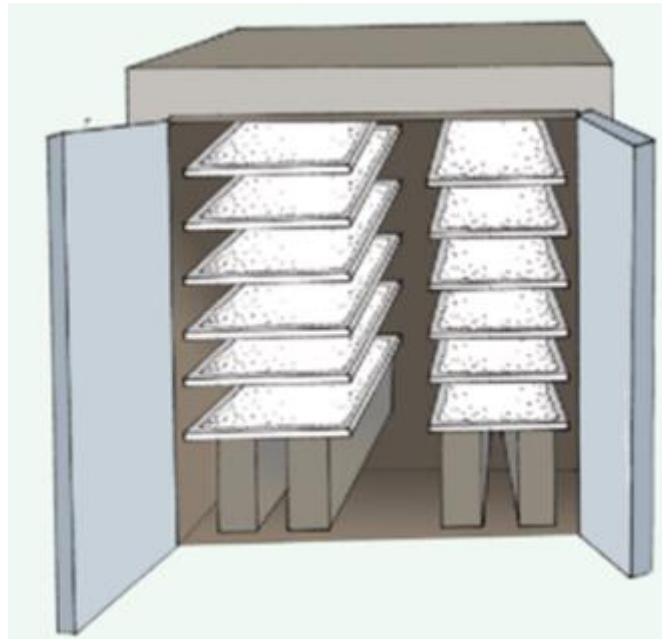


Figure 37. Séchoir à armoire

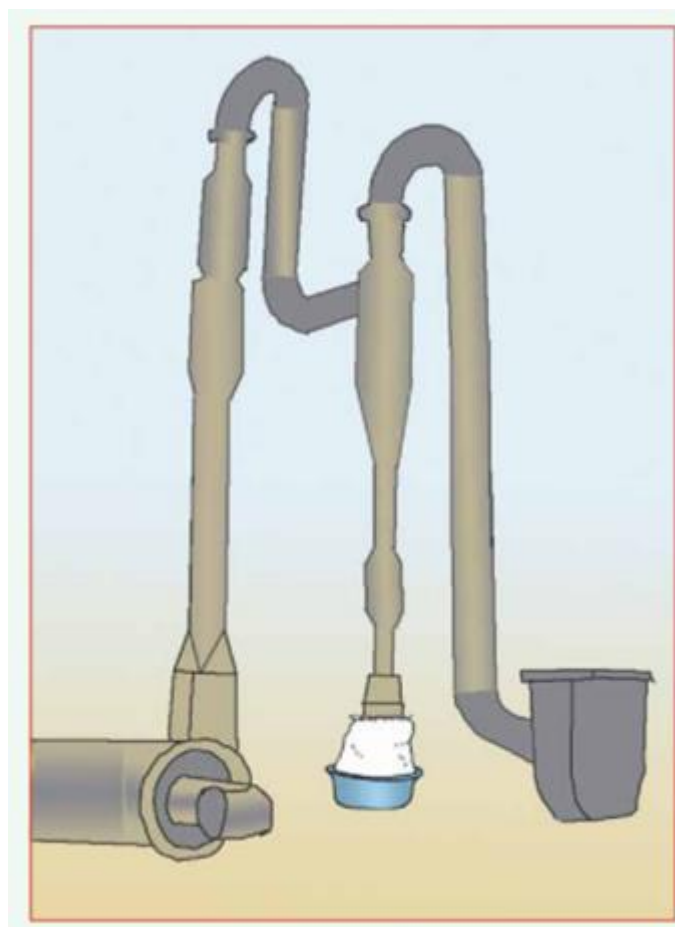


Figure 38. Sécheur flash

Poudrage

- Le manioc séché est principalement transformé en farine avant une utilisation domestique ou industrielle.
- La méthode traditionnelle de mouture de manioc séché à usage domestique est le pilonnage. La méthode est laborieuse et lente.
- Les machines à moudre les céréales et autres cultures sont très courantes et sont utilisées pour la meunerie de manioc. La finesse appropriée du manioc blanchi dépend de son utilisation finale (Figure 39).
- Le manioc destiné à l'alimentation animale doit être moulu, la farine destinée à la consommation domestique doit être bonne, tandis que la farine destinée à la cuisson du pain et à l'amidon doit être très fine.



Figure 39. Poudrage (transformation en farine panifiable)

Préparation du gari

Le gari est préparé en rôtissant ou en faisant frire des granules de manioc jusqu'à ce qu'ils soient cuits et séchés (figures 40 et 41). La méthode de rôtissage traditionnelle expose les femmes à la chaleur, à la fumée et à l'inhalation possible de cyanure libre. Les rôtisseuses mécaniques réduisent ces risques et augmentent la production de gari.



Figure 40. Rôtisseuse à gari mécanique



Figure 41. Poêle à bois

Emballage et stockage

Les produits à base de manioc, les croustilles fermentées ou non, la farine, l'amidon, etc. sont hygroscopiques. L'humidité absorbée par l'atmosphère favorise la croissance et la détérioration des moisissures. La croissance de champignons mycotoxigènes tels que *Aspergillus flavus* peut augmenter le risque de contamination par les mycotoxines des produits de manioc moisissés.

- Les méthodes traditionnelles de stockage du manioc séché exposé à l'humidité de l'atmosphère dans des sacs poreux, à même le sol ou dans l'Arctique. Les méthodes ne sont pas efficaces contre l'absorption d'humidité, la croissance de moisissures et les dommages causés par les insectes. *Prostephanus truncatus* (Horn), *Dinoderus minutus* et *Tribolium* sp. sont les insectes courants qui endommagent le manioc séché.
- Un emballage approprié et des conditions de stockage appropriées préservent les caractéristiques de qualité et la durée de conservation des produits à base de manioc.
- Les matériaux d'emballage et les conditions de stockage à utiliser pour les produits à base de manioc doivent empêcher les produits de réabsorber l'humidité et doivent également éviter l'infestation par des insectes nuisibles.
- Les sachets en polythène, en papier ou en polypropylène, doublés de polythène, conviennent au conditionnement des produits à base de manioc. (Figure 42)



Figure 42. Emballage amélioré pour la vente dans les supermarchés

6.3. Synthèse

Les techniques de traitement traditionnelles sont laborieuses, font perdre du temps et peuvent donner des produits médiocres. La mécanisation de la transformation du manioc peut résoudre ces contraintes. Le choix des machines pour la fabrication d'un produit à base de manioc dépend des opérations unitaires impliquées dans son processus de production. La capacité de la machine doit être choisie en fonction de la quantité de racines disponible ou pouvant être obtenue, tandis que les systèmes d'emballage et de stockage doivent viser à empêcher les produits de manioc transformés de réabsorber l'humidité, la croissance de moisissures et l'infestation par des insectes nuisibles.

CONCLUSION

L'augmentation des rendements commence par la sélection de matériel de plantation de haute qualité et l'adoption de procédures de plantation appropriées. L'utilisation de bonnes pratiques agronomiques qui éliminent l'utilisation de produits chimiques ou d'engrais peut garantir de bons rendements en manioc à des coûts bas, tout en respectant l'environnement. Une bonne pratique agronomique commence par la sélection de variétés à haut rendement et par l'acquisition de matériel de plantation sain auprès d'institutions spécialisées, d'agriculteurs individuels certifiés, d'associations d'agriculteurs ou de sociétés semencières. En outre, les producteurs de manioc ont besoin de conseils ou de services en matière de lutte contre les mauvaises herbes auprès de personnel qualifié possédant les connaissances techniques et l'expérience requises. Ces compétences sont généralement disponibles dans les centres de recherche et de vulgarisation spécialisés dans le manioc. Par conséquent, ces spécialistes sont soit très peu nombreux, soit localisés également par la majorité des agriculteurs. Afin d'améliorer la qualité des services fournis aux agriculteurs, les ministères de l'Agriculture et institutions partenaires des pays producteurs de manioc pourraient envisager de mettre en place des programmes de formation pour transférer ces compétences aux techniciens agricoles des zones rurales et les doter des outils nécessaires pour fournir ces services aux agriculteurs de leur pays. C'est le cas de cette formation organisée à l'attention de 40 conseillers agricoles par le programme ProSol de la GIZ.

Une mécanisation rentable de la production de manioc jusqu'à la récolte et au transport en vrac des racines récoltées jusqu'à la transformation ou à la vente est nécessaire pour permettre aux agriculteurs de tirer pleinement parti des intrants améliorés, tels que les variétés améliorées, les engrais et les herbicides. Pour réduire les besoins en main-d'œuvre, un agriculteur peut choisir d'engager ses outils ou ses machines de traitement auprès d'institutions de location d'outils ou de les acheter. Une sélection minutieuse de ces outils permettra aux agriculteurs et aux transformateurs de réduire leurs coûts opérationnels.

Dans le cas du stockage et de l'emballage du manioc frais, le choix de la technique de stockage dépend de la forme sous laquelle le manioc sera utilisé ou consommé à la fin du stockage, de la période de stockage prévue de fraîcheur requise. Dans tous les cas, il est avantageux d'utiliser des méthodes de stockage améliorées et rentables. Si le traitement est souhaité, les méthodes de traitement mécanisées améliorées sont préférables aux techniques de traitement traditionnelles, qui consomment beaucoup de temps et de main-d'œuvre, et peuvent ne pas garantir la qualité et la sécurité. L'utilisation de machines et de systèmes

d'emballage efficaces et peu coûteux peut garantir la rentabilité élevée du produit pour le transformateur.

Référence

- 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. IITA, Ibadan, Nigeria. 36p
- GEL SUD Bénin, 2017. Formation des exploitants agricoles sur la production écologique du manioc. Programme Quinquennal, 2017-2021 SAE Mono. Louvain Cooperation. 33p
- GIZ, 2019. Compendium des Mesures de Gestion Durable des Terres (GDT) et d'Adaptation au Changement Climatique (ACC) par filière agricole. ProSOL Bénin. 104 p.
- IFDC, 2019. Itinéraire technique du manioc, Approche Communale pour le Marché Agricole, phase 2 (ACMA2). 8p

ANNEXE: Fiche techniques de variétés de manioc les plus indiquées dans la fabrication de farine panifiable.

<p>REPUBLIQUE DU BENIN</p> <p>Groupe de Recherche, Innovation agricole, Gestion de la biodiversité et Action pour un Développement durable et Equitable à la Base (GRIGADEB)</p> <p>ENREGISTRE SOUS LE N° 2020 N° 5/001/PDC/SGD/SAG au JO</p> <p>BP 29 DASSA-ZOUME (République du Bénin) Tel : (+229) 96109540, e-mail : grigadebena@gmail.com / inados2000@gmail.com</p>		
<p>FICHE TECHNIQUE DE LA VARIETE DE MANIOC RB 89509</p>		
<p>Nom de la variété : RB 89509</p>		
<p>Nature génétique : Clone local sélectionné Origine : Bénin Année d'inscription : 2010</p>		
<p>Caractéristiques agronomiques</p>		
<p>Rendement potentiel en racines fraîches: 30 t/ha Cycle de production : 10 à 12 mois Résistance à la mosaïque : Très bonne Résistance à la bactériose : Très bonne Résistance à l'Anthracnose : Très bonne Résistance à la cochenille farineuse : Très bonne Résistance aux acariens verts : Bonne Rétention de feuilles vertes en saison sèche : Très bonne Tolérance à la sécheresse : Bonne</p>		
<p>Caractéristiques morphologiques</p>		
<p>Couleur du pétiole : Vert clair Couleur des jeunes feuilles : Vert Pubescence de l'apex : Modérée Couleur des feuilles matures : Verte Couleur de la tige aotée : Marron Port de la plante : Erigé Taille de l'entrecoeur : Courte</p>		
<p>Qualité et diverses options de transformation</p>		
<p>Type de variété : Doux frais Friabilité : Friable Gari : Oui Tapioca : Oui Rendement moyen en cossette : 33% Aptitude à la pâtisserie et à la panification : Bonne à 10-11 mois</p>		
<p>Source : MAEP-CaBEV, 2016</p>		

REPUBLIQUE DU BENIN

Groupe de Recherche, Innovation agricole, Gestion
de la biodiversité et Action pour un Développement
durable et Equitable à la Base (GRIGADEB)



ENREGISTRE SOUS LE N° 2020 N° 5/001/PDC/SGD/SAG au JO

BP 29 DASSA-ZOUME (République du Bénin)
Tel : (+229) 96109840, e-mail : grigadebna@gmail.com /
inados2000@gmail.com



FICHE TECHNIQUE DE LA VARIETE DE MANIOC RB-CONA 84

Nom de la variété : RB-CONA 84

Nature génétique : Clone amélioré
Origine : GRIGADEB
Année de sélection : 2019



Caractéristiques agronomiques

Rendement potentiel en racines fraîches: 45 t/ha
Cycle de production : 6 à 8 mois
Résistance à la mosaïque : Très bonne
Résistance à la bactériose : Très bonne
Résistance à l'Anthracnose : Très bonne
Résistance à la cochenille farineuse : Très bonne
Résistance aux acariens verts : Bonne
Rétention de feuilles vertes en saison sèche :
Très bonne
Tolérance à la sécheresse : Bonne



Caractéristiques morphologiques

Couleur du pétiole : Vert clair
Couleur des jeunes feuilles : Vert
Pubescence de l'apex : Modérée
Couleur des feuilles matures : Verte
Couleur de la tige aoûtée : Marron
Port de la plante : Erigé
Taille de l'entre-nœud : Courte



Qualité et diverses options de transformation

Type de variété : Doux frais
Friabilité : Très Friable
Gari : Oui
Tapioca : Oui
Rendement moyen en cossette : 36%
Aptitude à la pâtisserie et à la panification : Bonne à
6-7 mois



Source : Dossou-Aminon 2021