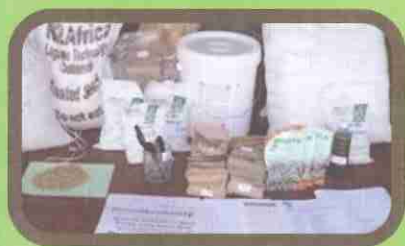




*Mise en oeuvre de la fixation
de l'azote au service des petits
producteurs en Afrique*

Fixation Biologique de l'Azote et Entreprise de Légumineuse à Graine: Guide du Paysan Pilote pour N2Africa



Fixation Biologique de l'Azote et Entreprise de Légumineuse à Graine: Guide du paysan pilote pour N2 Africa

© CIAT-TSBF

Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture (CIAT-TSBF), c/o United Nations Avenue, Gigiri, P.O. Box 30677-00100, Nairobi, Kenya, Tel: +254-20-7224755 or +254-20-7224772; Fax: +254-20-7224763; Email: tsbfinfo@cgiar.org; Internet: www.ciat.org/tsbf-institute.

Cette publication peut être reproduite en entier ou partiellement, pour des fins non commerciales pourvu que son auteur et CIAT-TSBF soient remerciés.

Remerciements

Des commentaires très utiles sur ce livret ont été reçus de Hakeem A. Ajeigbe, Kenton Dashiell, Nancy Karanja, Ken E. Giller, Bernard Vanlauwe et Judith De Wolf. La traduction en Français a été réalisée par Jean-Berckmans B. Muhigwa. Le financement de ce livre a été assuré par une bourse du groupe Plant Sciences de l'Université de Wageningen à partir de la Fondation Bill et Melinda Gates. Les apports et les conclusions contenus dans ce livret proviennent de l'auteur et ne représentent pas nécessairement les vues de la Fondation Bill & Melinda Gates. Imprimé par les bureaux des Nations unies à Nairobi, au Kenya. L'appréciation s'étend à toutes les personnalités ci-dessus pour leurs contributions respectives.

Citation correcte

Woomer, P.L. 2010. Fixation Biologique de l'Azote et Entreprise de Légumineuse à Graine: Directives des Maîtres Fermiers pour N2Africa. Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture. Nairobi. 17 pp.

Les citations suivantes présentent les principales sources d'informations utilisées durant la préparation de ce manuel:

FAO. 1984. *Legume Inoculants and their Use*. Food and Agriculture Organization. Rome.

Giller, K.E. 2001. *Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems*. Second Edition. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Sanginga, N. and Woomer, P.L. 2009. *Integrated Soil Fertility Management in Africa: Principles, Practices and Developmental Process*. TSBF-CIAT. Nairobi.

Singleton P.W. et al. 1990. *Applied BNF Technology: A Practical Guide for Extension Specialists*. University of Hawaii NifTAL Project. Paia, Hawaii, USA.

Photos de couverture: rangée supérieure, de gauche à droite, grain de soja non traité, inoculation en deux étapes, grain de soja inoculé de rhizobium, rangée du milieu, démonstration de N2Africa paquet de technologies FBA-BNF, plants sains de soja, Visite au champ par les Maîtres Fermiers; rangée inférieure, une racine de haricot bien nodulée, fermiers recevant la démonstration du paquet N2Africa, grains de légumineuse et inoculants livrés pour vente. Photos de K.E. Giller, S. Koala et P.L. Woomer.



Mise en oeuvre de la fixation de l'azote au service des petits producteurs en Afrique

Fixation biologique de l'Azote et Entreprise de légumineuses à graine: Guide du Paysan Pilote pour N2Africa

Préparé pour le Projet N2Africa par CIAT-TSBF
et FORMAT, Nairobi, Kenya,
Juin 2010

Table des Matières

Bienvenue à N2Africa.....	2
Le Concept du Paysan Pilote.....	2
L'Azote à la Ferme.....	3
La Fixation biologique de l'Azote.....	3
Nodules de la racine et Symbiose.....	4
Légumineuses à Graines et leur Gestion.....	5
Gestion de la Fixation biologique de l'Azote.....	8
Inoculums Rhizobiaux et Inoculation de la Graine.....	9
Essai des Technologie au champ.....	12
Dissemination des Technologies FBA.....	13
Conduite de semence Communautaire	14
Traitement des légumineuses a graine après-récolte.....	15
Stratégies de commercialisation des Légumineuses a graine	15
Glossaire du Paysan Pilote.....	16
Liste de compétences du Paysan Pilote.....	17

Écrit et conçu par Paul L. Woomeer. Pour plus d'information sur le Projet N2Africa, contactez le Chef du Projet sur k.dashiell@cgiar.org ou visitez notre site internet www.N2Africa.org

Bienvenue à N2Africa

Avantages prévus du Projet N2Africa

Ce projet met en oeuvre la fixation de l'azote au service des petits producteurs en Afrique. Il lie directement les besoins en protéine et en azote des producteurs Africains pauvres aux réserves atmosphériques massives et leur fournit de nouvelles entreprises de production agricole génératrices de revenu. En augmentant la production de quatre légumineuses à graine : haricot, fève soja, niébé et arachide, le projet aide les producteurs à pratiquer la gestion durable de la fertilité du sol et à adopter de nouvelles technologies avantageuses de production et des entreprises assurant la valeur ajoutée.

L'impact du projet	La cible
Nombre de pays	8
Nombre de ménages	225.000
Le rendement moyen de la légumineuse	+ 945 kg par ha
Accroissement en FBA	+ 46 kg N par ha
Avantages accrus aux ménages	+ \$465 par année

Améliorer le bien-être des ménages en apportant des variétés améliorées de légumineuses à graine et de nouvelles technologies de fixation biologique de l'azote (FBA) partout en Afrique sub-saharienne est l'objectif ultime de ce projet. Dans sa première phase, le projet N2Africa travaille avec 225.000 ménages dans huit pays et nous vous invitons à devenir l'un de ces producteurs. Ce manuel de vulgarisation vous permet de comprendre les pratiques champêtres et les avantages de production de légumineuses à graine améliorée en culture mixte, en petites exploitations afin que vous puissiez mieux participer et bénéficier de votre implication dans le projet N2Africa.

Le Concept de Paysan Pilote

Le projet N2Africa réalise ses objectifs technologiques à travers un réseau de Paysans Pilotes. Les Paysans Pilotes servent d'exemple d'une exploitation familiale améliorée à leurs voisins, aux membres du groupe et à la communauté agricole en général, un catalyseur qui encourage des producteurs à changer les pratiques agricoles improductives, un guide d'aide de diagnostic de compétences, un conseiller qui fortifie l'organisation du groupe et renforce les capacités, un formateur en compétences techniques de base en agriculture de pointe et de lien entre associations paysannes et les agents de vulgarisation ainsi que les efforts de développement rural.

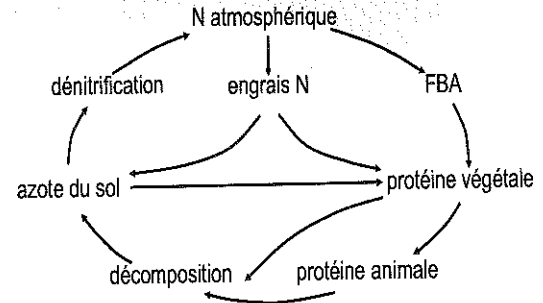
L'interaction constante entre le paysan pilote et le groupe de producteurs assure la participation des membres dans l'organisation et la mise en œuvre ainsi qu'elle encourage l'expérimentation l'adaptation et l'adoption entre paysans. D'autres responsabilités importantes du paysan pilote consistent à assister l'agent de vulgarisation dans le développement de nouvelles activités de groupe et à l'organisation de discussions de groupes sur la validité et les besoins d'affinage des nouvelles techniques de production d'une saison à l'autre.

Les Paysans Pilotes du projet N2Africa ont une compréhension pratique de la gestion de l'azote, des légumineuses, du rhizobium et de la fixation biologique de l'azote (FBA) y compris des compétences dans le maniement et l'application de l'inoculant rhizobial (cfr page 17). Ils conçoivent, installent et interprètent des essais diagnostiques dans les champs paysans et sont capables de travailler avec d'autres producteurs et leurs organisations pour la

promotion d'entreprises de légumineuses à graine. Les Paysans Pilotes visitent les fermes avoisinantes, y compris les ménages les plus pauvres, afin de mieux comprendre leurs besoins et opportunités et ils continuent à se perfectionner et à partager leurs compétences au fur et à mesure qu'ils gagnent eux-mêmes de l'expérience.

L'Azote sur la Ferme

La plupart de l'azote (N) réside dans l'atmosphère sous forme inerte. La fixation biologique de l'azote capture cet azote qui est utilisé par les organismes du sol, les plantes et les animaux avant qu'il ne retourne dans l'atmosphère (voir diagramme). Une stratégie clé est de recycler cet azote intérieurement dans la ferme. La gestion réussie de l'azote optimise les entrées, retient les résidus de récolte et oriente les pertes de l'azote vers les produits de la récolte. N est un composant vital des protéines et du protoplasme dans les plantes et les animaux et nécessaire pour la croissance et la reproduction. Les symptômes typiques de la carence en azote est le jaunissement (chlorose) des feuilles inférieures des plantes. En carence extrême, les feuilles sont pâles, tombent prématurément, les plantes affectées sont retardées et les rendements sont extrêmement bas. Les légumineuses à graine offrent une source excellente de protéines essentielles à la nutrition humaine, offrant des rendements moins élevés que les céréales et les tubercules mais avec un taux en protéines beaucoup plus élevé.



Cycle simplifié de l'Azote ou le FBA provident directement de l' atmosphère aux plantes plantations

La réserve en azote des sols agricoles doit être renouvelée régulièrement pour maintenir la production agricole. Les causes majeures de carence en azote incluent l'insuffisance dans la solution du sol et le lessivage, les sols inondés et la compétition entre plantes pour des réserves d'azote limitées. Les mesures de remédiation incluent l'amélioration du drainage des sols inondés, le sarclage pour éliminer la compétition des mauvaises et le chaulage pour ajuster le pH. Le Remplacement de l'azote du sol est assuré soit par l'addition d'engrais inorganiques soit par la fixation biologique de l'azote (FBA). Les engrais azotés minéraux sont produits en fixant chimiquement le N₂ de l'air pour produire industriellement du gaz ammoniac. Ce processus est coûteux en énergie du fait qu'il exige à la fois une haute température et une forte pression; ce qui explique le prix élevé des engrais azotés. Par contre, la stratégie d'apport de nutriment appelée "N venu de l'air et les autres du sac" offre un ajustement flexible en conditions locales et l'occasion pour optimiser l'usage de ressources organiques et des agro-minéraux localement disponibles.

La Fixation biologique de l'Azote

Quelques bactéries convertissent l'azote atmosphérique en gaz ammoniac dans un processus appelé fixation biologique de l'azote (FBA). Dans la symbiose Rhizobium-légumineuse, les bactéries du genre Rhizobium fournissent à la plante l'azote (N) fixé dont la plante a besoin pour sa croissance. FBA est une option bon marché, une ressource renouvelable pour les petits exploitants leur permettant de canaliser l'investissement très limité de leur exploitation vers d'autres besoins pressants du ménage. Il y a quatre façons d'augmenter la fixation de l'azote sur la ferme; 1) augmenter les surfaces emblavées en légumineuses, 2) augmenter la productivité des légumineuses à travers une meilleure gestion et l'utilisation d'engrais, 3) cultiver des variétés de légumineuses plus productives, et 4) pratiquer l'inoculation des légumineuses à graine avec un inoculum bien adapté. Les producteurs ne devraient pas choisir une seule de ces options, mais plutôt en appliquer autant que possible. Une autre approche indirecte de promouvoir la FBA est tout autant important. Il s'agit d'établir des

liens avec les marchés augmentant ainsi les profits et permettant aux producteurs d'investir en entreprise de légumineuses et en FBA.

Les Nodules racinaires et la Symbiose Légumineuse -Rhizobium

Une caractéristique des légumineuses alimentaires tropicales, y compris le haricot, le niébé, l'arachide et le soja, est leur association avec les bactéries du rhizobium pour former des nodules à la racine, le site de la FBA. Les nodules de la racine peuvent être sphériques, s'étendre ou se brancher selon la légumineuse hôte (Figure 1). Les plus grands nodules avec l'intérieur rouge fixent habituellement plus d'azote. Plusieurs légumineuses montrent une préférence pour certains rhizobia, assignant ces bactéries à différents groupes d'inoculation croisée selon les types de légumineuse qu'ils nodulent. Quelques légumineuses affichent la promiscuité, nodulant avec plusieurs rhizobia différents, tandis que d'autres ont des exigences spécifiques. Des hôtes spécifiques répondent mieux à l'inoculation avec des rhizobia.

La nodulation des légumineuses par des rhizobia implique un processus complexe de reconnaissance biochimique, infection, formation du nodule, transformation de l'azote et sénescence. En premier lieu, les rhizobia se multiplient près des racines de l'hôte, les deux échangent des signaux biologiques et les rhizobia s'attachent à la racine. Alors les rhizobia entrent dans la racine et les primordia du nodule se développent et enflent. Pendant que le nodule se forme, la plante hôte fournit de l'énergie sous forme de sucres de la photosynthèse, la FBA en découle et l'azote N fixé est exporté vers la plante. Une nodulation à la base (couronne) avec des nodules abondants sur la racine principale supérieure, est considérée comme optimale pour beaucoup de cultures. Les nodules de la racine qui se forment mais fixent peu d'azote sont dites inefficaces. Les nodules inefficaces sont souvent petits et généralement ont l'intérieur vert ou blanc.

L'activité de FBA est plus grande quand l'azote du sol est moindre et force la légumineuse à obtenir son azote de l'atmosphère. L'intervalle de FBA des légumineuses à graines varie de moins de 40 kg par ha pour les haricots sauvages à plus de 200 kg par ha pour le soja. L'engrais Vert, le pâturage et légumineuse en agroforesterie ont la capacité de fixer même plus d'azote (200 à 300 kg par ha par année). En plus de leur culture pour la graine, les légumineuses à graines sont salutaires quand elles croissent en rotation avec les autres récoltes et fournissent entre 25 et 75 kg d'azote au sol à travers la décomposition des résidus de la récolte au champ.

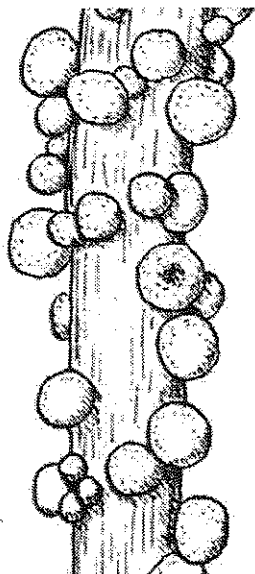
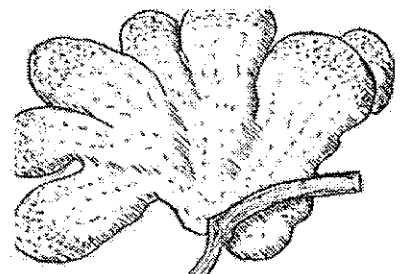
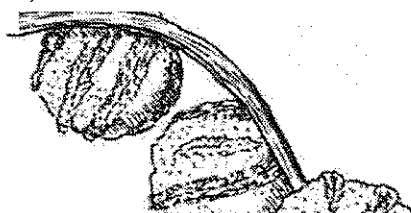
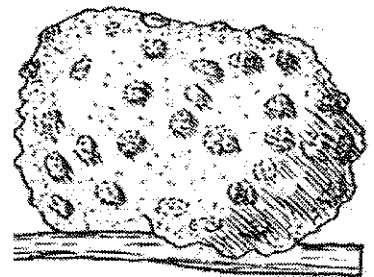
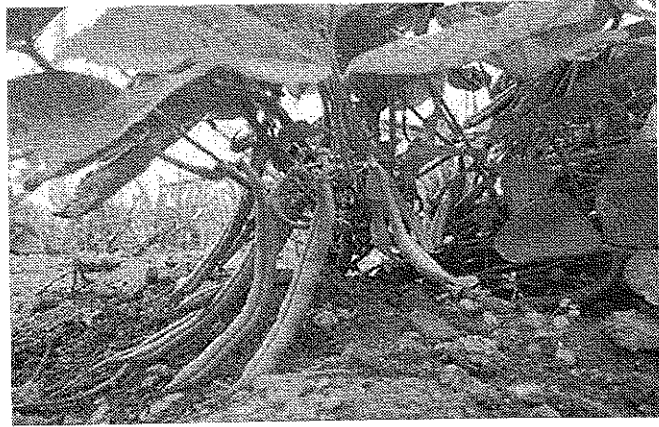


Figure 1. Les nodules des racines des Légumineuses présentent plusieurs formes mais avec des caractéristiques communes. Elles peuvent être aplaties (gauche), sphériques (ci-dessous), globulaires (droite au-dessus) et allongés ou ramifiées (droite en bas). Les nodules contiennent les rhizobia et servent de site de FBA (d'après H.D.L. Corby, 1988, *Kirkia* 13, 53-124)

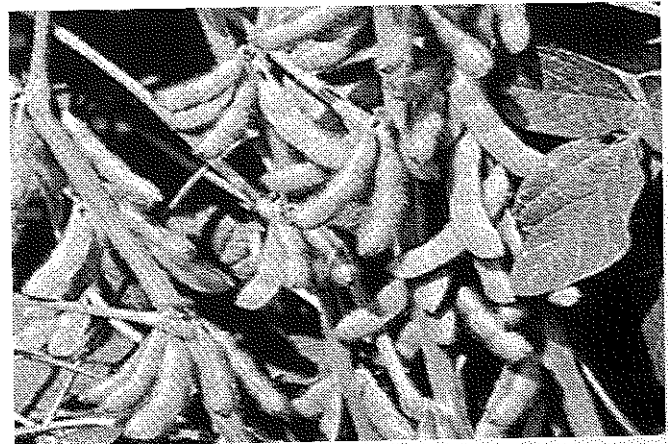


Légumineuses à graine retenues du projet N2Africa et leur Gestion

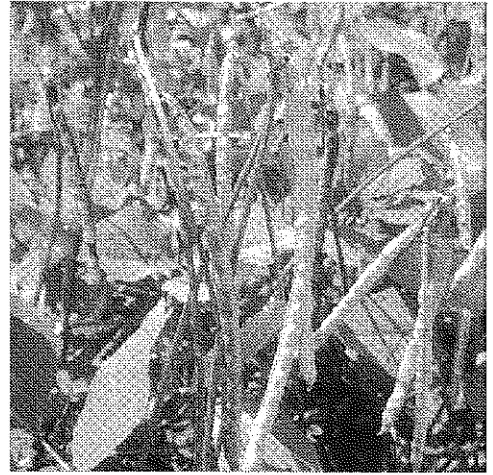
Le haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) est un broussailleux ou volubile annuel trifolié, feuilles légèrement velues et fleurs petites, blanches, jaunes ou pourpres qui portent de longues gousses lisses qui forment une grosse graine à forme de rein. Beaucoup de variétés et cultivars existent. Il est cultivé des hautes terres équatoriales aux régions tempérées mais son



rendement est moindre dans les plaines chaudes et humides. Les Rendements actuels en Afrique sub-saharienne (SSA) sont en moyenne de 530 kg par ha avec des rendements potentiels qui dépassent 2000 kg. Il exige une pluviométrie modérée suivie par un intervalle de maturation sec et est sensible au sol très acide. Le haricot est souvent en culture mixte avec les céréales, habituellement le maïs et est susceptible à une gamme variée de ravageurs et de maladies. Sa propagation se fait par sa graine à germination rapide avec approximativement 2500 graines par kg. Ses feuilles, jeunes gousses, jeunes pousses ou graines mûres sont toutes comestibles. Le haricot est associé avec plusieurs espèces de rhizobia mais pas les plus communs dans la plupart des sols Africains et répond souvent à l'inoculation avec l'inoculum rhizobial. Les variétés de type bush ont un potentiel moindre en FBA (approximativement 35 kg N par ha) que les haricots volubiles de plus longue durée (jusqu'à 125 kg N par ha).



Le soja (Glycine max) est un broussailleux annuel jusqu'à 120 centimètres de hauteur trifolié avec de petites fleurs qui forment des gousses en grappes courtes et velues. Les racines sont profondes et portent beaucoup de nodules ronds. Il est cultivé depuis les plaines tropicales jusqu'aux hautes terres et tolère des sols modérément acides et une sécheresse de courte durée. Il produit peu en conditions fraîches et ombragées. Les rendements courants en Afrique sub-saharienne atteignent en moyenne 830 kg par ha avec des rendements potentiels pouvant aller jusqu'à 5000 kg. La Rouille du soja, un champignon brun qui attaque les feuilles, cause une menace sérieuse à la production et la culture se développe mieux en rotation. Les nouvelles variétés les plus récentes ont quelque résistance à cette maladie. La propagation se fait par graine avec approximativement 7000 graines par kg. Le soja a plusieurs usages industriels et est une source importante d'huile végétale et de protéine. Ses graines vertes ou mures sont comestibles et de couleur crème, jaune, vert pâle à noir. Il est aussi précieux comme aliment de bétail et foin. La plupart des variétés de soja ont des exigences en rhizobium très spécifiques et répondent souvent à l'inoculation des semences. Cependant des variétés nodulant avec une grande promiscuité ont été développées récemment. La nodulation en couronne est préférée. Le soja a une grande capacité de FBA (plus que 200 kg N par ha) qui comble à la fois les besoins de la culture et fournit des avantages à la culture suivante, surtout les variétés rampantes à cycle plus long.

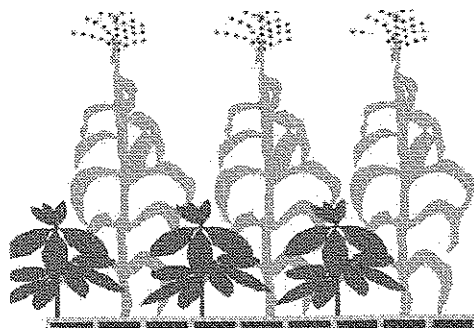


Le Niébé (Vigna unguiculata) est une plante annuelle soit erigé, rampant ou grimpant avec des feuilles trifoliées et des fleurs blanches, jaunes ou violettes qui produisent de longues gousses sveltes, lisses contenant des graines rondes ou cylindriques. Les racines se ramifient. Il est cultivé partout dans les tropiques et zones tropicales. Les rendements moyens en Afrique sub-saharienne sont de 340 kg par ha avec des rendements potentiels d'à peu près 00 kg. Le niébé tolère la chaleur, la sécheresse et l'acidité du sol mais est sensible à l'inondation. Il est susceptible à beaucoup d'insectes y compris la mouche blanche, les pucerons et charançons. Le niébé se propage par graine avec approximativement 7000 graines par kg. Les feuilles, jeunes gousses, graines jeunes ou mures sont comestibles et ses résidus de récolte sont d'un goût agréable au bétail. Les rhizobia associés au niébé sont communs dans la plupart des sols tropicaux et forment des nodules de forme ronde à irrégulier. Le niébé peut fixer jusqu'à 120 kg N par ha et a un arrière effet très bénéfique aux cultures suivantes, en particulier les variétés rampantes. de longue durée.

L'arachide (Arachis hypogaea) est une plante herbacée annuelle erigée (de type regime) ou rampante (type coureur) de 60 centimètres de hauteur avec des feuilles partiellement pennées et tiges charnues. Les fleurs sont jaunes et se forment à la base des nœuds inférieurs et le fruit fécondé s'enfonce dans le sol. La gousse est arrondie, corky et dure. L'arachide est fortement enracinée et manque de poils sur la



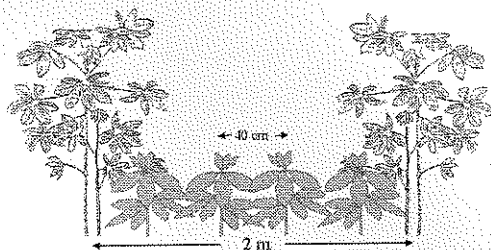
racine. L'arachide requière approximativement 600 mm de précipitation suivi d'une période sèche pour la maturation. De nouvelles variétés sont disponibles qui sont résistants au virus de la rosette de l'arachide, une maladie qui limite sévèrement les rendements de la culture. Les rendements moyens en Afrique subsaharienne sont de 950 kg par ha avec un potentiel de 2500 kg. Il convient mieux aux terreaux sablonneux, tolère l'acidité mais exige du calcium dans le sol lors du remplissage des gousses. La propagation se fait principalement par graine (1200 graines par kg) mais les copeaux de la tige sont aussi capables d'enracinement. Les arachides sont mangées cru, ou bouillies ou rôties ou moulues en beurre d'arachide. Les graines sont aussi utilisées pour l'huile végétale. Les feuilles et les tiges sont particulièrement d'un goût agréable au bétail parce que le feuillage reste vert même à maturité de la récolte. Les arachides sont associées avec les rhizobia communs aux sols tropicaux et forment des nodules nombreux, très petits, aplatis tout au long du système racinaire. La fixation de l'azote dans l'arachide est approximativement de 150 kg N par ha et offre des effets résiduels très bénéfiques aux cultures suivantes.



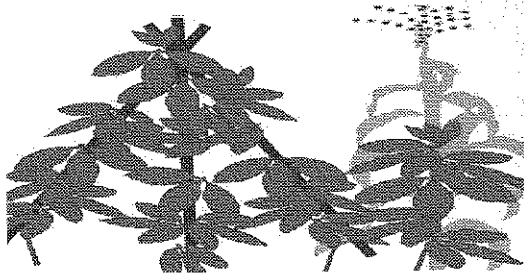
Arrangement de culture mixte maïs - légumineuses à graines



Gestion des légumineuses à graines. Diverses options sont disponibles pour augmenter la FBA à travers une entreprise de légumineuses à graine. Les légumineuses à graines peuvent être cultivées en culture mixte, en rotation ou comme culture de relais. La culture mixte permet aux producteurs de cultiver une gamme plus large de légumineuses alimentaires comme cultures de sous-bois avec des céréales ou du manioc. La pratique la plus commune de culture mixte consiste à alterner le maïs et les haricots sauvages ou le niébé, soit entre ou dans les lignes. Ces légumineuses mûrissent rapidement et peuvent tolérer l'ombrage, mais les rendements seront bas. Alternativement, les céréales peuvent être plantées à leur densité recommandée, mais chaque-autre ligne est déplacée pour faire place à un interligne plus large à la légumineuse. L'arachide et soja tous deux tirent avantage de cet arrangement.



Le manioc peut aussi être cultivé en interligne avec les légumineuses (ci-dessus). Le haricot volubile a besoin soit de support soit d'une culture accompagnatrice (dessus).



Les légumineuses peuvent aussi être cultivées en rotation avec d'autres cultures une fois par trois ou quatre saisons de culture en climat monomodal ou une fois toutes les deux saisons en conditions de pluie bimodale. La rotation renouvelle les éléments nutritifs du sol et améliore la disponibilité des ressources organiques, en particulier quand les variétés de légumineuses ont des caractéristiques très appréciées par des producteurs. La rotation réduit aussi les ravageurs et les maladies. La culture en relais

implique qu'on plante une culture dans la même parcelle où une autre est déjà établie. **Cela est d'autant plus vraie** quand l'une des cultures est de plus courte durée que l'autre et est remplacée après la récolte par encore une autre. La culture mixte maïs-haricot est relayée après la récolte du haricot en plantant un engrais vert ou un tubercule, car pendant que le maïs sèche à maturité la canopée de la culture de relais se referme. Les légumineuses peuvent aussi être relayées avec du manioc. Dans les régions non-humides, les cultures de relais doivent être résistantes à la sécheresse et chronométrées avec soin aux pluies.

Des variétés grimpantes de haricot sont disponibles qui ont avec des qualités de résistance multiple aux maladies, une plus grande FBA, et avec de plus hauts rendements que les haricots de type bush . Ils exigent des jalons, une pratique considérée trop cher par beaucoup de producteurs. Une alternative est de cultiver le haricot volubile avec le maïs, ou d'adopter une rotation maïs- haricot volubile, gardant les tiges de maïs comme support. Le haricot volubile plus agressif peut cependant, gagner la compétition face au maïs compagnon.

Gestion de la Fixation biologique de l'Azote

La FBA par les légumineuses à graines peut être gérée par de bonnes pratiques culturales qui permettent à la culture de mieux accomplir son potentiel et ainsi réduire le stress du climat et du sol. Ces pratiques incluent l'adoption de variétés améliorées, l'emploi judicieux d'engrais minéraux, un ajustement de la densité de semis et un désherbage à temps. Dans beaucoup de cas, les bactéries de *hizobium* natifs ne peuvent pas satisfaire la demande de la plante en FBA. Alors les semences de la légumineuse doivent être inoculées avec une souche élite de rhizobium au semis. L'établissement efficace de la FBA dépend de l'optimisation de toutes ces composantes et est mieux diagnostiqué dans le champ en récupérant et en observant les nodules de la racine. Il y a plusieurs contraintes environnementales à la FBA. La température extrême tue le rhizobium dans le sol et réduit la nodulation de la racine et exige que seulement des légumineuses tolérantes au stress tel que le niébé ou l'arachide ne soient cultivées. La sécheresse tue aussi le rhizobium dans le sol et réduit la FBA. Cet effet est minimisé en cultivant des légumineuses enracinées telles que l'arachide. Les légumineuses sont très sensibles à la salinité. Les Rhizobia se comportent bien dans les sols engorgés d'eau mais les légumineuses s'y adaptent mal à cause du manque d'oxygène et des minéraux toxiques. Dans ce cas, les légumineuses avec les racines peu profondes, telles que le haricot et le soja performant mieux que celles à racines profondes.

Les contraintes environnementales à la FBA incluent l'acidité du sol et la toxicité à l'aluminium, en particulier dans les sols tropicaux hautement lessives. Cette condition est facilement corrigée par le chaulage. Le chaulage fournit aussi le calcium, un autre élément nutritif exigé par les plantes en grande quantité. Le niébé et l'arachide sont modérément tolérants à l'acidité du sol. Après l'azote, le phosphore (P) est le deuxième élément nutritif limitant dans les sols Africains. Les Rhizobia sont tolérants à la faible teneur en phosphore mais la nodulation et la FBA en sont très sensibles. La carence en P est exprimée par une coloration pourpre des feuilles inférieures et l'augmentation du rabougrissement de la plante. La carence en phosphore peut être corrigée en appliquant des engrais phosphatés tels que le superphosphate ou le phosphate naturel finement moulu. Le superphosphate simple est la source de P la plus largement disponible et contient aussi du soufre (S). Le phosphate naturel est le moins cher des engrais mais ne réagit pas souvent dans les sols pour libérer ses éléments nutritifs pendant la première saison. Le superphosphate triple est le plus concentré des engrais P mais c'est aussi la source la plus chère de phosphore. La meilleure source dépend des propriétés du sol, de la disponibilité locale et du prix. Plusieurs micronutriments y compris le zinc, le molybdène, le cobalt et le bore sont nécessaires pour la FBA mais ces carences sont rares et se produisent dans les sables principalement, les sols extrêmement acides, alcalins ou sous condition engorgée.

Les légumineuses nodulées peuvent utiliser de l'azote minéral du sol et l'engrais mais cette source d'azote réduit la FBA. Les légumineuses prennent l'azote minéral du sol volontiers et cela a tendance à supprimer la FBA. Le coût de production des légumineuses à travers la FBA est beaucoup moindre qu'avec l'azote de l'engrais minéral et donc plus avantageux pour le producteur. Néanmoins, les légumineuses se développent mieux quand il y a une petite quantité de N minéral disponible au moment de la formation des nodules et une petite quantité d'azote de démarrage (10 à 30 kg par ha) au semis, la peut augmenter la FBA pendant la durée de la culture. Notez que cet azote de démarrage augmente seulement les rendements dans des sols qui sont extrêmement déficients en N et où le potentiel de rendement est élevé. Il est recommandé seulement si on dispose de preuves que son

Faire le meilleur usage d'inoculants de la légumineuse

- ☑ Utilisez l'inoculant correct pour chaque légumineuse. Vérifiez l'étiquette pour l'espèce de la légumineuse que vous plantez et la date d'expiration du produit.
- ☑ Protégez l'inoculant de soleil et chauffez pour le garder vivant. La température du stockage idéale est entre 40 et 260 C.
- ☑ Entrez l'inoculant dans des sacs hermétiquement fermés et enlevez-le avec des ustensiles propres.
- ☑ Utilisez un adhésif quand vous inoculez les graines. Les plus petites graines exigent plus d'adhésif.
- ☑ Utilisez la quantité recommandée d'inoculant. N'utilisez pas moins de 10 g par kg de graines. Les plus petites graines ont la plus grande surface et exigent plus d'inoculant.
- ☑ Inoculez des graines juste avant de semer. Couvrez les graines inoculées peu après le semis pour protéger le rhizobium du soleil et du séchage.

utilisation est économique. Le nitrate est une forme plus efficace d'azote de démarrage que l'urée. Dans la plupart des cas, les producteurs devront être conseillés de mettre les engrais azotes disponibles à la culture de céréales ou autres grandes cultures non-fixatrices d' N comme cultures mixtes ou en rotation avec les légumineuses à graines, et permettre ainsi aux légumineuses de prendre tout azote résiduel restant.

Inoculums Rhizobiaux et Inoculation de la Légumineuse à graines

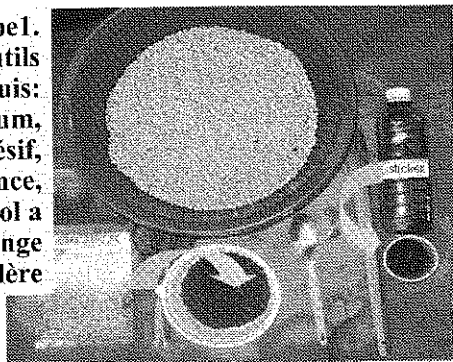
Dans beaucoup de sols, les bactéries de la nodule ne sont pas adéquates soit en nombre ou en efficacité. Sous ces conditions, il est nécessaire d'inoculer les semences de la Légumineuse à graines avec une souche élite de bactéries du rhizobium. Ces bactéries sont cultivées en laboratoire et sont combinées avec une matière porteuse, telle que la tourbe, le compost ou la boue filtrée, pour produire un inoculum de Légumineuse à graines. Le processus d'addition de cet inoculum à la graine est appelé inoculation. Les Rhizobia associés au soja et au haricot commun manquent dans les sols africains et les réponses à l'inoculation sont généralement possibles. Les populations de Rhizobium dans les sols chauds et secs sont faibles et les légumineuses dans ces sols profitent bien d'une inoculation. En général, l'inoculation est requise quand de nouvelles légumineuses sont introduites dans une région ou dans des champs où aucune légumineuse n'a été cultivée durant plusieurs années. Par contre, beaucoup de sols Africains contiennent de larges populations de rhizobia qui sont compatibles mais moins efficaces pour ainsi induire la nodulation sans apporter beaucoup d'avantage à la légumineuse hôte. Dans quelques cas, une application d' inoculum de rhizobia élite en grande quantité peut surmonter les rhizobia natifs.

Les inoculums de (semence) sont faciles à appliquer et efficace dans la plupart des conditions retrouvées au champ mais les inoculums sont périssables et rapidement perdent leur viabilité quand on les a exposé à une température de 400 C ou plus. Autrement, les inoculums retiennent leur efficacité pour six mois ou même plus longtemps lorsque réfrigérés. La matière adhésive de l'inoculum permet de retenir les rhizobia collés à la graine. Le gomme arabique, obtenu de l'arbre qu'on appelle 'Acacia Senegal, est un adhésif excellent lorsqu'appliqué en solution à 15-30%

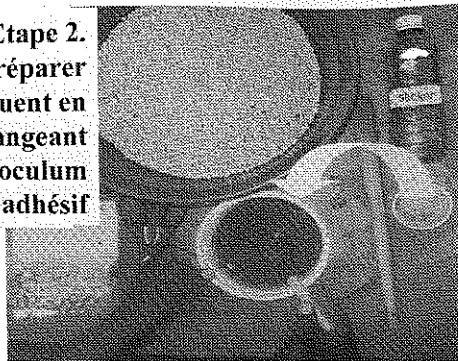
Nombre de rhizobia par graine de soja en utilisant divers adhésifs.

L'adhésif	Cellules par graine
Gomme arabique	2.500.000
Cellulose ME	2.000.000
Le miel	500.000

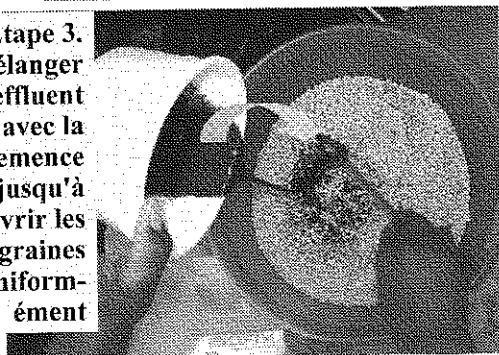
Etape 1.
Outils
requis:
inoculum,
adhésif,
semence,
bol a
mélange
et cuillère



Etape 2.
Préparer
l'effluent en
mélangeant
l'inoculum
et l'adhésif



Etape 3.
Mélanger
l'effluent
avec la
semence
jusqu'à
couvrir les
graines
uniformément



Etape 4. La
semence
inoculée est
placée sur
une surface
propre
pour être
séchée et
semée le
plus tôt
possible

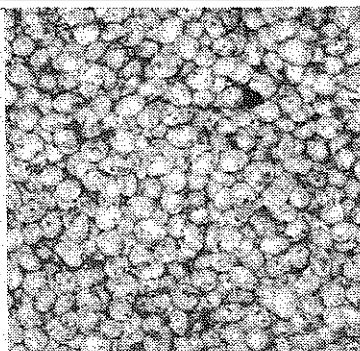


Figure 2. Inoculation de graine de légumineuse avec le rhizobium en utilisant la technique des effluents

dans l'eau. La cellulose de Methylethyl (ME) (solution 4%) est un adhésif industriel qui a aussi de bonnes performances mais n'est pas toujours disponible en Afrique. Différentes quantités d'adhésif sont exigées pour plusieurs Légumineuses à graines selon leur dimension. Plus d'adhésif est exigé pour les plus petites graines. Les autres adhésifs incluent la solution a 10% de sucre, 10% de solution de miel et de l'eau. Deux approches différentes pour inoculer les graines sont disponibles. L'une consiste a mélanger l'adhésif et l'inoculum ensemble avec les graines dans la technique appelée celle de l'effluent alors que la méthode des deux-étapes commence en enduisant les graines avec l'adhésif seul. La procédure pour l'inoculation a l'effluent s est la suivante : (voir figure 2).

1. Mélangez 100 g d'inoculum et 300 ml de solution de l'adhésif.
2. Placez 10 kg de semence du soja dans un seau de 20 litres.
3. Ajoutez 400 ml de l'effluent de l'adhésif de l'inoculum.
4. Remuez les graines avec une grande cuillère jusqu'à obtenir un enrobage uniforme.
5. Étendez les graines sur une surface propre pour sécher.
6. Inoculez et séchez les graines a l'ombre et semez les graines inoculées aussitôt que possible.

Dans l'approche a deux-étapes, la graine est en premier lieu enduite avec l'adhésif et l'inoculum est appliqué ensuite (voir la figure 3).

1. Placez 5 kg de graines de soja dans un sac plastique.
2. Ajoutez 100 ml d'adhésif de gomme arabique
3. Gonflez le sac et tournez jusqu' a le fermer.
4. Secouez doucement le sac pour approximativement une minute.
5. Ouvrez le sac et ajoutez 50 g d'inoculum, secouez encore, mais plus doucement pendant une minute.



Figure 3. Inoculation de grains de légumineuses avec rhizobia utilisant la technique des 2 e'tapes

6. Immédiatement après avoir enduit, étendez les graines sur une surface propre et les laisser se sécher à l'ombre. Semer les graines inoculées aussitôt que possible.

La technique des deux-étapes exige moins d'adhésif, assurant une meilleure couverture d'inoculum et est très appropriée pour de plus petites quantités de graines. Une agitation trop vigoureuse ou prolongée peut détacher l'inoculum des graines. Si les graines sont traitées aux pesticides, soyez prudent de ne pas les inhaler au moment de souffler le sac. N'ajoutez pas trop d'adhésif car cela conduira au colmatage des graines au séchage.

Il est possible de combiner de petites quantités d'engrais minéraux stratégiquement appliquées aux graines de légumineuses inoculées par pelleting avec du calcaire finement moulu ou du phosphate naturel suivant la méthode de l'effluent ou des deux-étapes. Dans les deux cas, la quantité d'inoculum appliqué reste la même (10 g par kg de graine) mais la quantité d'adhésif augmente de 40%. La quantité d'adhésif et minéraux requise varie avec la taille de la graine de la Légumineuse avec les plus petites graines demandant plus d'adhésif et d'enrobage avec une grande quantité d'engrais (Table 1). A noter que les minéraux très acides ou fortement alcalins tels que les superphosphates, le soufre ou la chaux hydratée ne devraient pas être utilisés car les boulettes de ces matières réagissent avec l'humidité du sol et endommager rhizobia.

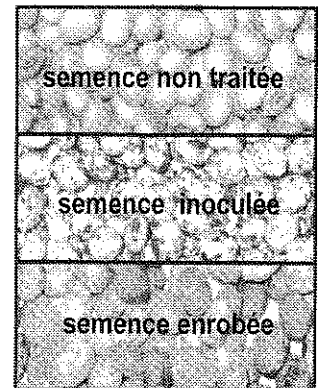


Tableau 1. Adhésif et la couche minérale requise pour enrober différentes graines de légumineuses suivant la technique de l'inoculation en deux-étapes.

Légumineuse	Poids de la graine g/graine	-----Enduit a deux-étapes-----		
		adhésif ml/kg graine	inoculum g/kg graine	enrobement g/kg graine
soja	0,15	28	10	200
haricot	0,42	26	10	160
arachide	0,50	20	10	120
nièbe	0,12	30	10	220

Essai de Technologie au Champ

Les Producteurs Pilotes doivent être capables de concevoir, installer et interpréter des essais simples au champ, soit en collaboration avec les chercheurs ou de leur propre gré. Ces essais visent à identifier quelles contraintes limitent la productivité des légumineuses à graine et quelles mesures sont exigées pour corriger la situation. Un essai-clé consiste à savoir si les rhizobia natifs sont suffisants ou si l'inoculation rhizobiale est nécessaire.

Un autre essai important vérifie si les légumineuses répondent aussi à l'apport d'engrais minéral. Un design simple 2x2 au champ qui examine la réponse à l' inoculation (+R) et au phosphore (+P) apparaît à la figure 4. Chacune des quatre parcelles est identifiée avec un code qui décrit sa gestion, occupe 25 m² et contient 10 lignes de légumineuse de cinq mètres de longueur. Les plants dans chaque parcelle sont évalués quant à la vigueur de la récolte, le rendement en grain et la nodulation de la racine. Si toutes les parcelles produisent de la même façon, alors il n'y a aucune réponse à l'inoculation rhizobial ou à l'addition du phosphore. Si les parcelles +R produisent mieux alors l'inoculation est recommandée. Si les parcelles +P produisent mieux alors l'engrais phosphate est nécessaire. Si les parcelles +R+P donnent mieux, alors une interaction positive entre inoculation et les apports du phosphore sont suggérées et les deux traitements devraient être effectués. Desessais semblables au champ peuvent être conçues en utilisant d'autres types d'engrais selon les tions locales. Des essais au champ qui comparent l'inoculum à l' engrais N évaluent l'efficacité des inoculums et le besoin en azote de démarrage.

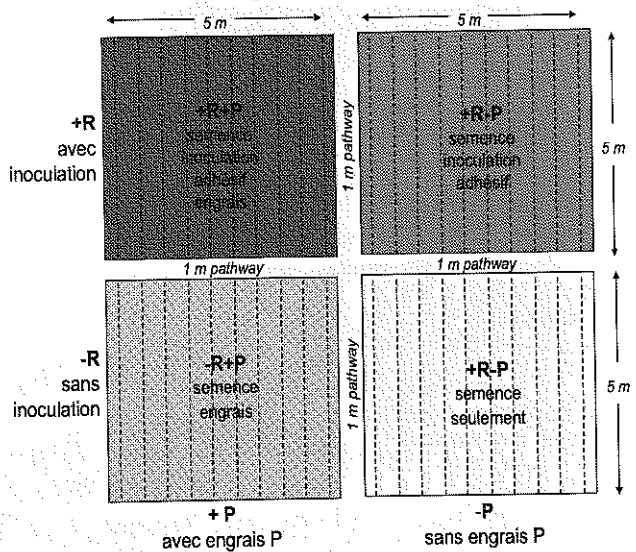


Figure 4. Essai expérimental 2 X 2 pour tester la réponse d'une légumineuse à l' application de P et à l' inoculation.

Un accord simple entre producteurs et chercheurs peut grandement rehausser la valeur des essais de technologie au champ. Les producteurs devraient faire leurs propres observations sur les Essais au champ et les exprimer aux chercheurs. Les organisations paysannes devraient organiser des journées portes ouvertes qui démontrent les technologies testées à l' appui des partenaires de la recherche. Producteurs coopérateurs ne devraient pas falsifier les données, déguiser des échecs expérimentaux ou exagérer des demandes pour compensation. Ils ne devraient pas non plus enlever des récoltes sur les parcelles à l'insu des chercheurs. Les chercheurs aussi doivent impliquer les producteurs dans toutes les étapes d'organisation, établir une division claire de responsabilité pour les opérations au champ et l'archivage des données et interpréter leurs conclusions en des termes compréhensible pour les producteurs, en particulier leurs coûts et recettes. Au fur a mesure que les Producteurs Pilotes gagnent en experience dans le diagnostic au champ, il sera important qu'ils conduisent leurs propres Essais qui ajustent mieux les nouvelles technologies à leurs conditions partielieres et a leurs besoins.

Dissémination de Technologies en FBA

Les journées portes ouvertes organisées par les groupes locaux sont un grand moyen de diffuser des messages techniques importants tant aux membres du groupe qu' à la grande communauté. Une seule journée porte ouverte peut viser plusieurs groupes de clients: producteurs, éducateurs et étudiants, operateurs économiques locaux,, organisations paysannes avoisinantes, gouvernement local et garants. Ces événements ont aussi une composante sociale forte où les producteurs célèbrent leurs efforts collectifs et socialisent avec les amis et les voisins. Des directives simples peuvent améliorer les impacts de ces journées :



- Formez un comité organisateur pour organiser les activités, identifier un lieu accessible et chercher la participation et les fonds.
- Planifiez et annoncez bien en avance le lieu de la venue.
- Organisez la journée porte ouverte sur fond de démonstrations et d' expositions.
- Sollicitez la participation des écoles, des operateurs économiques , des agents locaux de vulgarisation et autres associations paysannes. Prévoyez les orateurs du jour.
- Placer des affiches lisibles pour alerter et guider le public.
- Arrangez les tables pour exposition et collations et amusements pour les participants. Ne vous sentez pas obligé de fournir un repas complet.
- Organisez des visites guidées sur l'adoption de la technologie dans les fermes avoisinantes.
- Postez des signes et désignez des membres bien renseignés pour expliquer les démonstrations du champ.

Ne différez pas l'ouverture de la journée porte ouverte à cause de l'arrivée tardive de dignitaires ou prolonger les activités récréatives ou le bavardage au microphone parce que cela voile les messages techniques importants. Quelquefois plus petit le groupe est, meilleur il est. Une journée porte ouverte spéciale peut être organisée pour les membres du groupe seulement et peut être combinée avec une assemblée générale de l'association ou lors de discussions sur les nouvelles initiatives du groupe.

De plus grands impacts sont accomplis en focalisant les intérêts des femmes producteurs comme innovatrices techniques et bonnes ménagères. Les initiatives de nutrition sont mieux dirigées vers les femmes. Les ménages doivent étendre les droits des femmes à la culture mixte et encourager l'importance de prise de décision commune dans l'exploitation familiales. Les projets peuvent offrir des motivations spéciales à travers les organisations de femmes et introduire des technologies économes de main d'œuvre. Le secteur privé peut stocker les intrants requis et stimuler une nouvelle entreprise et l'emballage des engrais en plus petites quantités plus accessibles aux producteurs femmes et aux ménages plus pauvres. Des opportunités doivent être créés afin de pouvoir former et recruter plus de femmes comme Productrices Pilotes , agents associés agricoles, ou comme fournisseuses de services agricoles. L'habilitation des femmes ne doit pas être envisagée comme une menace à la division des rôles entre hommes et femmes mais plutôt comme un moyen d'améliorer situation des ménages et de la communauté. La moitié des Producteurs Pilotes formée par N2Africa sont des femmes.

Conduite de la Production semencière communautaire

Plusieurs variétés améliorées de légumineuse à graine font l'objet de promotion travers le Projet N2Africa et nous comptons sur la participation des organisations collaboratrices pour conduire le stockage de semences à travers les activités communautaires. Ces légumineuses améliorées incluent le soja nodulant, le haricot volubile résistant aux maladies, l'arachide résistante à la rosette et autres. Historiquement, les compagnies semencières en Afrique sont très lentes à accorder un brevet et commercialiser les variétés améliorées de légumineuses à graines parce qu'elles sont autogames et moins profitables que les céréales hybrides et autre graines. Le projet N2Africa vise à créer une plus grande demande pour les légumineuse à graines commercialement produites mais dans l'intervalle il s'attèle à ce que la production locale de semence soit suffisante pour couvrir les besoins de ces zones cibles.

En effet, les organisations paysannes ont le droit de produire de la semence pour leurs membres aussi longtemps que la semence n'est pas vendue à travers des canaux de commercialisation. Les Producteurs Pilotes ont mener des efforts de production communautaire de semence dans leurs organisations respectives et le Projet N2Africa les aidera dans ce sens. Cette production peut être centralisée sur quelques grandes parcelles ou conduite par beaucoup de producteurs sur de plus petites parcelles ayant soin pris d'alterner les champs pour réduire la recrudescence des ravageurs et maladies. Un soin doit aussi être pris pour identifier et exclure les graines affectées par les ravageurs et les maladies (voir la section suivante sur la manipulation après-récolte). La graine entreposée devrait être traitée avec un fongicide et un insecticide pour protéger sa qualité jusqu'à la saison suivante. Les étapes nécessaires pour la production semencière communautaire par une organisation locale sont les suivantes :

1. Former un comité de production de semence pour identifier les légumineuses nécessaires, explorer la participation des producteurs et établir un règlement local ;
2. Établir un mode de partage communautaire transparent et une politique de remboursement et rédiger un accord de production de semence.
3. Identifiez les meilleures variétés et établir des niveaux cibles de la production de semence.
4. Évaluez les rendements et calculer l'étendue nécessaire à emblaver [$(\text{quantité ciblée} / \text{rendement}) = \text{surface à emblaver}$].
5. Recruter les producteurs intéressés à la production semencière en nombre suffisant pour couvrir les superficies à emblaver. Dépassez les cibles par une marge de sécurité (ex. 20%).
6. Acquérir les semences (40-60 kg par ha), l'engrais (2 sacs engrais P par ha), l'inoculum (400-600 g par ha) et l'adhésif (800-1600 ml par ha).
7. Convoquer une réunion des producteurs collaborateurs pour formaliser la participation des membres, distribuer les intrants et identifier les critères d'acceptation ou de rejet des semences provenant d'un champ ou parcelle en particulier.
8. Les producteurs signent un accord de production de semence et les opérations au champ commencent.
9. Les cultivateurs devraient inspecter régulièrement les champs semenciers pour uniformité et enlever les plantes qui paraissent différentes des autres. Chercher l'aide des Producteurs Pilotes au besoin.
10. Les cultivateurs devraient inspecter les champs pour vérifier l'état sanitaire des plantes et les traiter contre les ravageurs et maladies régulièrement. Chercher l'aide des Producteurs Pilotes au besoin.

11. Préparer des sacs et de produits sanitaires pour traiter la semence et des étiquettes qui identifient clairement la variété et les produits chimiques utilisés.
12. Rassembler, inspecter, traiter, emballer, étiqueter, inventorier et lister les quantités de semence disponible.
13. Distribuer les semences aux membres de l'association conformément au règlement local de partage et aux politiques de remboursement et règlements sanitaires en vigueur.

Maniement des Légumineuses à graines après récolte

Le traitement après récolte assure que les légumineuses à graines fournissent un aliment de qualité et répondent aux normes standards des acheteurs. Les normes standard de qualité du grain tiennent en compte le contenu en humidité, les dégâts des ravageurs, les grains ratatinés, décolorés, cassés et les grains décolorés et la présence des matières étrangères, surtout les cailloux. L'excès d'humidité réduit la viabilité de la graine et prédispose le grain aux moisissures qui produisent des mycotoxines dangereuses. Le séchage du grain par terre y mêle des matières étrangères et des cailloux qui peuvent endommager les moulins. Les ravageurs au champ et en stocks peuvent détruire le grain non traité. Les grains décolorés baissent la valeur sur le marché. Aussi, chaque sac est supposé avoir le poids spécifié. Les outils nécessaires pour satisfaire aux normes industrielles incluent l'hygromètre portatif, les bâches de séchage, les tamis pour enlever des matières étrangères, les balances.

Stratégies de vente des Légumineuses à graines

Les légumineuses à graines peuvent être vendues aux grossistes en gros, aux institutions locales en sacs ou sur les marchés locaux. Les haricots, le niébé et le soja sont vendus habituellement en sacs de 90 kg, et l'arachide est en sacs de 110kg. Dans quelques cas, les haricots, le niébé et l'arachides peuvent être vendus localement en sacs de 5kg. Le commerce transfrontalier actif de grains existe et les producteurs locaux peuvent viser la substitution à l'import dans leurs stratégies de vente. De grandes quantités de soja sont importées en Afrique et des potentialités énormes pour vendre collectivement le soja existent comme les importations imposent l'usage inutile de réserves étrangères.

C'est complexe de debuter le marketing collectif et cela exige plusieurs étapes. En premier lieu un groupe doit identifier le produit visé et les acheteurs potentiels, développer la comptabilité et les mécanismes de paiement, désigner un représentant de commerce, identifier les standards industriels des acheteurs potentiels et adopter des pratiques post-récoltes qui satisfont à ces niveaux. Les actions sont synchronisées au mieux possible aux fluctuations des prix pendant toute l'année (Figure 5). Le groupe doit établir des points de collecte et arranger le transport, développer des installations de stockage, arranger des contrats à l'avancé, livrer le produit aux acheteurs, rembourser les membres et élaborer des rapports. Un soin spécial doit être accordé pour satisfaire aux normes de l'industrie puisque quelques sacs hors normes peuvent causer des pertes à grande échelle suite à la non-acceptation des acheteurs de commandes importantes. En effet, l'achat collectif efficace améliore considérablement le bien-être des producteurs qui autrement seraient incapables d'atteindre les meilleurs marchés.

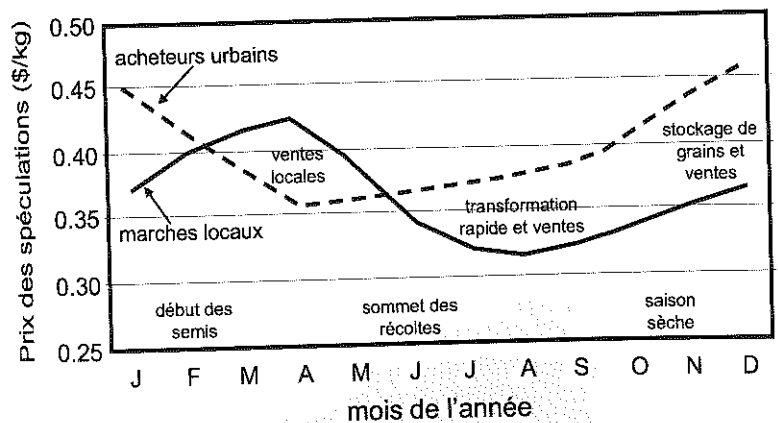


Figure 5. La fluctuation de prix des spéculations doit être tenue en compte quand on développe une stratégie de mise en marche.

Maîtriser le lexique du Producteur

- Adhésif:** une solution liant l'inoculum rhizobial à la Légumineuse à graines, gomme arabique (15-30% d'eau) et sucre (10%) sont les liants ou adhésifs communs.
- La fixation biologique de l'azote (FBA):** un processus exécuté par des bactéries où l'azote de l'atmosphère est converti en formes biologiquement actives.
- La matière porteuse:** un composant solide d'inoculum des légumineuses qui absorbe et protège les rhizobia et les rend plus facilement maniables. La tourbe est la source la plus commune de matière porteuse
- Le point de collecte:** emplacements consenti et temps où les producteurs peuvent recevoir des intrants ou livrer leur récolte pour la vente collective.
- Groupe d'inoculation croisée :** une façon pratique de classer les rhizobia sur base des légumineuses qu'ils nodulent.
- La nodulation en couronne:** nodules abondants qui se forment au sommet de la racine de l'hôte principal.
- Les contrats à l'avance:** accords formels entre acheteurs des récoltes et vendeurs qui identifient la quantité, la qualité, le calendrier de livraison, les lieux et les prix de produits mis en marche.
- Légumineuse à graine:** une culture annuelle qui produit des graines comestibles dans la famille Leguminosaeae, N2Africa travaille sur les haricots, le niébé, l'arachide et le soja.
- Gomme arabique:** une gomme produite par l'arbre *Acacia Sénégal*, qui est un excellent adhésif. *L'acacia du Sénégal existe en Afrique l'Est, du Nord, du Sud et de l'Ouest.*
- Les normes industrielles:** seuils quantitatifs qui décrivent le contenu en humidité, casses, grains ratatinés ou décolorés et matières étrangères qui sont acceptées par les acheteurs.
- Nodulation inefficace:** nodules qui ne fixent pas assez d'azote, habituellement plus petits nodules avec intérieurs verts ou blancs.
- Inoculum:** un produit qui contient des rhizobia vivants et d'autres organismes salutaires à mélanger avec la matière porteuse destinée aux Légumineuses à graines ciblées.
- L'inoculation:** technique d'appliquer l'adhésif et l'inoculum aux semences avec soit la méthode de l'effluent ou la méthode à deux-étapes. Sous conditions particulières, des sols peuvent aussi être inoculés.
- Producteur Pilote:** un représentant d'une organisation à la base avec des compétences en agriculture avancées. N2Africa compte sur les Producteurs Pilotes pour réaliser ses activités.
- N2Africa:** une abbreviation du projet qui met en œuvre la Fixation de l'Azote au service du Petit paysan en Afrique financé par la Fondation Bill & Melinda Gates.
- L'azote (N):** un élément qui est abondant dans l'atmosphère sous forme gazeuse et un composant nécessaire des protéines dans les plantes et les animaux. Un substrat pour la FBA.
- Pelleting:** une technique qui enduit des minéraux pulvérisés tels que la chaux ou les phosphates naturels sur graine inoculée, exige un supplément d'adhésif.
- Le phosphore (P):** un élément nécessaire pour la croissance de la plante qui est obtenu des engrais minéraux, et qui est souvent déficient dans beaucoup de sols Africains.
- Manipulation après récolte:** le processus d'égrenage, nettoyage, emballage et entreposage du grain de façon à protéger sa valeur nutritionnelle et de semence et satisfait aux normes de qualité de l'industrie.
- Le contrôle de la qualité:** le processus de suivi et de respect aux normes industrielles pendant les manipulations après-récolte et stockage du grain.
- Rhizobium:** bactéries du sol associées symbiotiquement aux légumineuses et qui causent la nodulation de la racine et fixent l'azote atmosphérique en une forme disponible pour la plante.
- Le nodule de la racine:** un organe de la plante qui se forme sur les racines de la légumineuse qui contiennent des rhizobia et sert comme site de la FBA.
- La symbiose:** une association mutuellement bénéfique entre deux organismes différents, dans ce cas la légumineuse et les bactéries Rhizobium.
- Effluent:** un mélange d'adhésif et d'inoculum qui est enduit sur les graines de la légumineuse pour accomplir l'inoculation, une technique habituelle d'inoculation de Légumineuses à grande échelle
- Le liant:** un autre terme pour adhésif.
- Les deux-étapes:** une procédure d'inoculation qui en premier lieu combine la graine et l'adhésif, et ensuite les mélange avec l'inoculum, en contraste avec la technique de l'effluent

Liste des compétences du Producteur Pilote

La compétence nécessaire (un Producteur Pilote est capable de...)

- Avoir accès aux variétés améliorées de légumineuses à graines
- Identifier les ravageurs et les maladies communes de la culture
- Avoir accès aux engrais nécessaires pour la production des légumineuses à graines
- Diagnostiquer des symptômes de carence en nutriments majeurs
- Recommander les cultures mixtes appropriées et les stratégies de la rotation
- Pratiquer et expliquer les mesures de base de la conservation du sol
- Recommander les supports pour légumineuses grimpantes
- Identifier des nodules efficaces et inefficaces de la racine des légumineuses
- Sélectionner un inoculum adéquat pour les légumineuses cultivées et l'entreposer correctement
- Préparer des solutions adhésives pour inoculation des semences
- Inoculer des Légumineuses à graines avec rhizobia et faire le test de la réponse à l'inoculation
- Enrober la graine à inoculer avec de l'engrais minéral pulvérisé
- Concevoir, installer et interpréter des essais diagnostiques au champ
- Évaluer le besoin en chaux, engrais P et azote de démarrage par les légumineuses à graines
- Ajuster les recommandations et l'information du produit aux conditions locales
- Identifier et adhérer aux normes industrielles de qualité des légumineuses à graines
- Manipuler les grains de légumineuses d'une manière qui protège leur qualité
- Établir et surveiller la production communautaire de semence
- Aider dans la conception et l'opérationnalisation des ventes collectives
- Expliquez les objectifs et activités du Projet N2Africa
- Répondre aux besoins spéciaux de productrices (femmes)
- Étendre les services offerts aux membres des groupements de base
- Contacter les officiels locaux de vulgarisation et les chercheurs pour conseils spéciaux

Photo Couverture arrière. Première rangée au sommet: un groupe de nodules de haricot (gauche), production prolifique de gousses de haricot volubile (centre) et graines de variétés du haricot commun populaires parmi les petits cultivateurs au Kenya (droite). En bas: Participants à l'atelier de Formation des Formateurs de N2Africa, mai 2010. Photographies de K.E. Giller, P.O. Ngokho et P.L. Woormer.



N2Africa est un large projet de recherche et développement visant à développer l'utilisation de la fixation d'azote chez les petits fermiers d'Afrique produisant des légumineuses. N2Africa est financé par la fondation "Bill & Melinda Gates" au travers d'un financement attribué à l'unité "Plant Production Systems" de l'université de Wageningen, Pays Bas. Le projet est coordonné par cette université en association avec CIAT-TSBF et IITA, mais a également de nombreux partenaires en République Démocratique du Congo, Ghana, Kenya, Malawi, Mozambique, Nigéria, Rwanda et Zimbabwe. Au terme des 4 années du projet nous aurons: identifié les niches pour le développement de l'utilisation de la fixation d'azote chez les légumineuses; testé des espèces de légumineuses fournissant du bois et de la nourriture pour les animaux tout en rétablissant la fertilité des sols; amélioré l'adoption par les fermiers des nouvelles variétés de légumineuses; développé la capacité de production d'inoculum grâce à une collaboration avec des partenaires du secteur privé; développé et renforcé les compétences technologiques et de recherche pour la dissémination des espèces de légumineuses; et délivré des variétés améliorées de légumineuses et des techniques de production d'inoculum à plus de 225,000 petits fermiers, grâce au réseau "Maîtres Fermiers". Pour plus d'informations, merci de visiter notre site internet: www.N2Africa.org.



Mise en oeuvre de la fixation de l'azote au service des petits producteurs en Afrique