



Le mildiou du maïs

Kitty F. Cardwell, Vicky Adenle, Jennifer Kling



Guide de recherche de l'IITA n° 56

Le mildiou du maïs

Kitty F. Cardwell, Vicky Adenle, Jennifer Kling

Décembre 1996

Institut international d'agriculture tropicale (IITA)

Programme de formation

PMB 5320

Ibadan

Nigéria

Télécopie : (234-2) 241 2221

Téléphone : (234-2) 241 2626

Télex : 31417 ou 31159 TROPIC NG

Email : Internet IITA@CGNET.COM

Guides de recherche de l'IITA

Les guides de recherche de l'IITA ont pour objectif d'informer et d'orienter les chercheurs, techniciens, vulgarisateurs, éducateurs et étudiants engagés dans des activités de recherche et de formation ayant trait à l'agriculture. Ils sont périodiquement mis à jour afin de refléter l'évolution des connaissances scientifiques.

L'IITA autorise la reproduction de ce guide de recherche à des fins non lucratives. Pour toute reproduction de nature commerciale, contacter le Service des publications de l'IITA.

Dessins
Mise en page
Traduction de l'anglais
Révision
Coordination

Chiweta Onianwa
Nancy Ibikunle
Clare Lord
Hervé Songré
Rainer Zachmann

Cardwell, K.F.; Adenle, V.; Kling, J. 1996. Le mildiou du maïs. Guide de recherche de l'IITA n° 56. Programme de formation, Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigéria. 33 p.

Le mildiou du maïs

Objectif. Ce guide a pour objectif de vous permettre :

- d'analyser l'importance du mildiou;
- de décrire les symptômes;
- de discuter de la biologie de *Peronosclerospora sorghi*;
- d'analyser l'épidémiologie du mildiou;
- de discuter et de mettre en œuvre des moyens de lutte;
- de maintenir les variétés résistantes;
- d'évaluer les pertes au champ.

Matériel nécessaire

- Plants de maïs et de sorgho malades;
- Diapositives en couleur du champignon, des symptômes et des méthodes;
- Préparations du champignon au microscope;
- Matériel et appareils pour appliquer le fongicide;
- Parcelles de démonstration et champs paysans dans des zones infestées.

Travaux pratiques

- Caractériser les symptômes au champ;
- Estimer le niveau d'infestation au champ;
- Observer le champignon au microscope;
- Démontrer et faire répéter l'application du fongicide;
- Elaborer des recommandations pour les paysans dans les conditions locales;
- Démontrer et faire répéter des méthodes de production semencière; surtout les méthodes d'inspection au champ;
- Faire répéter l'évaluation des pertes au champ.

Questions

- 1 Quelle est la cause du mildiou du sorgho et du maïs ?
 - 2 Quelle est la distribution de la souche spécifique au maïs du mildiou ?
 - 3 Quels sont les symptômes du mildiou ?
 - 4 Quel est l'effet d'une infection systémique de la souche spécifique au maïs ?
 - 5 Pourquoi est-il impossible de cultiver *P. sorghi* sur milieu artificiel ?
 - 6 Quelles phases de *P. sorghi* sont présentes dans la souche spécifique au maïs ?
 - 7 Quelles sont les conditions environnementales nécessaires à la production de conidies ?
 - 8 Quelles sont les sources d'inoculum primaire et secondaire pour les souches spécifiques au maïs et au sorgho ?
 - 9 Pourquoi la souche spécifique au maïs n'arrive-t-elle à exister que dans les zones qui produisent le maïs toute l'année ?
 - 10 Quelle est la durée du cycle épidémiologique du mildiou ?
 - 11 Quelles sont les conditions propices au mildiou ?
 - 12 Quels moyens de lutte culturale peuvent être employés contre le mildiou ?
 - 13 Pourquoi devrait-on traiter les semences avec un fongicide systémique avant de les semer ?
 - 14 Quel est le moyen le plus efficace de protéger les plants ?
 - 15 Pourquoi est-il difficile de maintenir la pureté variétale chez le maïs ?
 - 16 Quels caractères peut-on utiliser pour faire la différence entre les variétés de maïs ?
 - 17 Comment peut-on isoler des variétés de maïs à pollinisation libre en se servant du temps ou de la distance ?
 - 18 Quelles critères d'inspection doivent être utilisées au moment de la récolte ?
 - 19 Comment peut-on rapidement évaluer le niveau de maladie dans un champ ?
-

Le mildiou du maïs

- 1 Importance du mildiou**
- 2 Symptômes**
- 3 Biologie**
- 4 Epidémiologie**
- 5 Lutte contre le mildiou**
- 6 Production semencière**
- 7 Évaluation des pertes au champ**
- 8 Bibliographie**
- 9 Conseils aux formateurs**

Résumé. Le mildiou, une maladie qui attaque le maïs et le sorgho, est provoqué par le cryptogame *Peronosclerospora sorghi*. La souche spécifique au sorgho, qui attaque et le sorgho et le maïs, est présente partout en Afrique où le sorgho est cultivé. La souche spécifique au maïs est plus rare, et ne se rencontre que dans les savanes humides du Nigéria, du Mozambique et du Zaïre.

La maladie peut provoquer 100 % de pertes de rendement. Il est important de connaître ses symptômes pour pouvoir identifier et lutter contre le champignon. Les agriculteurs peuvent profiter de plusieurs points faibles dans le cycle biologique du cryptogame pour lutter contre le mildiou. Pour permettre aux agriculteurs d'obtenir des semences résistantes au mildiou (DMR), les producteurs semenciers doivent maintenir des variétés population et hybrides résistantes.

1 Importance du mildiou

L'étiologie est l'étude des causes des maladies. En Afrique, le mildiou chez le sorgho et chez le maïs a la même étiologie, c'est-à-dire, que l'agent causal de la maladie chez les deux cultures est le même champignon, *Peronosclerospora sorghi* (Weston et Uppal) Shaw. Bien que ce champignon, observé au microscope, ait le même aspect, qu'il soit prélevé de l'une ou de l'autre culture, il existe des souches différentes pour chaque culture.

La souche rencontrée chez le sorgho attaque aussi bien le maïs que le sorgho. La maladie causée par cette souche peut provoquer des diminutions importantes de rendement, surtout dans le cas du sorgho, mais est relativement moins nuisible sur le maïs que la souche propre au maïs.

Des pieds de maïs infectés par la souche spécifique au sorgho peuvent produire un épi et parfois arrivent même à supplanter la maladie ou à en perdre les symptômes. En plus, le nombre de plants infectés au champ en conditions naturelles dépasse rarement 20 %. La souche de *P. sorghi* spécifique au sorgho est signalée partout en Afrique dans la zone productrice du sorgho.

La souche qui n'infecte que le maïs est plus rare, signalée seulement dans la zone forestière et les savanes dérivées humides du Nigéria, du Mozambique et du Zaïre. Elle est pourtant beaucoup plus dévastatrice, atteignant des taux de 100 % d'infection dans les champs paysans dans les zones endémiques, surtout là où l'agriculteur n'emploie pas de moyens de lutte.

Tout pied qui manifeste des symptômes d'infection systémique ne donnera pas d'épi, c'est-à-dire, qu'il peut y avoir jusqu'à 100 % de pertes de rendement. Les pieds infectés continuent à se développer et les spores du mildiou peuvent être produits tout le long du cycle de la culture.

La souche du mildiou spécifique au maïs a été signalée pour la première fois au Nigéria en 1976 dans l'état d'Ondo. En 1991, 40 % du maïs de l'état voisin de Kwara ont été perdus à cause de la maladie. En 1994, la maladie s'était propagée dans 7 états et menaçait environ 1 million d'hectares de maïs tous les ans. Il est possible que la maladie s'étende à la République du Bénin et à d'autres pays voisins où la souche spécifique au maïs n'avait jamais été signalée auparavant.

En général, les agriculteurs et les vulgarisateurs ne reconnaissent pas le mildiou quand il apparaît pour la première fois dans une région. Si des semences sont transportées des zones infectées par la souche spécifique au sorgho vers d'autres zones, la maladie apparaîtra dans des champs où elle n'avait jamais été signalée auparavant.

Si des variétés de maïs sensibles sont cultivées près d'une zone déjà infectée par le mildiou, le champignon peut être transporté par voie aérienne vers de nouveaux champs. Il est donc important de savoir à quels symptômes il faut s'attendre.

Le cryptogame qui provoque la souche du mildiou spécifique au maïs a des points faibles biologiques qui peuvent être exploités pour la lutte. La première chose à faire est d'aider l'agriculteur à savoir s'il est confronté à ce problème. Ensuite des consignes de lutte peuvent être données, en tenant compte des ressources dont dispose l'agriculteur. Heureusement, il existe des possibilités de lutte pour une large gamme de conditions économiques.

2 Symptômes

Il est important que les agriculteurs et les vulgarisateurs connaissent bien les symptômes du mildiou afin d'identifier plus facilement cette maladie terrible et mieux la combattre.

Les symptômes types d'une infection de mildiou sont les suivants :

- le "sommet buissonnant";
- les feuilles étroites;
- le développement anormal du plant;
- la stérilité.
- la chlorose;
- l'aspect duveteux;
- la "demi-feuille".

Le sommet buissonnant. Les panicules et les épis sont remplacés par des formations anormales telles que des feuilles longues, d'épaisses déformations foliaires et/ou de petits épis déformés et stériles (figure 1).

Les feuilles étroites. Très souvent, les feuilles des plants infectés sont plus étroites, plus épaisses et plus érigées que celles des plants sains, ce qui leur donne un aspect hérissé ou herbeux (figure 2).

Le développement anormal du plant. Les pieds dont l'infection est systémique peuvent souffrir de nanisme ou bien être plus grands que des plants sains.

La stérilité. Les plants infectés systématiquement par la souche spécifique au maïs sont en général stériles, c'est-à-dire, qu'ils ne produisent pas d'épis.

La chlorose. Un jaunissement général de chlorose apparaît sur les feuilles des plants infectés. La souche septentrionale spécifique au sorgho/maïs produit une chlorose légère tandis que la souche australe spécifique au maïs produit davantage de chlorose (figure 3).



Figure 1. Le "sommet buissonnant".

Figure 2. Les feuilles étroites.



L'aspect duveteux. Dans de bonnes conditions, le plus souvent très tôt le matin, une poudre blanche qui résulte de la production de conidiophores et de conidies apparaît sur les surfaces foliaires chlorosées (figure 4).

La "demi-feuille". Le jaunissement sur la moitié inférieure des feuilles des plants infectés s'appelle le symptôme de "demi-feuille" (figure 5).



Figure 3. La chlorose.



Figure 4. L'aspect duveteux.

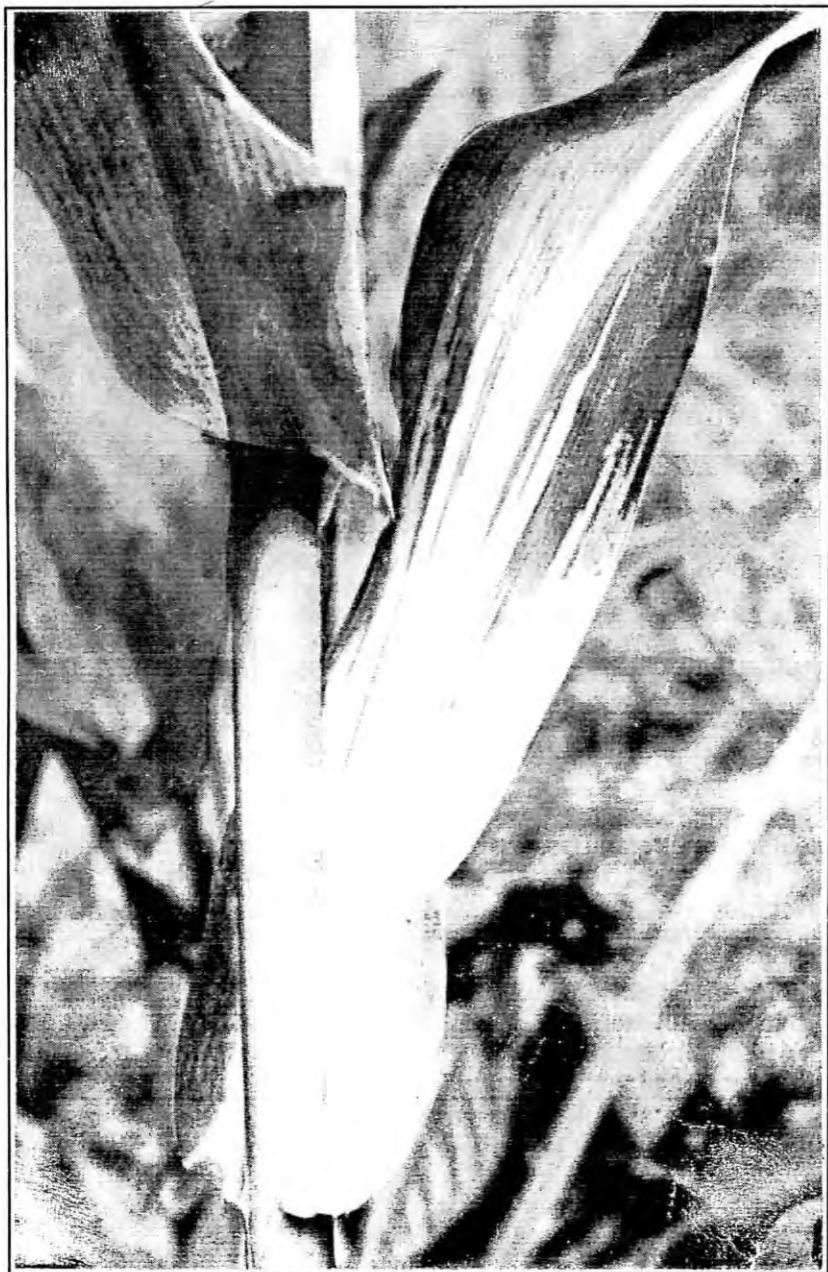


Figure 5. La "demi-feuille".

Le cycle biologique du champignon *Peronosclerospora sorghi* (figure 6) présente plusieurs points faibles dont les agriculteurs peuvent se servir pour lutter contre le mildiou.

Le pathogène cryptogamique, *P. sorghi*, est un parasite essentiel, autrement dit un parasite qui ne peut pas être mis en culture mais doit être associé à un hôte vivant pour se développer et se multiplier.

La souche de sorgho du *P. sorghi* a deux phases :

- une phase sexuée;
- une phase asexuée.

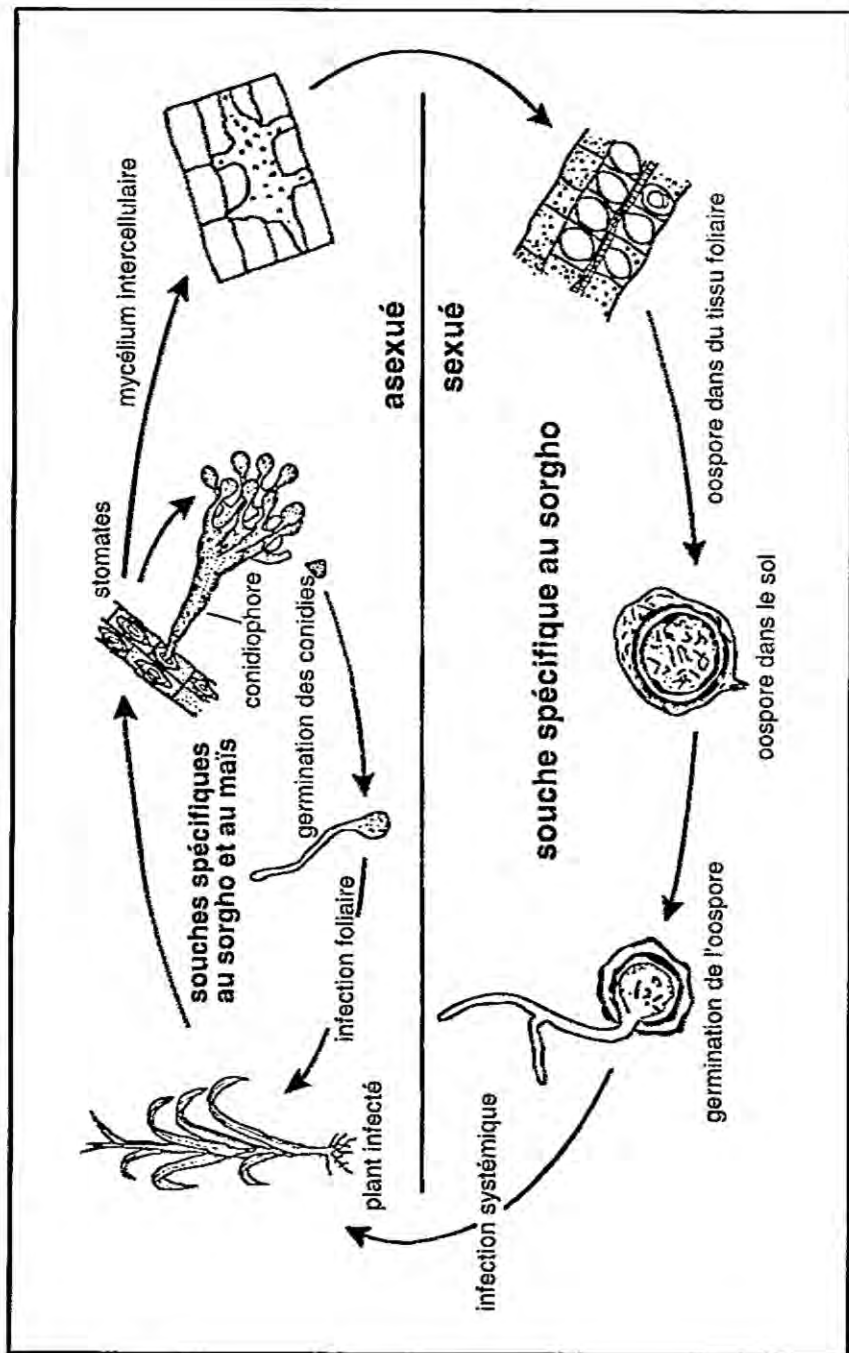
La souche de maïs ne présente que la phase asexuée.

Phase sexuée. La phase sexuée implique un échange de matériel génétique grâce à l'union des mycélium renfermés dans le tissu foliaire. Le résultat de cette union est une structure microscopique appelée l'oospore.

Beaucoup d'oospores sont formées dans les feuilles et les grains du sorgho. Souvent, la quantité d'oospores dans les feuilles est telle que celles-ci semblent avoir été déchiquetées au couteau. A la récolte des plants, du résidu végétal contenant les oospores tombe par terre.

Les oospores sont couvertes d'une enveloppe dure qui sèche et les protège pendant la saison sèche, en l'absence de plants hôtes. Elles peuvent subsister dans le sol pendant plusieurs années. Elles peuvent également être séchées avec des semences et transportées dans de nouveaux champs à la campagne suivante.

Figure 6. Cycle biologique de *Peronosclerospora sorghi*.



Au moment où les pluies commencent et où les jeunes plants de sorgho ou de maïs s'apprêtent à émerger, les oospores germent et pénètrent dans la pousse méristématique du cotylédon. Ainsi le jeune plant en émergence est systématiquement infecté et devra recommencer son cycle.

La souche spécifique au sorgho forme des oospores, alors que la souche spécifique au maïs n'en forme pas. La souche spécifique au sorgho se propage grâce aux oospores de la phase sexuée ou aux conidies du stade asexué. La propagation et l'infection de la souche spécifique au maïs ne s'effectuent que par la phase asexuée.

Phase asexuée. La phase asexuée est caractérisée par la production de milliers de spores identiques de taille microscopique. Environ 10 jours après l'infection, le champignon commence à produire des tiges porteuses de spores (conidiophores) qui apparaissent par des ouvertures microscopiques (stomates) à la surface foliaire.

Les spores, qui s'appellent des conidies, produites sur les conidiophores sont de couleur blanche et visibles à l'œil nu comme une poudre fine blanche dont l'épaisseur est plus prononcée à la surface inférieure de la feuille (les stomates abondent plus à la surface inférieure qu'à la surface supérieure des feuilles). A la différence des oospores, les conidies sont très sensibles et ne tolèrent pas le dessèchement.

Les conidies sont transportées par le vent vers d'autres plants. Si ces derniers sont jeunes et sensibles, une nouvelle infection aura lieu; si non, les conidies meurent rapidement. Le champignon produit, chaque jour, des milliers de conidies sur chaque plant infecté pour assurer une source constante d'infections nouvelles.

La plupart de conidies tombent seulement à quelques mètres du plant qui les a produites, mais elles peuvent également être transportées par le vent sur de longues distances (des kilomètres).

Conditions environnementales. Les conditions environnementales nécessaires à la formation et à l'infection des conidies sont assez précises. Des températures fraîches (21 °C) et de l'humidité sur la feuille (de la rosée ou une pluie légère) sont des préalables à la production de conidiophores et de conidies. Un plant infecté par le mildiou doit être exposé à la lumière, puis à environ huit heures d'obscurité avant que de nouvelles conidies ne se produisent. Cela veut dire que les conditions idéales pour la production de conidies du mildiou se présentent vers 3 heures du matin.

Lorsque les conidies arrivent à maturité, elles se détachent et les courants d'air les emportent. Elles doivent atterrir sur un hôte sensible dans les 20 ou 30 minutes qui suivent, période pendant laquelle elles commencent à germer.

Les tubes germinatifs très délicats pénètrent le jeune tissu méristématique (0 à 30 jours) d'un plant hôte tel que le maïs, pour provoquer une infection systémique.

Le champignon ne peut provoquer de nouvelles infections que dans des plants sensibles âgés de moins de 30 jours.

4 Épidémiologie

L'inoculum est la particule ou l'unité infectieuse d'un pathogène.

Voici deux types d'inoculum :

- inoculum primaire;
- inoculum secondaire.

Inoculum primaire. L'inoculum primaire est la particule infectieuse qui provoque les premières infections au début d'une épidémie de la campagne culturale.

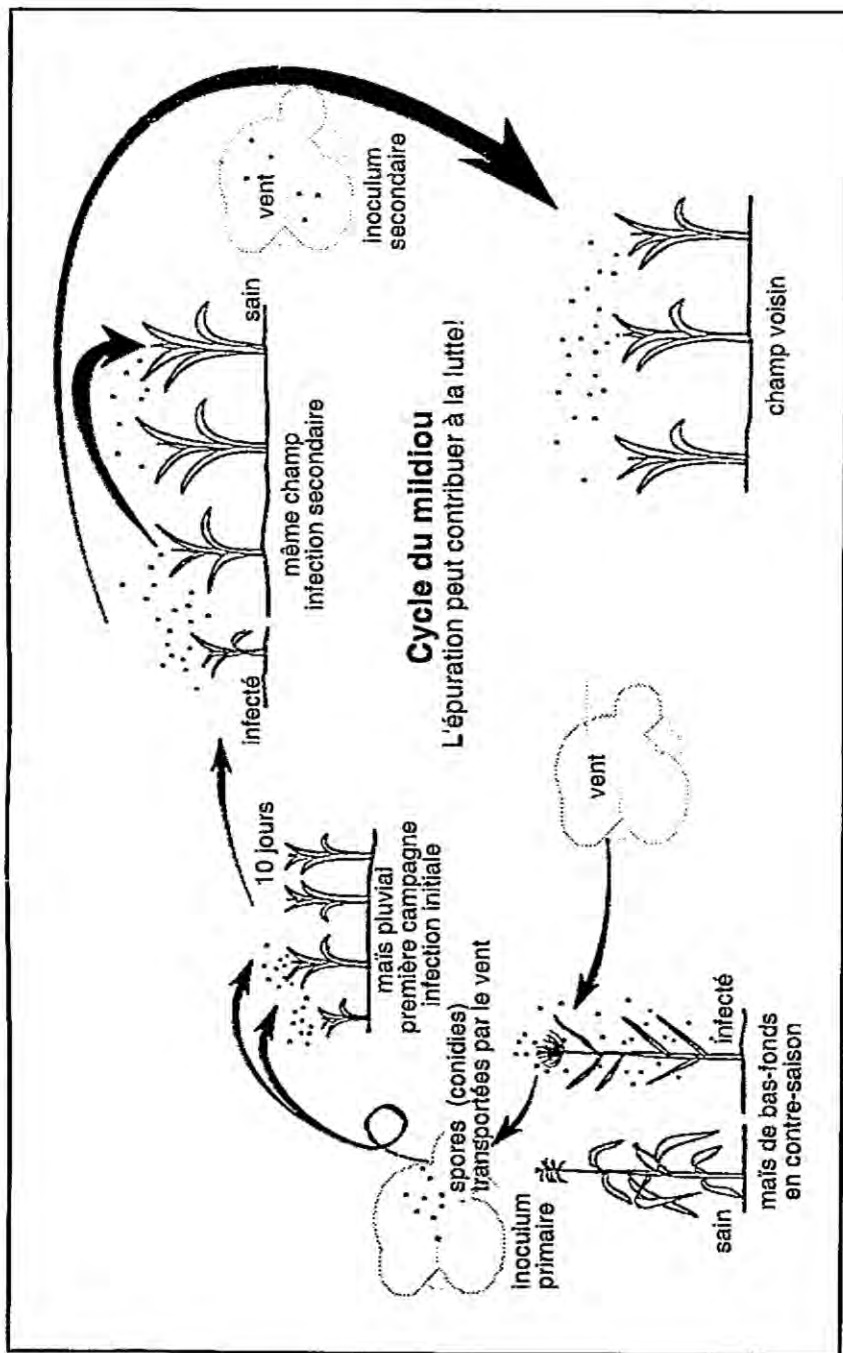
Inoculum secondaire. L'inoculum secondaire est la particule infectieuse produite sur des plants infectés après le début d'une épidémie et qui crée de nouvelles infections (Figure 7).

La souche du mildiou spécifique au sorgho a plusieurs sources d'inoculum des :

- oospores dans le sol (inoculum primaire);
- oospores dans les semences (inoculum primaire);
- conidies aéroportées produites sur des feuilles infectées (inoculum secondaire);
- conidies sur du matériel végétal, par exemple, des soies ou des spathes de maïs vert;
- mycélium dans les semences.

Dans le cas de la souche du mildiou spécifique au maïs, les sources primaire et secondaire d'inoculum sont des conidies aéroportées. Il est possible que le champignon soit capable de survivre dans des semences mal séchées, mais cela n'a pas été définitivement prouvé.

Figure 7. Cycle de la maladie de *Peronosclerospora sorghi*.



Cycle de la maladie. La souche du mildiou spécifique au maïs ne peut exister que dans des régions qui produisent le maïs tout au long de l'année. Le maïs de contre-saison produit dans les bas-fonds est souvent très prisé car il échappe habituellement aux problèmes de ravageurs et de maladies et se vend sur le marché à un prix fort.

En général, les agriculteurs qui cultivent le maïs dans les bas-fonds hydromorphes (appelés *fadamas* au Nigéria) ne remarquent même pas la présence du mildiou quand il n'a infecté qu'un ou deux plants. Ces plants infectés servent de source d'inoculum primaire pour l'infection du maïs pluvial semé dès les premières pluies. Quelques plants de cette culture de première saison seront infectés par les conidies qui viennent des bas-fonds. En 10 jours ces plants deviennent infectieux, c'est-à-dire, que le champignon commence également à produire des conidies sur ceux-ci.

Ces nouvelles conidies sont l'inoculum secondaire qui peut infecter d'autres plants du même champ ou bien être transporté dans les champs avoisinants pour y provoquer l'infection (Figure 7). Le cycle se répète tous les 10 jours et très bientôt (en général 3 à 4 semaines après le début de la saison des pluies) l'épidémie est en plein essor, provoquant des pertes de l'ordre de 50 à 100 %.

5 Lutte contre le mildiou

Le développement du mildiou est favorisé lorsque le plant de maïs est jeune et d'une variété sensible, lorsqu'il fait frais et humide et lorsqu'il y a un taux élevé d'inoculum. Des mesures qui peuvent influencer ces rapports sont conseillées aux agriculteurs.

Au nombre des méthodes de lutte contre le mildiou figurent :

- la lutte culturale;
- le traitement chimique des semences;
- l'utilisation de variétés résistantes;
- la lutte intégrée.

La lutte culturale. Pour éviter l'installation de la maladie, l'agriculteur peut prendre les mesures suivantes :

- Epurer les plants infectés et les enlever du champ dès l'apparition des premiers symptômes (figure 7) (un plant infecté continue à produire des spores pendant toute sa vie).
- Eviter de planter du maïs plusieurs fois de suite dans le même champ.
- Semer tôt.
- Semer des variétés résistantes si possible.
- En l'absence de variétés résistantes et dans le cas du semis tardif, traiter les semences avec un produit chimique qui les protège contre le mildiou.
- En cas de semis tardif, utiliser des produits chimiques protecteurs ou des variétés résistantes.
- En cas de semis tardif et dans l'impossibilité d'utiliser des produits chimiques protecteurs ou des variétés résistantes, semer une culture autre que le maïs.
- Inspecter les champs de contre-saison dans les bas-fonds; épurer et détruire tout plant infecté.
- En présence de la souche spécifique au sorgho, ne pas utiliser des semences qui proviennent de champs infectés.

Le traitement chimique des semences. Etant donné que les nouvelles infections de mildiou n'ont lieu que pendant les 30 jours qui suivent la levée, tout traitement au fongicide doit s'appliquer pendant ou avant cette période. Si un plant est déjà infecté de manière systémique, le traitement chimique n'aura aucun effet.

Le traitement des semences avec un fongicide systémique avant le semis est le moyen le plus efficace de protéger les plants à partir de leur levée jusqu'à ce qu'ils deviennent résistants (à environ 30 jours). Un produit chimique vendu sur le marché, Apron plus, donne une protection de 100 % si on l'applique de manière uniforme à un taux de 10 g par kilogramme de semences.

Lorsque l'on traite des semences et lorsque l'on plante des semences traitées, il faut :

- se protéger les mains avec des gants ou des sacs en polyéthylène;
- éviter de fumer, boire et manger pour ne pas avaler le pesticide.

L'utilisation de variétés résistantes. Utilisez des variétés présentant un taux élevé de résistance au mildiou (DMR). Au Nigéria, il existe des variétés résistantes telles que Suwan 1-SR (tardive, jaune), DMR-LSRW (tardive, blanche), DMR-ESRW (précoce, blanche) et DMR-ESRY (précoce, jaune). Les variétés précoces ont un cycle de trois mois et les variétés tardives un de quatre mois. Toutefois, le rendement potentiel des variétés tardives est plus élevé que celui des variétés précoces.

Néanmoins, même dans les variétés résistantes, certains pieds seront infectés.

- Pour obtenir un bon rendement, utilisez des semences d'une variété résistante à une densité de semis plus élevée et puis épurez les plants infectés.

-
- Cherchez des sources de semences certifiées résistantes au mildiou.

Lutte intégrée. Les vulgarisateurs doivent pouvoir évaluer les capacités et ressources économiques des agriculteurs pour formuler les meilleures recommandations pour leurs zones. Voici quelques-unes de ces recommandations :

- Pour une lutte efficace à 100 %, semer des semences résistantes traitées chimiquement.
- Les agriculteurs à faible revenu peuvent n'être pas en mesure d'acheter des produits chimiques mais pourraient acheter des semences résistantes auprès des services étatiques; encourager ces agriculteurs à respecter les pratiques de lutte culturale telles que l'épuration et le semis précoce.
- Pour obtenir un bon rendement, utiliser des semences d'une variété résistante à une densité de semis plus élevée et puis épurer les plants infectés.
- Encourager les agriculteurs commerciaux à utiliser des semences d'une variété résistante traitées pour une lutte efficace à 100 % et un travail minimum.
- Encourager les agriculteurs qui cultivent le maïs de contre-saison dans les bas-fonds à utiliser des variétés résistantes et à épurer des plants infectés.
- Ne jamais semer une variété sensible à moins de la traiter chimiquement pour la protéger contre le mildiou.

6 Production semencière

Pour utiliser les variétés résistantes dans la lutte contre le mildiou, les agriculteurs doivent avoir accès à des semences résistantes de bonne qualité. Ce chapitre donne des règles générales pour conserver des sources de semences pures de variétés-populations, qui s'appliquent également aux variétés résistantes au mildiou. Les semences de variétés hybrides résistantes peuvent s'acheter auprès des sociétés semencières du Nigéria.

Le maïs, en raison de son exogamie, conserve sa pureté variétale plus difficilement que les cultures autofécondées telles que le niébé ou le riz. En plus, les plants hors-type peuvent se remarquer moins chez une variété de maïs à pollinisation libre que chez des cultures génétiquement uniforme; aussi est-il très important d'éviter toute possibilité de contamination.

Chez les cultures autogames, un plant hors-type peut être épuré à tout moment du cycle végétal sans influencer la composition génétique de la variété. Chez le maïs les gènes d'une repousse spontanée ou d'un plant hors-type s'introduisent rapidement dans la variété à moins que le plant en question ne soit identifié et éliminé avant la production du pollen.

Les producteurs de semences de maïs doivent absolument :

- semer des semences provenant de sources fiables;
- utiliser des sites exempts de repousses spontanées;
- assurer un isolement adéquat;
- épurer aux moments opportuns;
- éviter des mélanges mécaniques.

Il est essentiel d'appliquer de bonnes pratiques culturales afin de produire des semences de bonne qualité et de permettre au producteur d'identifier et d'éliminer les plants hors-type.

Voici quelques caractéristiques permettant de différencier les variétés :

- l'adaptation au climat tempéré ou tropical;
- la photopériodicité;
- le cycle (ex. : 90 à 95 jours = précoce; 100 à 110 jours = moyen; et 115 à 120 jours = tardif);
- la texture des grains (ex. : cornée, demi-cornée, demi-dentée, dentée, farineuse);
- la couleur des grains (ex. : blanche ou jaune);
- le maïs normal par rapport au maïs à protéines de qualité;
- le pop-corn ou le maïs sucré;
- la résistance aux différentes maladies, ravageurs et adventices parasites, la résistance aux facteurs abiotiques tels que la sécheresse, les conditions de fertilité, les sols acides et les extrêmes de température;
- le rendement en grain et en fourrage;
- les caractéristiques morphologiques spécifiques.

Certaines des caractéristiques morphologiques communes (descripteurs) utilisées pour identifier les variétés de maïs au champ sont les suivantes :

- la couleur et la texture des grains;
- la structure de la plante;
- l'angle/orientation de la feuille;
- la hauteur du plant et de l'épi;
- la taille, la forme et la couleur de la panicule;
- la couleur des soies;
- la pigmentation de la tige.

Les variétés de maïs doivent être décrites par rapport à ces caractères morphologiques stables et précises avant d'être diffusées aux agriculteurs. Pour les variétés population, il sera peut-être nécessaire de décrire la gamme de variation attendue pour une caractéristique donnée.

Pour les traits quantitatifs, la variation peut être exprimée comme l'écart type de la moyenne. Pour les traits qualitatifs, on peut se servir de pourcentages. Les producteurs semenciers devraient bien connaître les caractéristiques des variétés à multiplier.

Malgré cette diversité, il n'est pas toujours facile d'identifier des variétés-populations données de maïs au champ à cause de la nature exogame de la culture et des variations qui existent au sein des variétés. Il est plus facile de différencier les lignées endogames et les hybrides à cause de leur aspect uniforme.

Maintien des variétés-populations. La manière la plus efficace de maintenir une variété-population est de la cultiver dans un champ isolé. Un champ peut être isolé en se servant du temps et de la distance.

Pour obtenir l'isolement grâce au temps, il faut semer des variétés de même cycle à au moins trois semaines d'intervalle. Emasculer des plants tardifs après la fertilisation pour éviter la contamination des parcelles voisines. Semer les variétés précoces en premier lieu. Si, au contraire, une variété précoce est semée après une variété tardive, il faut augmenter l'intervalle entre les semis.

L'isolement par la distance exige une séparation d'au moins 300 m pour les semences de pré-base et de base, et de 200 m pour les semences homologuées. Une combinaison de l'isolement grâce au temps et grâce à la distance donnera la meilleure protection contre la contamination. Les lignes de bordure doivent être écartées au moment de la récolte puisque la possibilité de contamination par du pollen de l'extérieure y est plus élevée qu'au centre du champ d'isolement. Les semences de base peuvent être récoltées au centre du champ d'isolement.

Importance de la population. Qu'il s'agisse d'entretenir des semences de pré-base ou simplement de multiplier des semences, il est important de semer des parcelles de taille adéquate pour maintenir les caractéristiques de variation de la variété. Si la population est trop petite, il y a un risque d'endogamie et de changements involontaires des attributs de la variété.

L'endogamie s'accumule au fil des générations; aussi, si les semences doivent être utilisées comme source de multiplication, il faut limiter autant que possible l'endogamie (ex. : utiliser un minimum de 300 à 500 épi pour chaque multiplication). Il nous faut conserver un stock adéquat de semences pour faire face éventuellement à une mauvaise campagne ou à une perte accidentelle.

Densité de semis. Il est conseillé d'utiliser une densité de semis plus faible que celle utilisée couramment dans les champs d'expérimentation ou de production commerciale. Vous devez maintenir l'uniformité et favoriser un développement vigoureux et sain pour obtenir un rendement maximum des plants sélectionnés.

La densité recommandée est d'environ 20 kg de semences par hectare, avec un démariage à environ 40.000 pieds par hectare. Les agriculteurs peuvent, toutefois, semer à une densité plus forte si la terre est limitée, diminuer le taux de démariage ou même ne pas démarrer du tout si la quantité de semences est limitée. Il est plus important d'utiliser une faible densité de semis dans le cas du semis de semences de pré-base pour la production des semences de base que pour la production des semences homologuées.

Inspection au champ et épuration de plants hors-type. Vous devez inspecter régulièrement les champs de production semencière pour assurer un bon isolement et l'épuration de plants hors-type. La plupart de pro-

grammes d'homologation semencière conseillent cinq visites d'inspection. Ce guide présente quelques directives d'ordre général, mais les producteurs semenciers devraient se familiariser avec les procédures d'homologation semencière de leur pays. Les règles varient selon le type de production semencière : semences de pré-base, semences de base ou semences homologuées. En général, les normes sont plus strictes pour les semences hybrides que pour les variétés-population. Nous recommandons les inspections suivantes :

- avant la floraison;
- à la floraison;
- après la floraison;
- à la récolte.

Avant la floraison. Vous devez confirmer le respect des normes d'isolement et les caractéristiques de la variété semée, et éliminer les plants hors-type ou malades.

A la floraison. Vous devez vérifier les caractéristiques de chaque variété au champ et observer le type de plant, la taille et l'angle des feuilles, des panicules et des soies, ainsi que toute autre caractéristique morphologique de la variété. Vous devez éliminer les plants qui arrivent à maturité plus tôt ou plus tard que prévu ainsi que les plants hors-type ou malades. Dans le cas de production d'hybrides, vous devez veiller à ce que les plants femelles soient bien émasculés.

Après la floraison. Vous devez-vous assurer que la variété réagit normalement aux maladies. Vous devez éliminer les plants hors-type ou malades. Dans le cas de production d'hybrides, vous devez veiller à éliminer les plants mâles d'un champ de production d'hybrides.

A la récolte. Vous devez éliminer les plants hors-type ou malades et sélectionner soigneusement les épis avant l'égrenage puisqu'il est impossible d'identifier les épis

hors-type après l'égrenage. Les critères de sélection d'épis sont les suivants :

- écarter les épis de couleur, texture ou taille hors-type;
- écarter les épis ou parties d'épi attaqués par des maladies ou des ravageurs;
- écarter les épis rendus très légers par la pourriture de la tige ou la verse;
- dans le cas de populations hétérogènes, prendre un échantillon représentatif d'épis de toutes les tailles; la sélection d'épis de plus grande taille peut augmenter la hauteur de l'épi et favoriser la verse.

7 Evaluation des pertes au champ

Le contrôle des niveaux de maladie dans les champs est le meilleur moyen de savoir si les stratégies de gestion sont adoptées et utilisées convenablement. Il faut également discuter des estimations de pertes avec les agriculteurs par rapport au seuil économique d'autres pratiques de gestion qu'ils sont susceptibles d'adopter. Par exemple, aucun agriculteur ne voudrait investir de la main-d'oeuvre ou de l'engrais dans un champ qui ne produirait que 50 % de son rendement potentiel.

Les plants frappés par une infection systémique de mildiou ne produiront aucun rendement. Aussi, si 50 % des plants sont infectés et ne sont pas éliminés, les pertes seront d'environ 50 % (si les plants infectés sont éliminés, il peut y avoir une certaine compensation de rendement chez les plants voisins).

L'état sanitaire d'un champ peut être évalué très rapidement par un comptage visuel. Vous devez commencer au bord du champ et faire des comptages d'échantillons à des intervalles réguliers de 20 mètres le long d'une ligne en zigzag dans le champ. Pour chaque échantillon, vous devez choisir 10 plants adjacents et noter combien d'entre eux sont atteints de mildiou. Le nombre de comptages dépendra de l'étendue du champ, c'est-à-dire, pour un champ d'un hectare, vous devriez effectuer 10 à 15 comptages. Vous devez calculer la moyenne des comptages de plants infectés par échantillon de 10 plants et multiplier par 100 pour obtenir un pourcentage.

Anaso, A.B.; Tyagi, P.D.; Emechebe, A.M.; Manzo, S.K. 1989. Control of Sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) of maize by seed treatment in Nigeria. Crop Protection 8: 82-85.

Bock, C.H.; Cardwell, K.F.; Adenle, V.O. 1993. The sporadic spread of downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) in Nigeria. Journal of Agricultural and Rural Development (In press).

Fajemisin, J.M. 1980. Downy mildew of maize in Nigeria. In International Conference on the Gramineous Downy Mildew Diseases, at Bellagio, Italy, 1979. Part II, Strategies for control of gramineous downy mildew (New York: Rockefeller Foundation), Pages 120-134.

International Institute of Tropical Agriculture. 1985. Maize Improvement program research highlights 1981-1984. IITA, Ibadan, Nigeria.

King, S.B.; Webster, O.J. 1990. Downy mildew of sorghum in Nigeria. Indian Phytopathology 23: 342-349.

Olanya, O.M.; Fajemisin, J.M. 1993. Host-range and survival studies of *Peronosclerospora sorghi* at two locations in Nigeria. International Journal of Pest Management 39: 13-18.

Olanya, O.M.; Fajemisin, J.M.; Oyekan, P. 1993. Incidence and geographical distribution of downy mildew on maize caused by *Peronosclerospora sorghi* in Nigeria. International Journal of Pest Management 39: 28-34.

Rhoades, R.E. 1992. L'art de mener des enquêtes informelles sur le terrain. Guide de recherche de l'IITA 36 Programme de la formation, Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigéria. 66 p.

9 Conseils aux formateurs

Si vous choisissez d'utiliser ce guide pour la formation, voici ...

quelques conseils généraux :

- Distribuez les photocopies (y compris ce Guide de recherche) aux stagiaires, un ou plusieurs jours **avant** votre cours, ou à la **fin** de celui-ci.
- **Ne** distribuez **pas** de photocopies au début d'un cours. Autrement, les stagiaires se mettront à lire au lieu de vous écouter.
- Demandez aux stagiaires de **ne pas** prendre des notes, mais de concentrer toute leur attention sur le cours. Expliquez-leur que vos photocopies (y compris ce Guide de recherche) contiennent toutes les informations dont ils ont besoin.
- Veillez à ce que les activités de formation soient pratiques. Limitez la théorie au minimum nécessaire à la compréhension des exercices pratiques.
- Utilisez toutes (ou une partie) des questions proposées à la page 4 pour les tests (interrogation rapide, contrôle périodique des connaissances, etc.). Lors de ces tests, permettez aux stagiaires de consulter les photocopies et autres documents.
- Encouragez les échanges entre les stagiaires. Acceptez qu'ils vous posent des questions, mais ne vous écartez pas du sujet.
- Respectez le temps imparti.

quelques conseils spécifiques :

- Demandez aux stagiaires de parler de leurs expériences et perceptions en ce qui concerne le problème du mildiou (10 minutes).

-
-
- Présentez et discutez le contenu de ce guide, en exploitant le matériel didactique proposé à la page 3 (90 minutes). Au lieu de montrer des photos, préparez des échantillons, des plants malades, des appareils et des matériaux pour chaque stagiaire.
 - Organisez les travaux pratiques proposés à la page 3 en groupes de 3 à 4 stagiaires (2 heures). Veillez à ce que chaque stagiaire ait la possibilité de participer activement. Mettez des personnes ressources à la disposition de chaque groupe pour chaque exercice. Si le laboratoire se trouve loin des champs de démonstration, il serait peut-être plus facile de séparer les travaux pratiques au champ de ceux au laboratoire.
 - Effectuez une enquête au champ pour caractériser la maladie et pour évaluer la conscience que les agriculteurs ont de la maladie (une demi-journée; voir Rhoades 1992 dans la Bibliographie). Sur la base de cette enquête, vous pourrez élaborer des recommandations aux agriculteurs (travail du soir en groupes). A la suite de ce travail, vous pourrez même organiser une journée agricole avec les paysans (une demi-journée).



International Institute of Tropical Agriculture (IITA)
Institut international d'agriculture tropicale (IITA)
Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA)

The International Institute of Tropical Agriculture (IITA) is an international agricultural research center in the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), which is an association of about 50 countries, international and regional organizations, and private foundations. IITA seeks to increase agricultural production in a sustainable way, in order to improve the nutritional status and well-being of people in tropical sub-Saharan Africa. To achieve this goal, IITA conducts research and training, provides information, collects and exchanges germplasm, and encourages transfer of technology, in partnership with African national agricultural research and development programs.

L'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) est un centre international de recherche agricole, membre du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI), une association regroupant quelque 50 pays, organisations internationales et régionales et fondations privées. L'IITA a pour objectif d'accroître durablement la production agricole, afin d'améliorer l'alimentation et le bien-être des populations de l'Afrique tropicale subsaharienne. Pour atteindre cet objectif, l'IITA mène des activités de recherche et de formation, divulgue des informations, réunit et échange du matériel génétique et encourage le transfert de technologies en collaboration avec les programmes nationaux africains de recherche et développement.

O Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) é um centro internacional de investigação agrícola pertencendo ao Grupo Consultivo para Investigação Agrícola Internacional (GCIAI), uma associação de cerca de 50 países, organizações internacionais e regionais e fundações privadas. O IITA procura aumentar duravelmente a produção agrícola para melhorar a alimentação e o bem-estar das populações da África tropical ao sul do Saara. Para alcançar esse objetivo, o IITA conduz actividades de investigação e treinamento, fornece informações, reúne e troca material genético e favorece a transferência de tecnologias em colaboração com os programas nacionais africanos de investigação e desenvolvimento.