



**Maintien et Multiplication
de Semences de Variétés de Maïs
à Fécondation Libre**

Le CIMMYT est un organisme de recherche scientifique et de formation à but non lucratif dont la source de financement est internationale. Ayant son siège au Mexique, le CIMMYT exécute à l'échelle mondiale un programme de recherche sur le maïs, le blé, le triticale et l'orge en mettant l'accent sur la production vivrière dans les pays en développement. Le CIMMYT est l'un des 13 centres internationaux de recherche agricole et de formation à but non lucratif appuyés par le Groupe Consultatif pour la Recherche Agronomique Internationale (GCRAI). Le GCRAI est lui-même parrainé par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), par la Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement (Banque Mondiale) et par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). Le GCRAI comprend 50 pays, organismes internationaux et régionaux, fondations privées, donateurs.

Par le canal du GCRAI, le CIMMYT reçoit divers appuis de la part des agences d'aide internationale de l'Australie, du Canada, du Danemark, de la République Fédérale d'Allemagne, de la France, de l'Inde, de l'Irlande, du Japon, du Mexique, des Pays-Bas, de la Norvège, des Philippines, d'Arabie Saoudite, d'Espagne, de Suisse, du Royaume Uni et des Etats Unis ainsi que du Centre Australien pour la Recherche Agricole Internationale, de la Commission Economique Européenne, de la Fondation Ford, de la Banque Inter-Américaine de Développement, de la Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement, du Centre de Recherche pour le Développement International, du fonds de l'OPEP pour le Développement International, de la Fondation Rockefeller et du Programme des Nations Unies pour le Développement. Le CIMMYT est seul responsable de la présente publication.

Citation Correcte: Création, Maintien et Multiplication de Semences de Variétés de Maïs à Fécondation Libre. 1986. Centre International pour l'Amélioration du Maïs et du Blé (CIMMYT).



**Maintien et Multiplication
de Semences de Variétés de Maïs
à Fécondation Libre**

Préface

Au cours de la dernière décennie, la disponibilité en cultivars de maïs à rendement supérieur s'est considérablement accrue dans les pays en voie de développement. A mesure que la recherche enregistre ces progrès, la nécessité de systèmes de production de semences plus efficaces est de plus en plus pressante pour soutenir les efforts des programmes nationaux de recherche visant à transférer aux agriculteurs une technologie améliorée de la culture du maïs. Dans nombre de pays, des investissements considérables s'avèrent encore nécessaires pour créer l'infrastructure requise à la production de semences commerciales de bonne qualité et la livraison de celles-ci aux agriculteurs, en temps opportun. Des techniques appropriées doivent également être mises en place afin de maintenir les niveaux de qualité et d'efficacité dans le processus de production de semences. Bien que la documentation adéquate en matière de production d'hybrides existe, peu d'informations ont été publiées sur les méthodes relatives à la création et au maintien des variétés de maïs en fécondation libre; d'où la publication du présent bulletin sur les lignes directrices pour la création, le maintien et la production de semences de variétés de maïs à fécondation libre.

Au cours des trois dernières années, plusieurs chercheurs du CIMMYT ont présenté, lors de conférences et de symposiums, des communications traitant de la production et du maintien des variétés de maïs à fécondation libre. Le présent bulletin constitue une synthèse de ces différents travaux, et à cet égard il convient de manifester une reconnaissance particulière à MM. Alejandro Ortega, Surinder Vasal et Shivaji Pandey pour leur contribution à son élaboration.

Dans les sections décrivant la création variétale, des chiffres spécifiques sont donnés pour les nombres de familles à développer et l'intensité de sélection à exercer. De même des normes spécifiques de variabilité ont été indiquées pour différentes catégories de semences. Ces chiffres doivent cependant servir uniquement de lignes directrices et ne pas être considérés comme des principes sacrés et inviolables de la sélection de variétés de maïs. La variabilité observée au sein d'une variété, les ressources disponibles pour la production de semences et la quantité de semences requise peuvent modifier le nombre de familles à développer ainsi que l'intensité de sélection à utiliser. Sans aucun doute, il existera également d'un pays à l'autre des variations quant à la méthodologie de sélection et à la forme que prendront les programmes nationaux de production de semences. Cependant, l'efficacité de la création des variétés améliorées et de leur distribution aux agriculteurs doit rester au centre des efforts de développement agricole de tous les pays. Nous osons espérer que les quelques pages qui suivent contribueront à la réalisation de cet objectif d'importance vitale.

Ronald P. Cantrell
Directeur
Programme Maïs,
CIMMYT

Table des matières

Page

1 Introduction

Mérites des variétés à fécondation libre
Changements dans le concept de variétés à fécondation libre

2 Création, évaluation et caractérisation

Procédés de création variétale
Systèmes d'évaluation et de diffusion variétale
Caractérisation d'une variété à fécondation libre

6 Maintien et production de semences

Matériel de départ (breeder seed)
Semences de base
Semences certifiées
Normes d'isolement pour la production de semences
Normes pour le maintien de l'uniformité variétale

10 Autres considérations pour la planification de la production de semences

Stocks de réserve
Localisation de champs de multiplication de semences
Lignes directrices pour déterminer les besoins en semences

11 Conclusion



Introduction

Une espèce à fécondation croisée comme le maïs offre une occasion exceptionnelle de développer et de vulgariser différents types de cultivars, qu'il s'agisse d'hybrides ou de variétés à fécondation libre. La première catégorie (hybrides) prédomine dans les pays développés tandis que la seconde catégorie (variétés à fécondation libre) est habituellement cultivée dans les pays en voie de développement. Les procédés utilisés pour la production de semences hybrides et le maintien des lignées parentales ont fait l'objet d'une bonne documentation. Par contre, en ce qui concerne la création, le maintien et la multiplication des variétés améliorées à fécondation libre, la documentation appropriée fait défaut. Le présent document aborde différents aspects du maintien et de la production de semences de variétés à fécondation libre. Les procédés esquissés ici conviennent au maintien des variétés à fécondation libre indépendamment de la méthode utilisée pour l'amélioration des populations et le développement des variétés expérimentales.

Mérites des variétés à fécondation libre

Des millions d'hectares sont consacrés annuellement à la culture de variétés à fécondation libre dans les pays en voie de développement, car ces variétés sont considérées comme bien adaptées à ces vastes régions où les pratiques agricoles traditionnelles sont encore de règle. Les variétés améliorées à fécondation libre ont plusieurs qualités saillantes qui contribuent à les rendre appropriées dans plusieurs régions du monde:

- Le maintien et la production de semences d'une variété améliorée à fécondation libre sont relativement simples et les objectifs tracés pour la production de semences peuvent être facilement et rapidement atteints.

- Des variétés nouvelles et meilleures tirées d'un programme d'amélioration de population en cours peuvent facilement remplacer les anciennes, soit comme nouvelles variétés, soit comme versions améliorées de variétés existantes. De la même manière, le passage d'une variété à une autre peut se réaliser rapidement lorsque par exemple une variété sensible aux maladies doit être remplacée par une autre, résistante.
- Le coût de la production de semences est relativement faible et il est possible de constituer rapidement des stocks de semences importants des variétés à fécondation libre. Deux cycles de multiplication seulement sont nécessaires entre la production du matériel de départ (breeder seed) et celle de la semence commerciale.
- Les variétés à fécondation libre présentent un net avantage là où la distribution des semences s'avère difficile et coûteuse. Les semences des variétés à fécondation libre peuvent passer d'un agriculteur à l'autre et être conservées par l'agriculteur d'une année sur l'autre. Ces deux facteurs entraînent l'extension de la surface emblavée par effet multiplicatif.
- L'échange de germoplasme entre les programmes nationaux s'effectue plus facilement avec les variétés à fécondation libre qu'avec des matériels à formule fermée qui impliquent des droits de propriété (lignées pures).

Changements dans le concept de variétés à fécondation libre

Dans la mesure où le maïs est une culture à fécondation libre (croisée), la plupart de ses races locales manifestent une grande variabilité génétique. Des types de maïs génétiquement divers ont été croisés afin de produire des populations (composites, complexes de germoplasme et générations avancées de croisements variétaux) qui sont alors améliorées et souvent diffusées pour être cultivées. Dans la plupart des cas, c'est le mélange équilibré du dernier cycle

d'amélioration qui est diffusé comme variété. Malheureusement, nombre d'entre elles se sont avérées trop variables sur le plan des caractères agronomiques et manquent d'attrait phénotypique. Cette situation résulte en grande partie de la définition un peu trop large du terme "variété" qui a prévalu par le passé.

Plus récemment, cependant, on en est venu à redéfinir une "variété" comme étant une fraction supérieure d'une population améliorée et qui est distincte, relativement uniforme et stable. Une telle variété est distincte parce qu'elle possède des traits qui la différencient d'autres variétés connues et qui définissent son identité. Elle a une variation faible pour un bon nombre de caractères agronomiques et est relativement stable quant à l'expression de ces caractères en fonction des conditions pédo-climatiques dans sa zone d'adaptation. La variété ne devrait pas manifester de variation au-delà de certaines normes acceptables, fixées pour différentes caractéristiques. Une variété constituée par la recombinaison de 8 à 10 familles sélectionnées à partir d'une population structurée en familles peut être suffisamment uniforme phénotypiquement si l'on prend soin de sélectionner des familles qui soient similaires du point de vue maturité, hauteur de plante, hauteur d'épi et autres caractères. L'uniformité phénotypique originelle de la variété signifie que les opérations d'élimination pourront être moins rigoureuses dans les phases ultérieures de multiplication de semences, impliquant ainsi une meilleure acceptation par les agriculteurs.

En résumé donc, la "variété" est un ensemble de phénotypes relativement uniformes représentant la fraction supérieure d'une population dans un cycle d'amélioration donné. La sélection des meilleures familles pour la constitution d'une variété est nécessaire même au sein de populations déjà soumises à plusieurs cycles d'amélioration.

Création, évaluation et caractérisation



Avant de décrire les procédés de maintien et de production de semences, il convient d'examiner brièvement les procédés de création, d'évaluation et de caractérisation d'une variété.

Procédés de création variétale

Une variété peut être créée de plusieurs manières, suivant le programme d'amélioration de populations en cours. Dans la mesure où de nombreux systèmes différents d'amélioration de populations sont utilisés pour le maïs, les composantes génétiques intervenant dans la formation d'une variété diffèrent selon la structure des familles, la complexité génétique et le degré de consanguinité. La création variétale est décrite ci-après (Figure 1) sur la base de certains des systèmes d'amélioration de populations les plus communément utilisés.

- Si on travaille sur familles de demi-frères (half-sibs), on peut créer une variété en recombinant 6-8 familles de demi-frères. Les meilleures familles de demi-frères peuvent être identifiées par des essais de familles multilocaux avec répétitions. Les talons¹ des meilleures familles sont alors utilisés pour la recombinaison, soit dans un système de croisement diallèle, soit par fécondation en masse avec un mélange de pollen. Il importe à ce stade d'éliminer les plantes non conformes et même d'éliminer des familles entières s'il s'avérait que des erreurs aient été commises en les sélectionnant. L'homogénéité dans le type de plante, la floraison, ainsi que la texture et la couleur de la graine est très importante pour les stades ultérieurs de multiplication.
- Dans un système de sélection de familles de plein-frères (full-sibs), environ les 8-10 meilleures familles peuvent être identifiées sur la base de tests multilocaux. En utilisant les talons, le sélectionneur peut recombinaison ces familles comme décrit ci-dessus.
- Dans un système de sélection sur S1 ou S2, les lignées S1 et S2 peuvent être sélectionnées dans des essais multilocaux. En utilisant les talons, le sélectionneur peut recombinaison les 8-10 meilleures lignées en procédant à tous les croisements possibles entre elles.
- Dans la sélection récurrente pour l'aptitude générale à la combinaison et la sélection récurrente réciproque, les talons S1 des 8-10 lignées sélectionnées sont utilisés pour la recombinaison selon une technique identique à celle indiquée pour les systèmes de sélection sur S1 et S2.

Il est recommandé que les semences F₁ soient amenées en F₂ pour obtenir les quantités de semences nécessaires pour l'évaluation variétale et réduire tout effet d'hétérosis dans la variété. L'une quelconque des procédures suivantes peut être utilisée pour préparer le lot F₁ en vue de la production de la F₂, selon les moyens disponibles et la précision requise (Figure 1).

- En supposant que 10 familles aient été utilisées pour former la variété, il y a 45 croisements possibles. Un nombre approximativement égal d'épis sélectionnés provenant de chaque croisement est égrené en mélange en gardant séparément le produit de chaque croisement. Ensuite, un nombre précis où une quantité approximative de semences (déterminée par exemple avec une mesure volumétrique) est prélevé dans chaque croisement et le tout mélangé. Cela constitue l'échantillon F₁ pour semis et obtention de la F₂, ou bien, chacun des 45 produits des croisements possibles peut être semé séparément. Ainsi, si une famille a été sélectionnée à tort, les croisements faisant intervenir cette famille peuvent être rejetés. Tout raffinement de sélection pratiqué à ce stade s'avèrera utile aux stades ultérieurs de multiplication.

¹ Semences réservées à cet effet.

- Une autre alternative consiste à égrener et mélanger un nombre approximativement égal d'épis sélectionnés de chaque famille issue de croisement avec toutes les autres familles. Ainsi, si 10 familles sont impliquées, il n'y a que 10 échantillons de mélange de croisement de familles. Une quantité pré-déterminée peut être prélevée dans chaque lot pour constituer le mélange F₁ équilibré à semer afin d'obtenir les semences F₂. Ces lots peuvent également être semés individuellement. Si l'un d'entre eux présente des caractères indésirables, il peut être éliminé de la recombinaison. Cependant, cela n'empêchera pas complètement la participation d'une famille médiocre à la

recombinaison, dans la mesure où elle serait déjà intervenue comme source de pollen pour les croisements avec les autres familles.

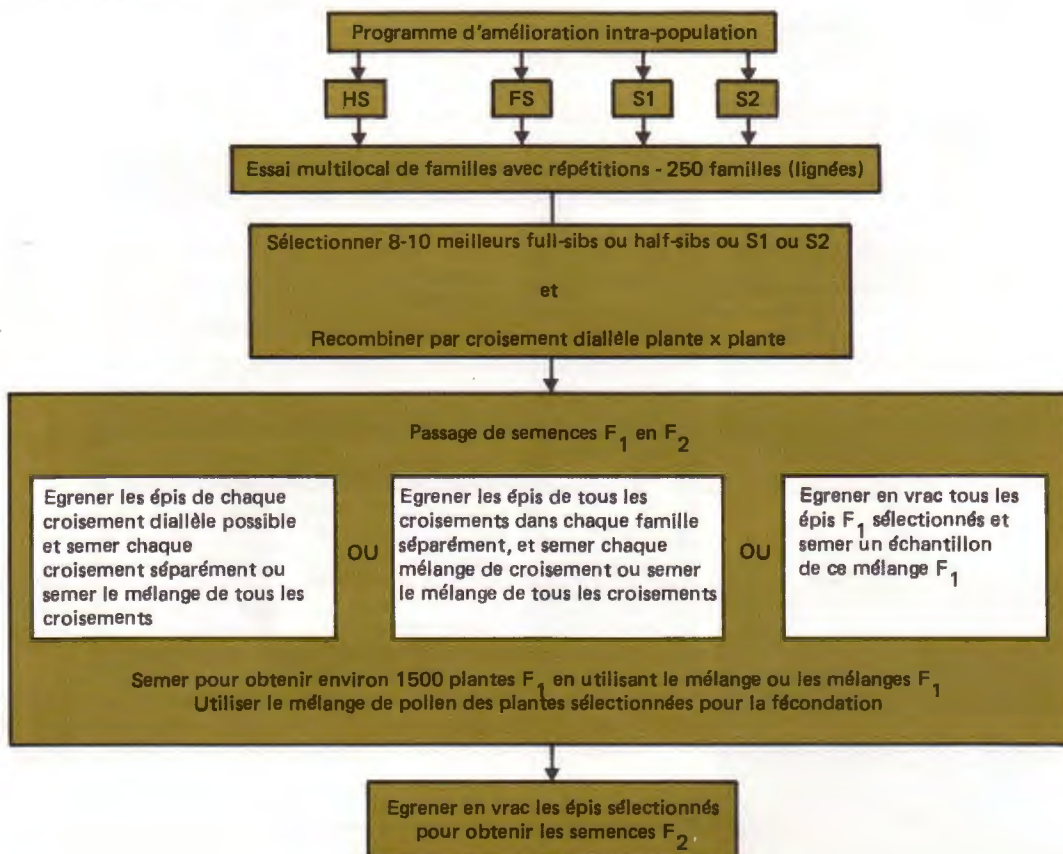
- Selon une procédure encore plus simple, tous les épis sélectionnés de tous les croisements sont mélangés en prenant soin de prélever dans chaque famille des nombres relativement égaux d'épis. Ce mélange est égrené puis soigneusement mélangé pour produire la F₁. Ensuite, un échantillon de ce mélange est semé pour obtenir les semences F₂.

Quel que soit le procédé utilisé, il est suggéré qu'à titre de précaution, au moins deux lots soient préparés, pour le cas où l'un se perdrait par

accident. La quantité de semence F₁ doit permettre la production d'une quantité suffisante de semences F₂ pour l'évaluation variétale et la multiplication ultérieure de la variété sélectionnée en vue de sa diffusion. Quelle que soit la solution choisie, les semences F₁ doivent être amenées en F₂ en fécondation contrôlée.

Par exemple, semer approximativement 1500 plantes F₁, éliminer toutes les plantes indésirables, sélectionner et étiqueter les plantes choisies; utiliser le mélange de pollen des seules plantes sélectionnées pour la fécondation; égrener des épis sélectionnés en mélange afin de produire des semences F₂.

Figure 1. Création de variété et obtention de semences F₂ à partir de différents procédés de sélection intra-population.



Systèmes d'évaluation et de diffusion variétale

Les systèmes d'évaluation et de diffusion variétale varient selon les programmes nationaux. Dans la plupart des pays en voie de développement, les conditions qui prévalent dans les stations d'expérimentation et dans les champs des agriculteurs sont si différentes que toute évaluation de la performance variétale sans essais hors-station s'avère peu fiable. Le système d'évaluation devrait faciliter l'identification aussi rapide que possible des meilleures variétés et comporter des essais simultanés en plusieurs sites dans les stations expérimentales aussi bien que dans

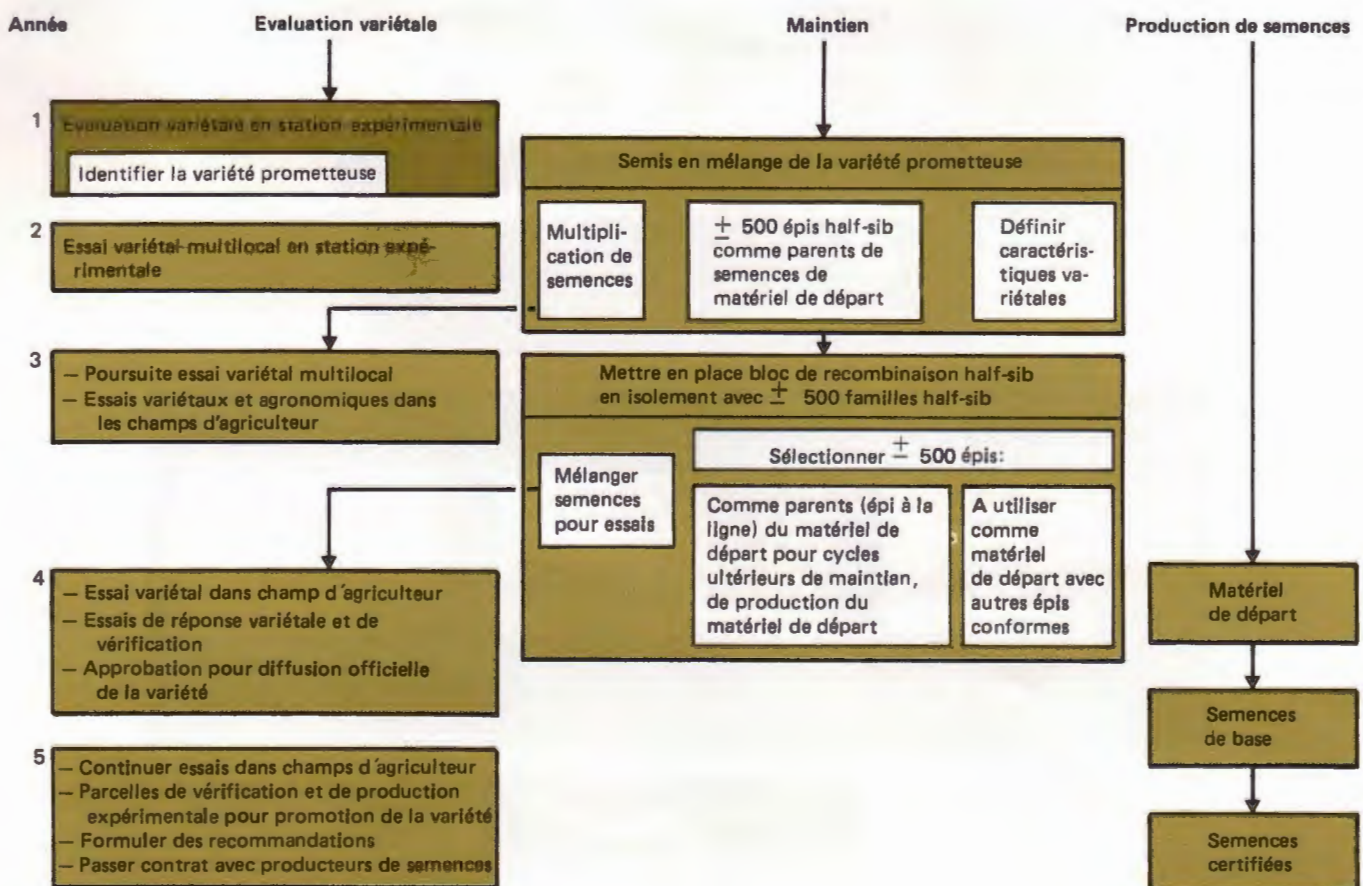
les champs des agriculteurs, en utilisant des témoins appropriés (voir Figure 2). Les données d'essais multilocaux peuvent servir à remplacer les données pluri-annuelles pour une même variété. Les essais agronomiques simples hors station peuvent servir de base pour les recommandations agronomiques à appliquer dans le cas d'une variété particulière.

Les politiques et réglementations de la diffusion des variétés et de la certification des semences devront être telles qu'elles facilitent le transfert de cultivars supérieurs aux agriculteurs.

Caractérisation d'une variété à fécondation libre

Une fois qu'une variété est parvenue au stade de la diffusion, elle doit être décrite pour ses traits saillants dans sa zone d'adaptation. Un caractère important de toute bonne variété est son uniformité. Cependant, une variété de maïs à fécondation libre sera rarement aussi uniforme qu'un hybride simple. Bien que seule la fraction supérieure de la population soit recombinée pour créer une variété, il faut admettre que la variété présentera une certaine variation pour plusieurs caractères agronomiques importants.

Figure 2. Sequence des étapes dans un programme d'évaluation, de maintien et de production de semences.



Les caractères morphologiques et les variations prévisibles chez une variété devront être correctement décrits de manière à établir un guide pour son maintien et la certification de semences. Les normes de certification établies pour les variétés ne devraient pas être trop contraignantes mais plutôt réalistes et appropriées aux conditions qui prévalent dans un pays donné.

Les caractères tels que l'adaptation, la hauteur des plantes, la hauteur de l'épi, la maturité, la couleur et la texture du grain, la couleur de la rafle, l'architecture de la plante et la tolérance ou la résistance aux insectes et maladies doivent être pris en considération dans les descriptions variétales.

Chaque variété devra posséder également quelque(s) caractère(s) génétique(s) spécifique(s) pouvant servir à la distinguer d'autres variétés. Les caractères tels que la couleur de la plante, la couleur de la panicule, la dimension et la configuration de la panicule, la forme de la graine, l'orientation foliaire, la pigmentation de la tige, la forme de l'épi, la couleur des soies, la couleur de la nervure centrale de la feuille peuvent, entre autres, être pris en considération dans la caractérisation d'une variété. On trouve plus facilement des caractères distinctifs entre des variétés issues de populations différentes plutôt qu'entre des variétés issues d'une même population. Une liste des caractères qui peuvent être utilisés pour cette description est présentée au tableau 1. Si des caractères quantitatifs sont utilisés, l'écart type attendu devrait être donné pour indiquer la variation acceptable au sein de la variété. Pour les caractères qualitatifs, les variations auxquelles il faut s'attendre peuvent être données en pourcentage (par exemple, couleur de la rafle - blanc, autres couleurs - rose n'excédant pas 10%).

Il est nécessaire de comprendre que les caractères quantitatifs auront de la valeur dans le maintien de la variété et la production de semences de matériel de départ. Aux stades ultérieurs de multiplication de semences, et pour les normes de certification, ce sont surtout des caractères qualitatifs qui devront être utilisés comme critères.

Une variété devrait montrer peu de dérive en ce qui concerne ses caractères phénotypiques lorsqu'elle est maintenue ou multipliée d'un cycle à un autre. Cette stabilité est hautement souhaitée par les agriculteurs car seule une variété stable aura une performance conforme aux prévisions d'une année à l'autre.

Tableau 1. Caractéristiques pouvant être prises en considération dans la description d'une variété.

Parties de la plante	Caractéristiques qualitatives	Caractéristiques quantitatives
Tige	Couleur	Hauteur Nombre de noeuds Nombre de talles
Feuilles	Couleur des feuilles Couleur de la nervure centrale Couleur de la gaine foliaire Pubescence de la gaine	Nombre total de feuilles Nombre de feuilles au-dessus de l'épi Angle foliaire Largeur de la feuille portant l'épi Longueur de la feuille portant l'épi
Panicule	Couleur des glumes Couleur des anthères Compacte ou ouverte	Longueur du pédoncule Longueur de l'axe central Nombre de branches Anthèse 50 % (jours)
Epi	Couleur des stigmates Couleur des spathes sèches Pubescence des spathes Texture des spathes Forme de l'épi Disposition des rangées de grains Couleur de la rafle	Nombre par plante Angle d'insertion Longueur du pédoncule de l'épi Nombre de rangées de grains Longueur Diamètre Poids Pourcentage d'égrenage Diamètre de la rafle
Grain	Couleur du pericarpe Couleur de l'aleurone Couleur de l'endosperme Texture (dentée, cornée, etc.)	Longueur Largeur Poids de 1000 grains Épaisseur du grain

Maintien et production de semences



Le maintien et la production de semences de variétés de maïs à fécondation libre peuvent se faire facilement en trois stades de multiplication de semences, à savoir le matériel de départ (breeder seed), les semences de base et les semences certifiées. Les notions de semences de prébase (foundation seed) et semences de base (registered seed) n'ont pas fait l'objet ici de définition distincte. Le champ de production de semences de matériel de départ (breeder seed) devra présenter une variation minimale; le champ de semences certifiées aura plus de variation et le champ de semences de base occupera une position intermédiaire entre les deux. Les normes de certification doivent être soigneusement fixées pour les différents stades de multiplication de semences afin d'assurer un contrôle de qualité sans cependant entraver la production ni la distribution de semences.

Matériel de départ (breeder seed)

La responsabilité du maintien de la pureté du matériel de départ, tant que la variété est en cours de production, devra incomber au sélectionneur. Lorsqu'une variété vulgarisée est remplacée par une variété supérieure, le maintien de l'ancienne variété peut être interrompu. Il est possible de modifier la quantité de semences de matériel de départ à produire en augmentant le nombre de lignes ou la longueur des lignes de la parcelle de maintien. Cependant, pour maintenir le niveau de pureté le plus élevé possible, la parcelle de semences de matériel de départ doit être réduite et contrôlable.

L'un quelconque des procédés décrits à la Figure 3 peut être utilisé pour le maintien et la production de semences du matériel de départ.

Pollinisation massale

Semer la F₂ afin d'obtenir environ 8000 plantes. Sélectionner environ 3000 plantes conformes à la description phénotypique de la

variété. Mélanger le pollen des plantes sélectionnées afin de polliniser ces plantes. A la récolte, sélectionner approximativement 500 épis des plantes sélectionnées, épis qui ont les caractéristiques d'épi et de grain de la variété. Ces épis sont considérés comme les parents des semences de matériel de départ. Un mélange équilibré de semences de ces épis est appelé semences de matériel de départ. Le nombre d'épis sélectionnés comme parents ainsi que la quantité de semences prélevées à partir de ces épis peuvent être modifiés en vue d'obtenir la quantité requise pour la production de semences de base. S'il n'est pas possible de satisfaire la demande en semences de matériel de départ en échantillonnant les épis sélectionnés comme parents, des semences peuvent également être conservées à partir des épis conformes, produits sur des plantes sélectionnées mais non utilisés comme parents pour le matériel de départ.

Parcelle isolée de sélection massale

Cultiver en isolement un mélange de semences F₂ afin d'obtenir environ 8000 plantes. Tout le champ peut être subdivisé en sous-parcelles sous forme d'une grille. A la floraison, castrer les plantes qui ne répondent pas à la description de la variété. Avant la récolte, étiqueter les plantes acceptables de chaque sous-parcelle. A la récolte, sélectionner, sur les plantes sélectionnées dans chaque sous-parcelle, les épis qui ont une couleur et une texture de graine acceptables. Un total de 500 épis sélectionnés de cette manière constitue les parents pour le cycle suivant de production de matériel de départ. Un échantillon en mélange de semences de ces épis et/ou de semences d'épis complémentaires conformes provenant de plantes sélectionnées fournira le matériel de départ.

Parcelle isolée transformée en bloc de croisement demi-frère (half-sib)

Planter environ 12 000 plantes en lignes avec des semences F₂ sur une parcelle isolée. Peu avant la date de floraison, les lignes sont arbitrairement désignées comme mâles et femelles en alternant dans une proportion de une ligne mâle pour deux ou trois lignes femelles. Toutes les plantes des lignes femelles sont castrées. Les plantes non désirables et non conformes (jusqu'à 20 à 40%) peuvent être castrées sur les lignes mâles suivant le rapport adopté entre femelles et mâles. De cette façon, un meilleur contrôle peut être exercé sur la source de pollen dans les lignes mâles. Si la castration est soigneusement effectuée, les lignes femelles produisent plus de semences et de meilleure qualité.

Les lignes mâles donnent une bonne indication de la variation environnementale dans le champ, et cela facilite la sélection dans des lignes femelles des plantes conformes à la description variétale.

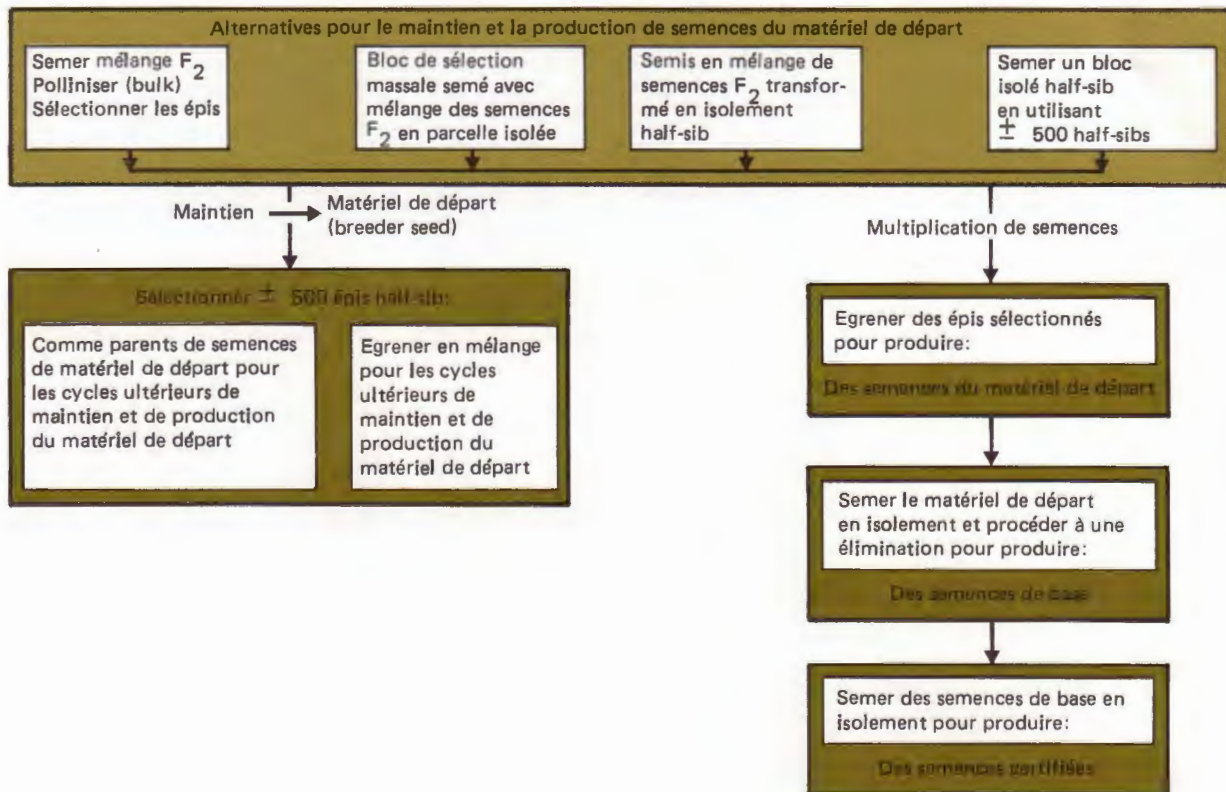
Avant la récolte, traiter chaque ligne femelle de 16 plantes comme une sous-parcelle (grid) (système de la grille en quadrillage). Marquer deux à trois plantes qui répondent à la description variétale et sélectionner un ou deux épis dans chaque sous-parcelle. Environ 500 épis peuvent être sélectionnés de cette manière comme parents pour le cycle suivant de production de matériel de départ. Un échantillon du mélange équilibré de semences de ces épis et/ou de

semences d'épis complémentaires provenant des plantes sélectionnées fournira les semences du matériel de départ.

Bloc isolé de croisement demi-frère en épi lignes

Il s'agit là d'un système simple et efficace pour maintenir une variété et produire les semences du matériel de départ. Il nécessite l'isolement et peut être initié avec des épis F₂ égrenés individuellement, à partir de la parcelle dans laquelle les semences F₁ ont été amenées en F₂ ou avec les épis individuels gardés comme parents du matériel de départ à partir de l'une ou de l'autre des méthodes déjà examinées. Ce système comporte les phases suivantes (voir Figure 3).

Figure 3. Maintien et production de semences d'une variété de maïs à fécondation libre.





- (1) Les épis half-sibs sélectionnés (± 500) sont égrenés individuellement. La saison suivante, ces épis sont semés comme entrées femelles dans un bloc de croisement half-sib. Les lignes mâles sont semées avec un mélange équilibré obtenu en prélevant une quantité égale de semences de chaque épi half-sib. On peut utiliser un système de semis de 2 femelles pour 1 mâle; 3 pour 1; 4 pour 2; ou 6 pour 2. A la floraison, les lignes femelles sont castrées, ainsi que 20 à 40% de plantes indésirables et non conformes dans les lignes mâles.
- (2) Avant la récolte, environ 50% des lignes femelles, conformes à la description de la variété, sont sélectionnées. Les lignes mâles servent de témoins pour la sélection des lignes femelles. Dans chacune des lignes femelles sélectionnées, 2 à 4 épis sont prélevés pour obtenir environ 500 épis comme parents du matériel de départ pour la multiplication ultérieure et le maintien. Si la demande de semences de matériel de départ est faible il sera préférable de prendre un échantillon de mélange équilibré de ces 500 épis pour fournir des semences de matériel de départ en vue de la production de semences de base. D'autres épis conformes des plantes sélectionnées dans les familles sélectionnées peuvent être gardés comme semences de matériel de départ si une plus grande quantité de semences s'avère nécessaire.

Semences de base

La première multiplication de semences du matériel de départ est habituellement considérée comme la production de semences de base. La responsabilité de ce cycle de production incombe souvent à un organisme de production de semences qui bénéficie de

l'assistance du sélectionneur chargé du maintien de la pureté de la variété. Les semences de base devront être produites par fécondation libre dans des parcelles bien isolées éloignées de toute source de contamination de pollen. Toutes les plantes hors-type et malades doivent être éliminées avant la pollinisation. Il se peut que l'on ait à éliminer jusqu'à 10 à 15% pour cent des plantes. Une seconde génération de semences de base peut être produite à partir de la première génération de semences de base lorsque d'importantes quantités de semences de base doivent être produites. Dans les parcelles de semences de base, on doit insister sur le maintien de l'identité génétique et de la pureté variétale et ces parcelles doivent être attentivement contrôlées par les personnes chargées de la production de semences sous la direction technique des sélectionneurs.

Semences certifiées

Les semences certifiées constituent le dernier stade du processus de multiplication de semences et sont généralement produites à partir des semences de base. Elles doivent être produites dans des parcelles isolées. Ici encore, les plantes hors-type et malades doivent être éliminées avant la pollinisation, bien que le pourcentage d'élimination soit inférieur à celui adopté dans les parcelles de semences de base. Les semences certifiées devront être produites par des producteurs de semences sélectionnés ou au niveau des fermes de production de semences, et leur production devra être coordonnée et supervisée par les entreprises publiques ou privées chargées de la multiplication et de la distribution des semences. Les spécialistes des semences et l'organisme de certification des semences aideront les producteurs à produire des semences certifiées de bonne qualité. Il est suggéré qu'une densité de plantes légèrement inférieure à la densité optimum soit utilisée pour la production, dans la mesure où cela permet d'obtenir des semences de meilleure qualité. Les semences certifiées devront être correctement préparées et traitées avec des insecticides et des fongicides avant d'être vendues aux agriculteurs.

Normes d'isolement pour la production de semences

Afin de maintenir la pureté génétique et éviter la détérioration variétale, les champs de multiplication de semences doivent être correctement isolés. L'isolement doit être plus rigoureux dans le cas de la production du matériel de départ et des semences de base que pour les semences certifiées. Les isolements peuvent être arrangés suivant la superficie ou dans le temps. Dans les isolements en surface l'on considère comme satisfaisants 300 mètres pour le matériel de départ et les semences de base et 200 mètres pour les semences certifiées. Une plus grande distance est souhaitable si possible.

Dans le cas de l'isolement par date de semis, les deux champs de semences peuvent être semés côte à côte à un intervalle de temps approprié. L'émergence des

stigmates et l'émission du pollen dans l'isolement semé en premier lieu devront être terminés au moment où les panicules commencent à émerger dans la seconde parcelle. Une combinaison de dates de semis et de distances peut également être utilisée en arrangeant les isolements. Lorsque plusieurs isolements doivent être mis en place dans un même champ, les informations sur le nombre de jours jusqu'à l'anthèse sont utiles pour la planification de ces isolements. Une séparation par date de semis peut être facilement insérée entre deux isolements par distance avec un intervalle approprié, de manière que leur floraison ne coïncide pas. L'expérience sur le terrain, les maturités différentielles, les tendances connues des vents dominants à la floraison, ainsi que

les barrières naturelles ou artificielles doivent être prises en considération pour déterminer des distances sûres pour l'isolement.

Normes pour le maintien de l'uniformité variétale

Au fur et à mesure qu'elle traverse les différents stades de multiplication de semences, une variété est susceptible de devenir de plus en plus variable. Il est donc impératif que certains paramètres soient établis comme lignes directrices pour chaque stade de multiplication. Bien que divers critères puissent être retenus, il est suggéré que la sélection conservatrice d'une variété au niveau du matériel de départ soit faite de telle manière que les familles sélectionnées soient comprises dans les limites de $\bar{x} \pm 0,7 s$ (déviations standard). Dans les parcelles de semences de base, les plantes qui restent en dehors de la limite de $\bar{x} \pm 1,55 s$ devraient être éliminées. Pour des semences certifiées, on doit si possible procéder à une certaine élimination des plantes qui n'entrent pas dans les limites de $\bar{x} \pm 1,96 s$.



Autres considérations pour la planification de la production de semences



Outre les procédés appropriés pour le maintien et la production de semences de variétés à fécondation libre, divers autres aspects de la production de semences doivent être correctement envisagés si on veut que des semences de bonne qualité parviennent à l'agriculteur en quantité suffisante et en temps opportun. Ces aspects comprennent le maintien de stocks de réserve, la localisation de champs de multiplication et des lignes directrices dans la détermination des quantités de semences à produire pour une variété donnée.

Stocks de réserve

Pour tout programme de production de semences, la nécessité de conserver et de stocker suffisamment de semences de réserve est généralement admise afin de prévenir toutes pertes résultant des échecs de cultures. Les stocks de réserve contribuent à assurer la continuité d'un programme semencier. Il convient donc de pouvoir maintenir suffisamment de semences des parents du matériel de départ pendant au moins deux générations et de les stocker dans des conditions de réfrigération.

De même, les stocks de matériel de départ et de semences de base doivent être faits de façon appropriée pour deux générations au moins. En ce qui concerne les semences certifiées, tous les excédents peuvent être stockés dans des conditions satisfaisantes jusqu'à un an.

Localisation des champs de multiplication de semences

Des variations rapides au niveau de la composition génétique et de ce fait des caractéristiques phénotypiques des variétés de maïs peuvent survenir si ces variétés sont multipliées en dehors de leurs zones

d'adaptation. Pour le maintien du matériel de départ et pour la production de semences de base et de semences certifiées il importe par conséquent que les milieux choisis permettent la reproduction de toutes les plantes. Pour ce faire, les parcelles de production du matériel de départ et de semences de base des variétés à fécondation libre doivent être situées dans la zone d'adaptation de la variété. Cette restriction est moins importante pour les semences certifiées si leur production ne se situe qu'à deux générations de celle du matériel de départ. Le maintien et la production de différentes catégories de semences dans leur zone d'adaptation et dans des conditions d'aménagement correctes aident également à obtenir des quantités plus importantes de semences de haute qualité.

Lignes directrices pour déterminer les besoins en semences

Afin d'éviter des pénuries ou des excédents non souhaités de semences, il importe de programmer à l'avance la production semencière. On devra connaître les besoins en différentes catégories de semences et par conséquent prendre en considération les facteurs suivants:

- Superficie que doit couvrir une variété diffusée compte tenu de son adaptation;
- Intervalle de renouvellement de semences - un, deux ou trois ans;
- Mode de production de semences certifiées - nombre de générations nécessaires pour produire des semences certifiées;

- Besoins potentiels en semences certifiées qui à leur tour déterminent les besoins en semences de base et en semences du matériel de départ;
- Superficie nécessaire pour la production de différentes catégories de semences;
- Proportion des lignes mâles par rapport aux lignes femelles dans un système de half-sib pour la production de semences de matériel de départ;
- Pourcentage d'élimination dans les différentes catégories de semences;
- Quantité de semences nécessaires par hectare (inférieure à celle utilisée dans la production commerciale de grains) pour chaque cycle de multiplication.

Le tableau 2 illustre les besoins en semences de chaque catégorie et la superficie nécessaire à l'obtention de semences suffisantes en vue de cultiver 200 000 hectares. Si une quantité de 20 kg de semences per hectare est utilisée, il faudrait 4000 tonnes de semences certifiées. La production d'une telle quantité exige que l'on ensemence 1333 hectares utilisant 20 tonnes de semences de base à raison de 15 kg/ha. Ces semences de base peuvent être produites sur une superficie de 20 hectares en utilisant seulement 300 kg de semences de matériel de départ. Ces chiffres prévoient la conservation de la moitié des semences de base comme stock de réserve. Cet exemple révèle avec quelle rapidité les semences certifiées peuvent être produites et rendues disponibles: la diffusion auprès des agriculteurs ne se situe jamais à plus de deux générations de la production de semences du matériel de départ.

Conclusion

Cette note a brièvement traité du vaste sujet de la création, du maintien et de la production de semences de variétés de maïs. L'intention du CIMMYT a été de transmettre uniquement les informations essentielles à cet égard et de faire en sorte que les informations transmises soient aussi aisément utilisables que possible.

La question de savoir s'il est préférable de développer des semences de variétés à fécondation libre ou des hybrides n'a pas été abordée. Chaque type de cultivar présente des avantages et des inconvénients évidents suivant le niveau de la recherche et les conditions de production prévalant dans les différentes régions maïsicoles. Le CIMMYT estime que les variétés à fécondation libre si elles sont correctement développées et utilisées ont à l'heure actuelle un rôle important à jouer dans nombre de pays en voie de développement. Grâce à des procédés appropriés de création variétale et à un programme efficace de multiplication de semences, les variétés à fécondation libre ont de fortes chances de contribuer considérablement à l'accroissement de la productivité du maïs au cours des prochaines décennies dans la plupart des régions tropicales et sub-tropicales.

Tableau 2. Superficie, semences nécessaires et production en tonnes de différentes catégories de semences pour couvrir 200 000 hectares dans des conditions de production commerciale.

Catégorie de semences	Rendement prévu tonnes/ha	Superficies en hectares	Quantité de semences kg/ha	Semences nécessaires en tonnes
Semences commerciales	—	200 000	20	4000
Semences certifiées	3	1333	15	20*
Semences de base	2	20	15	0,30
Matériel de départ	—	0,4	—	—

* Plus 20 tonnes de stock de réserve.



CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO
CENTRE INTERNATIONAL POUR L'AMELIORATION DU MAIS ET DU BLE
Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641, 06600, México, D.F., México